

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO



"Un mundo de
soluciones
en concreto".



TEMAS 2016

- Innovación y tendencias de la construcción
- Industria minera aplicaciones del concreto lanzado
- Estructuras de concreto y prefabricados
- Vivienda e infraestructura urbana
- Nanotecnología y aditivos químicos
- Pavimentos y pisos industriales de concreto
- Diseño de vanguardia con concreto
- Infraestructura para las comunicaciones
- Prevención de desastres naturales
- Edificación sustentable
- Energía y concreto
- Concreto arquitectónico

Suscripción nacional:

• **\$600.00 + IVA M.N.** por 12 ediciones

Envío incluido.

Suscripción internacional:

• **\$120 USD + IVA** por 12 ediciones

Envío incluido.

www.revistacyt.com.mx

 /Cyt imcyc

 @Cement_concrete

CONTACTO:

Lic. Martha Velázquez
Tel.: 01 (55) 53225740 ext. 211
mvelazquez@mail.imcyc.com



SOMOS MÁS DE LO QUE IMAGINAS



DESCUBRE NUESTROS GROUTS TAN PODEROSOS QUE RESISTEN LO QUE SEA



GROUTS Y
ANCLAJES

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

Henkel

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

TRATAMIENTOS
PARA SUPERFICIES

REPARADORES

IMPERMEABILIZANTES

SELLADORES
Y RESANADORES

ADHESIVOS PARA
CONCRETO

AUXILIARES Y ADITIVOS
PARA CONCRETO



SIEMPRE PREPARADO

SON LAS VENTAJAS DE TRABAJAR CON EL LÍDER.

Como profesional, usted prefiere no improvisar. Por eso ahora, con la compra de nueva maquinaria, Caterpillar le ofrece un kit que incluye un Plan de Monitorización, el Mantenimiento Planificado y una amplia Protección de los Equipos. Para estar siempre preparado para el éxito. Ofrecemos los servicios que necesita de la forma más conveniente para su empresa: estamos hechos para eso.

3 AÑOS
DE PROTECCIÓN
PARA SUS EQUIPOS

PARA DISMINUIR EL RIESGO

Incluye recursos de Powertrain & Hidraulics.

+

3 AÑOS
DE GERENCIA
DE EQUIPOS

PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO PRODUCTIVO

Incluye Monitorización Remota, Análisis S.O.SSM y Monitorización de Mantenimiento Preventivo.

+

KIT DE PARTES PARA
2 MIL HORAS
DE MANTENIMIENTO
PLANIFICADO

PARA MANEJAR COSTOS OPERATIVOS

*Aceites y fluidos no están incluidos en este kit.

www.cat.com/ConstruccionyTecnologiaenConcreto

Consulte con su Concesionario la posibilidad de ampliar esta cobertura.

BUILT FOR IT.™

© 2015 Caterpillar. All Rights Reserved. CAT, CATERPILLAR, BUILT FOR IT, their respective logos, "Caterpillar Yellow," the "Power Edge" trade dress, as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

Oferta válida para clientes calificados, en nuevos modelos seleccionados, en Concesionarios Cat® participantes. Pueden haber variaciones regionales. Consulte los detalles con su distribuidor. Puede haber términos y condiciones adicionales.

2

EDITORIAL

6

BUZÓN

8

NOTICIAS

- Premia CEMEX Obras más destacadas en el mundo.
- Reconoce IMCYC el esfuerzo y dedicación.
- Avanza rehabilitación de la línea 12 del metro.

12

POSIBILIDADES DEL CONCRETO

Rehabilitación y reciclado de pavimentos de concreto con el empleo de vibración resonante.

- Estudio de los módulos de elasticidad en concretos autocompactantes elaborados con agregado reciclado.

16

**PORTADA
EL GASODUCTO
TEXAS-VERACRUZ**

Siguiendo la huella del ambicioso proyecto



42

AVANCE DE OBRA



38

INTERNACIONAL



56

PUNTO DE FUGA



8

NOTICIAS



12

POSIBILIDADES



32

TECNOLOGÍA



QUIÉN Y DÓNDE

46



42

ESTADOS





- 22 INGENIERÍA**
[H²O]³: Hito de la Ingeniería y la arquitectura sustentable.
- 28 VOZ DEL EXPERTO**
Perspectiva energética en el sector de la construcción: Un reto mundial para la economía y la tecnología.
- 32 TECNOLOGÍA**
Tecnología de aditivos para el concreto en obras hidráulicas.
- 38 INTERNACIONAL**
Proyecto hidroeléctrico Reventazón: Un desafío de la ingeniería costarricense.
- 42 ESTADOS**
Los Azufres III: Energía emergiendo de la tierra.
- 46 QUIÉN Y DÓNDE**
El FIDE, 25 años de acciones concretas en el ahorro energético.
- 51 PROBLEMAS CAUSAS Y SOLUCIONES**
CEMENTANTES HIDRÁULICOS
NMX-C-478-ONNCCCE-2014.
- 56 PUNTO DE FUGA**
Aerogeneradores sin hélices.

 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 DEL
CONCRETO A.C.

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Miguel Garza Zambrano

Vicepresidentes

Lic Pedro Carranza Andresen

Ing. Daniel Méndez de la Peña

Ing. José Torres Alemany

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

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. Luis García Chowell

REVISTA CYT

Editor

MA. Soledad Moliné Venanzi

smoline@mail.imcyc.com

Arte y Diseño

MAV. Axel L. Obscura Sarzotti

aobscura@mail.imcyc.com

Colaboradores

Enrique Chao,
Juan Fernando González,
Raquel Ochoa,
Adriana Valdés,
Eduardo Vidaud

Comercialización

Verónica Andrade Lechuga
(55) 5322 5740 Ext. 230

vandrade@mail.imcyc.com

Ing. Jair Juarez

(55) 5322 5740 Ext. 237

jj Suarez@mail.imcyc.com



Circulación Certificada por:
PricewaterhouseCoopers México

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

Comentarios

"Construcción y Tecnología en Concreto es sin duda una gran referencia para el mundo de la construcción. Gracias por su dedicación y su valiosa información".

Ing. Eduardo Cordero Palacios

"Vale la pena leer esta revista para estar informado en el área de la construcción. Tendencias y Soluciones de problemas específicos es lo que más puede aportar una publicación tan importante como lo es la Revista C y T".

Ing. Jose Luis Jimenez A.

"Me parece una revista seria, comprometida y con un buen enfoque. Muchas Felicidades sigan así".

Alejandro Ibarra Morales

"La revista en línea se disfruta bastante, solo puedo sugerir manejar mas videos sobre los temas descritos. Sin ellos la revista es buena".

Patricia Morales P.

RESPUESTA

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

➤ *Recibimos sus comentarios a este correo: buzon@mail.imcyc.com.*

IMCyc ES MIEMBRO DE:

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

Construcción y Tecnología en Concreto. Volumen 5, Número 10, ENERO 2016. 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: Prerensa Digital, S.A. de C.V., Caravaggio 30, Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 30 de noviembre de 2015, 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 \$50.00 MN.

Suscripción anual para la República Mexicana \$600.00 + IVA M.N. y para extranjero \$120.00 + IVA USD (incluye gastos de envío).

ESTA REVISTA SE IMPRIME EN PAPEL SUSTENTABLE



MasterFlow: Soluciones para la generación de energía eólica

MASTER®
BUILDERS
SOLUTIONS



Master Builders Solutions de BASF desempeña un papel decisivo en la producción de energías alternativas y renovables, las cuales se han convertido en una necesidad para nuestro planeta.

La familia de productos **MasterFlow**, son morteros de alta resistencia, ultraduraderos y resistentes a la fatiga, hechos a la medida de los sistemas de aerogenerados eólicos, ya sea terrestres o marinos, y pueden ser utilizados en construcciones nuevas y/o de remodelación.

Los productos **MasterFlow 9200 y MasterFlow 9300** poseen una capacidad demostrada para absorber enormes vibraciones y movimientos de torsión, la acción del oleaje, cambios agresivos de temperatura y altas cargas de viento.

Para mayor información sobre los productos Master Builders Solutions, contacte a su Representante de Ventas y/o comuníquese con nosotros.

Centro de atención a clientes: 01800 062 1532

www.master-builders-solutions.basf.com.mx

e-mail: basf-comunica@basf.com

Síguenos en Twitter: @MBS_MX

Descarga nuestra Aplicación Oficial en Google Play, App Store y Microsoft Store.

Copyright 2015 Todos los derechos reservados BASF Mexicana

 **BASF**
We create chemistry



Concretos más que para muros

La empresa mexicana Concreto Poliamídico

LuminaKret innovó el mundo de la construcción al incorporar nanobots (semiconductor metálico) al concreto hidráulico, los cuales al entrar en contacto con la luz solar causan una reacción química que reduce el nivel de contaminación, calentamiento global y lluvia ácida en las grandes ciudades. La adición de materiales nanométricos bidimensionales a la premezcla del recién desarrollado concreto poliamídico logra desvincular elementos biológicos básicos, como el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y gases de efecto invernadero en un radio de 500 metros, detalló Jesús Cervantes Herrera, director de la compañía localizada en Baja California.

“Al implementar la degradación permanente de los óxidos de nitrógeno, azufre y carbono se desvinculan de manera natural los componentes de la contaminación mediante un semiconductor metálico (nanobots) que se activa únicamente por humedad, luz del sol o rayos ultravioleta”, indicó. Para construir el concreto poliamídico la compañía usó el cuarzo, un mineral compuesto de sílice, y lo modificó a escala nanométrica, con el fin de obtener una reacción química al entrar en contacto

con la luz solar, la cual desvincula los agentes contaminantes. Otro beneficio de esta nueva clase de material hidráulico es que evita la proliferación de gases de efecto invernadero, al separar de manera natural los componentes orgánicos volátiles. En relación con el tema de agentes contaminantes, un estudio realizado por el Clean Air Institute indicó que México ocupa el segundo lugar en América Latina en cuanto a efectos nocivos atribuibles a la contaminación ambiental con 15 mil decesos por año. **C**



Obras impulsarán a la construcción

El líder de la CMIC- Querétaro comentó

que los constructores queretanos tienen una participación de 70%, aproximadamente, en las obras federales y de 95% en los proyectos estatales. A pesar de la disminución en el presupuesto para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) federal para el 2016, el sector de la construcción en el estado tendrá un desempeño positivo, gracias al desarrollo de obras de infraestructura, aseguró Alejandro Cabrera Sigler, presidente de la delegación en Querétaro de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC).

El Presupuesto de Egresos de la Federación 2016 contempla una asignación en total de 26,298.20 millones de pesos para el estado de Querétaro, de los cuales 3,327.70 millones corresponden a infraestructura. Los recursos para obras representan un incremento anual de 31% para la entidad. “La inversión en infraestructura a nivel nacional, en general -nos comentaba el presidente de la CMIC nacional-, presenta un decrecimiento de 15%; sin embargo, en Querétaro hay un crecimiento de 30%, entonces para nosotros es más alentador aprovechar estos recursos”, refirió.

De acuerdo con las autoridades del gobierno del estado, las asignaciones en obra para el próximo año corresponden en 1,735.3 millones de pesos a carreteras; 1,123.9 millones, a los órdenes estatal y municipal; 808.6 millones, en salud; 241.5 millones de pesos, en obras hidráulicas, y 227 millones para diversos programas y acciones. **C**





Lanzamiento de BUILD3-PRINT: Una revolución en el mundo de la construcción

Durante la mañana del pasado 26 de noviembre, la Fundación Prodintec, lanzó el proyecto BUILD3-PRINT. Esta iniciativa, pionera en nuestro país, es continuación del proyecto CON3D 'Desarrollo de un proceso automatizado de fabricación de estructuras mediante tecnología de impresión 3D para el sector de la construcción'.

El proyecto BUILD3-PRINT plantea el desarrollo de un Proceso Productivo Integral para la Industria de la construcción basado en tecnologías de impresión 3D a gran escala, lo cual supondrá una revolución en los procesos constructivos, tal y como se entienden a día de hoy, aportando tanto en edificación como en obra civil una serie de ventajas clave tales como la mejora de la seguridad, la optimización de tiempos de fabricación, la minimización de la necesidad de encofrados, así como la disminución del uso de materias primas y por consiguiente, la reducción de emisiones contaminantes.

Para la ejecución de la propuesta se ha conformado un consorcio liderado por la empresa



Cementos Tudela Veguín, de Masaveu Industria, y en el cual participan como socios las entidades Coprosa y Digafer. Como entidades colaboradoras destacan la Fundación Prodintec y grupos de investigación de las Universidades de Oviedo y Vigo. Cabe destacar que el proyecto cuenta con el aval del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). **C**



Un nuevo material de construcción elimina la contaminación del tráfico hasta en un 60%

LafargeHolcim ha puesto en marcha

Depolluting, una innovadora tecnología descontaminante, aplicada a sus morteros y hormigones, capaz de eliminar los contaminantes emitidos por los vehículos por el simple contacto del aire con la superficie tratada. Esta tecnología hace que los contaminantes gaseosos queden atrapados en los hormigones y morteros que han sido fabricados con la misma. Los materiales absorben los contaminantes y los convierten en sustancias inocuas con la novedad de que, a diferencia de otras disponibles hasta el momento, esta no necesita luz solar para lograrlo.

Esta tecnología puede utilizarse en túneles, parkings, fachadas de edificios, carreteras de concreto y pavimentos prefabricados, entre otras aplicaciones. Permanece activo durante la vida útil del elemento y descontamina tanto de día



como de noche, en interiores y en exteriores. Según ha indicado Isidoro Miranda, director general de LafargeHolcim España, "la empresa quiere ser un actor clave en la construcción sostenible y este producto es una muestra del compromiso con la innovación que tenemos para contribuir a la construcción de un mundo nuevo y mejor". **C**



CEMEX y el Gobierno de Aragón analizan la eficiencia en la rehabilitación carreteras

'Rehabilitación de carreteras y uso eficiente de los recursos' es el título de la jornada técnica organizada por CEMEX y el Gobierno de Aragón, y que tuvo lugar el pasado 1 de diciembre en Zaragoza. La apertura de la jornada contó con la presencia del consejero de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda del Gobierno de Aragón, José Luis Soro; del director gerente de la Zona Aragón de CEMEX, Albert Gómez; del director general de Movilidad e Infraestructuras del Gobierno de Aragón, José Gascón; y del decano del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Aragón, Javier Mozota.

La jornada hizo especial hincapié en explicar cómo llevar a cabo rehabilitaciones de la manera más eficiente en un momento como el actual, teniendo en cuenta la limitación de las inversiones en obra nueva. Este sistema apuesta por un enfoque del esfuerzo presupuestario en la potenciación de técnicas que supongan un ahorro en la rehabilitación y el mantenimiento



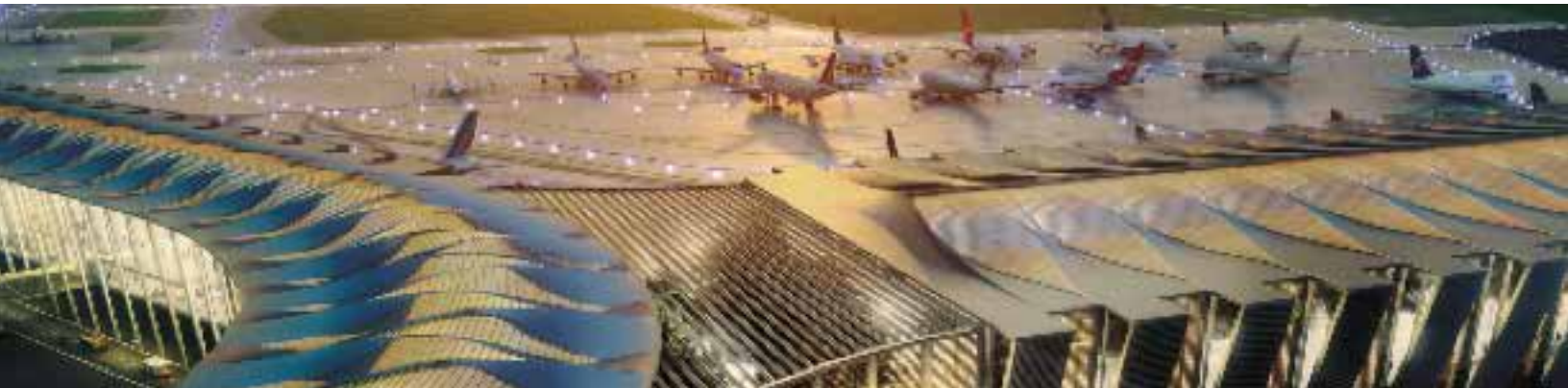
de los firmes antiguos, así como la reducción del coste del ciclo de vida.

Aragón ha sido una de las comunidades pioneras en el empleo del cemento en el reciclado de firmes in situ. Se trata de una técnica que lleva en marcha ya más de dos décadas con un notable éxito. Otra de las técnicas rehabilitadoras que se ha analizado durante esta jornada es el refuerzo con capas delgadas de hormigón. En este caso, se trata de una técnica de implantación limitada pero de uso muy frecuente en países avanzados, dados los excelentes resultados demostrados.

C



Concreteras a la puesta del NAICM



EL Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México demandará 3 millones de metros cúbicos de concreto. La instalación de 20 plantas de concreto suponen una inversión de entre 250 y 300 millones de pesos. Dicha iniciativa se discutió el pasado 3 de septiembre durante el Congreso Mexicano del Concreto, donde se indicó que cada una de esas plantas contará con la capacidad de producir mil 600 metros cúbicos al mes de concreto con el propósito de lograr una producción anual de 344 metros cúbicos.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes está en vísperas de lanzar las licitaciones para la construcción integral del nuevo aeropuerto. Se espera que sea a partir del próximo año cuando la obra comience con los consumos masivos de concreto. Ramiro Páez, presidente de la Asociación Mexicana de Concreteros Independientes (AMCI) comentó: "Tenemos la capacidad y la experiencia para colaborar con esa obra de gran envergadura".



Incrementa México la contratación de empleados con discapacidad

En el marco del Día Internacional de las Personas con Discapacidad, cuyo tema para 2015 fue definido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como “La inclusión importa: acceso y empoderamiento para personas con todo tipo de capacidad”, Holcim México se sumó a esta conmemoración con el compromiso para abrir más espacios a personas con estas características.

Durante el último año, el número de empleados con discapacidad en la empresa creció en un 34%. Actualmente, la empresa emplea a 47 personas con algún tipo de discapacidad, lo cual, ha representado todo un reto para la organización, afirmó Mariana Torre, vocera de la empresa. “No se trata solamente de la decisión de incorporar en nuestra empresa a personas con discapacidad; se tiene que hacer una tarea muy fuerte de sensibilización en la organización, asegurar que tengan las condiciones adecuadas

para su correcto desempeño, contemplando todas las medidas de seguridad, de movilidad y definición de sus responsabilidades”, explicó.

Holcim México como parte de una compañía global que emplea a unas 150,000 personas y opera con plantas de producción en alrededor de 90 países en todo el mundo, seguirá con el compromiso de ser una empresa incluyente, de tener una mano de obra diversa, creando con esto grandes oportunidades para nuevas ideas, puntos de vista, y una gran riqueza de talento que contribuya directamente a nuestro éxito en todo el mundo, subrayó la ejecutiva.

Holcim

Física: Personas que presentan una parálisis o alteración en el movimiento.

Auditiva: Es la ausencia o disminución en la capacidad para oír.

Visual: Es la ausencia o disminución de la capacidad para ver.

Intelectual: Se refiere a las personas que presentan una disminución de las funciones mentales superiores.

#estamos_comprometidos

Las diferencias nos enriquecen. El respeto nos une.



NUEVAS TENDENCIAS:

Uso de fibras metálicas y naturales como adición al concreto

En los últimos años, la industria de la construcción ha venido adicionando materiales puzolánicos y fibras de refuerzo al concreto convencional con la finalidad de mejorar su desempeño y de disminuir el consumo de cemento. El estudio del comportamiento mecánico de los concretos fibro-reforzados es un tema clave para optimizar y potenciar el uso de este material en la industria de la construcción.

En este escrito se presentan los resultados de un estudio experimental en Colombia sobre la influencia que tiene la incorporación de volúmenes bajos de fibras de acero en las propiedades mecánicas de un concreto fluido adicionado con un 20% de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) como reemplazo parcial del cemento. En la investigación se utilizó un cemento Portland tipo I de uso general; así como agregados de la región que cumplen con las especificaciones

de las Normas Técnicas Colombianas (NTC) para la producción de mezclas de concreto. La grava presentó un tamaño máximo de 38 mm y un predominio de partículas angulares. La arena usada fue silíceica de río con un módulo de finura de 2.53 y predominio de partículas

redondeadas. Para la determinación de la proporción de los agregados se empleó como referencia la gradación ideal propuesta por Fuller y Thompson, y se encontró como combinación óptima aquella conformada por un 50% de grava y un 50% de arena

Las fibras de acero (FA) que se emplearon fueron las Sika Fiber CHO 65/35 NB con extremos conformados en forma de gancho. Estas fibras se encuentran agrupadas por encolamiento para facilitar su dispersión en el concreto; evitando la formación de ovillos por enredamiento de las fibras individuales. El aditivo superplastificante (SP) usado en la preparación de las mezclas fue el Sika Viscocrete 2100; aditivo líquido reductor de agua de ultra alto rango y superplastificante, basado en policarboxilatos y con una densidad

de 1078 kg/m³. Para el diseño de las mezclas de concreto se partió de una dosificación probada en un estudio, en donde se encontró que el porcentaje de adición óptimo para esta CCA es de un 20% en peso del cemento Portland. Se reprodujo la mezcla adicionada de referencia con el objetivo de lograr una resistencia mínima a la compresión de 28 MPa a los 28 días de curado, con un revenimiento de 18 cm. Posteriormente se evaluó el comportamiento mecánico del concreto fluido reforzado con volúmenes bajos de fibras de acero (0.3, 0.5 y 0.7%).

Para la ejecución de los ensayos se elaboraron tres especímenes por edad para cada una de las mezclas de concreto. Las probetas conformadas para los ensayos a la compresión, tensión indirecta y módulo secante fueron cilindros de 75 mm de diámetro y 150 mm de altura. Las probetas conformadas para los ensayos de flexión correspondieron a prismas de 75 mm de ancho, 75 mm de altura y 150 mm de largo. Para poder conocer el comportamiento de los concretos elaborados, tanto en su estado fresco como endurecido, se realizaron pruebas de revenimiento, ensayos de resistencia a la compresión a 7, 14, 28 y 60 días de curado, pruebas de flexión a 28 y 60 días de curado, y pruebas de tensión indirecta y módulo de elasticidad a 28 días de curado, de acuerdo a los procedimientos descritos en las normas ASTM correspondientes a cada tipo de ensayo.

Adicionalmente, con el fin de estudiar la adherencia de las fibras a la matriz de concreto adicionado, se realizó una prueba de Arrancamiento o Pull Out acompañada de una observación de la interfase, mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). Con base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que la incorporación del 0.7% de fibras de acero al concreto adicionado, generó un incremento del 1026% en la tenacidad, del 42% en la resistencia a la tensión y del 12% en el módulo de elasticidad. Las características del concreto adicionado y reforzado con fibras de acero, sugieren la posibilidad de su utilización para pavimentación de vías y abren nuevas posibilidades para otros campos de aplicación de este material en el sector de la construcción. **C**



Por I. Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil
Maestría en Ingeniería

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

REFERENCIA:

Robayo R., et. al. (2013), "Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz y reforzado con fibras de acero", publicado en Revista de la Construcción, versión On-line ISSN 0718-915X, Volumen 12 No. 2, año 2013.



OBRA DE PROTECCIÓN:

Estructura de arco de protección nuclear en Chernóbil

En Chernóbil, Ucrania, un ejército de obreros construye un arco de 32 mil toneladas que cubrirá el derruido refugio levantado tras el peor desastre nuclear de la historia de la humanidad. Frente a un paisaje urbano en decadencia, un proyecto de ingeniería sin igual se levanta cerca de las ruinas de la antigua planta nuclear.

Un ejército de obreros protegidos de la radiación detrás de losas de concreto está construyendo un gigantesco arco recubierto de placas de acero inoxidable, tan grande como para cubrir la Estatua de la Libertad. La estructura es tan de otro mundo que parece un objeto dejado por extraterrestres sobre el paisaje industrial de la era soviética. Si todo marcha según lo planeado, para 2017 el arco será empujado cuidadosamente sobre almohadillas de teflón hasta cubrir el derruido refugio que fue construido para sepultar los restos radiactivos del reactor nuclear que explotó y se quemó en la madrugada del 26 de abril del año 1986. Cuando se sellen sus bordes, será capaz de contener cualquier polvillo radiactivo que pueda desprenderse si el añejo refugio se derrumba y además eliminar el riesgo de contaminación atmosférica. Dicho arco cancelará la persistente amenaza de que se repitan aquellos días terribles de hace casi 30 años; cuando la lluvia radiactiva envenenó miles de kilómetros cuadrados de llanuras y convirtió las ciudades en pueblos fantasmas poblados de los ecos de vidas abandonadas. El arco también permitirá la etapa final de limpieza de Chernóbil, una ardua tarea de remoción de los escombros y restos altamente contaminados del reactor, para almacenarlos de manera permanente en depósitos seguros y es además un crudo recordatorio de que la energía nuclear, más allá de todos sus beneficios, plantea enormes riesgos. La contención y limpieza nuclear ponen a prueba hasta el límite la capacidad de la ingeniería, como lo está comprobando Japón

desde el colapso de la planta de Fukushima.

Los costos son enormes, tan sólo el arco costará cerca de 1500 millones de dólares, financiados mayormente por Estados Unidos, entre otras 30 naciones. Convertir el lugar de un desastre radiactivo en un sitio realmente seguro puede llevar varias generaciones. Los ingenieros han diseñado el arco para que dure 100 años y consideran que ése es el tiempo que llevará limpiar a fondo la zona. "Sin embargo, el arco en sí mismo es una formidable estructura", afirmó a esta fuente Vince Novak, director de seguridad nuclear del Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, que administra la financiación del proyecto.

El desastre de Chernobyl puede ser equiparado con las llamadas "bombas sucias", que diseminan partículas de material radiactivo en todas direcciones. La explosión fue seguida de un fuego que liberó todavía más contaminantes en la atmósfera, que luego fueron arrastrados por los vientos por toda la región y hasta Europa occidental. En cuestión de segundos, la potencia del reactor aumentó exponencialmente y el núcleo se derritió por las emisiones de vapor. Varios empleados de la planta murieron de inmediato, pero la mayoría de los técnicos sufrieron agonías espantosas durante las semanas que siguieron, debido a la exposición a altos niveles de radiación. Como respuesta, las autoridades soviéticas enviaron a los militares a combatir el fuego del reactor y a evacuar las aldeas cercanas. Mas tarde, se reclutaron obreros para construir rápidamente el refugio de acero y concreto conocido como el "sarcófago". Eso fue hace casi tres décadas, pero en Chernobyl y sus inmediaciones es como si el almanaque se hubiera congelado. Los niveles de radiación han descendido debido al proceso natural de desactivación de la radiación, pero la zona sigue desierta. **C**

REFERENCIA:

Fountain H., (2014). "Chernobyl: un proyecto faraónico para desterrar la amenaza nuclear", publicado en: La Nación. Argentina. <http://www.lanacion.com.ar/1686401-chernobyl-un-proyecto-faraonico-para-desterrar-la-amenaza-nuclear>.



INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN:

“Contour Crafter”, “Wikihouse” y la construcción del futuro (Parte I)

La industria de la construcción está revolucionando; dos tendencias la están transformando: la cultura del “hazlo tú mismo” y la tecnología de la impresión en 3D. ¿Qué pasa cuando ambas se combinan?; pues entonces nacen proyectos hasta hace poco casi inimaginables, como la ambición de imprimir una casa en el planeta Marte o la de construir tu propio hogar en unos días y por un monto monetario muy accesible.

La colonización del planeta Marte podría estar más cerca de lo que parece. Edificios de concreto podrían levantarse rápidamente como alojamiento de emergencia en casos de desastre. Elon Musk, director ejecutivo de SpaceX(1), quiere construir una ciudad en el planeta rojo; por otra parte, la Agencia Espacial estadounidense (NASA, por sus siglas en inglés) planea enviar personas para el año 2035. Adicionalmente ya se comienza a escuchar acerca de la Misión “Marte Uno” (Mission Mars One), la versión semi suicida del Gran Hermano, pero en el espacio (proyecto privado y televisivo llevado a cabo por el investigador holandés Bas Lansdorp, para establecer una colonia humana permanente en Marte).

Behrokh Khoshnevis, de la escuela de ingeniería Viterbi, en la Universidad de California del Sur, está trabajando ya en este ambicioso objetivo para la NASA. La tecnología de construcción que están probando se llama Contour Crafter y consiste en la impresión en 3D de edificios de concreto, capa por capa, utilizando un gigantesco robot-impresora que puede completar la misión en sólo 24 horas. Las paredes están diseñadas con un sistema de cavidades internas para darle al edificio más aislamiento y resistencia. Más allá de los planes marcianos, la tecnología será útil también en nuestro planeta. Según Khoshnevis los usos más cercanos para este tipo de construcción serán probablemente en los mercados emergentes,

donde hay una gran demanda de crear alojamiento rápido, barato, y seguro. Otro uso posible sería el alojamiento de emergencia en casos de desastre. Esta tecnología aún tiene muchas limitaciones: por mucho tiempo no va a reemplazar materiales como el cristal, el acero o la madera, pero si puedes construir mejor, más rápido y más barato; con esta técnica, habrá menos demanda de madera”, apunta.

Quienes no pueden esperar a que se perfeccione la tecnología del Contour Crafter, tienen la opción de construir su propia casa. El proyecto Wikihouse, por ejemplo, ofrece planos gratuitos descargables por internet. **C**

REFERENCIA:

Graham, Fiona (2014). “¿Es la impresión de casas el futuro de la construcción?”, publicado en: BBC Mundo. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/09/140916_tecnologia_casas_imprimibles_ig



HALLAZGO:

Sarcófago romano milenario en Israel

Satisfacción, enfado y preocupación, es una mezcla de sentimientos que reina desde hace unos días en el seno de la Autoridad de Antigüedades de Israel (AAI) ante uno de los hallazgos más importantes de los últimos años en Tierra Santa.

Satisfacción por encontrar un raro y excelso sarcófago de casi 2 mil años de antigüedad, enfado porque los “descubridores” del inesperado tesoro (dos constructores de la ciudad costera israelí de Ashkelón) intentaron ocultarlo, y preocupación por los irreversibles daños causados en algunas piedras y decoraciones de la blanca sepultura. El escenario de esta noticia es un barrio en construcción de Ashkelón, al sur de Israel, en el que agentes del distrito sur de la Policía israelí e inspectores de la Unidad de Prevención de Robo de AAI, llevaron a cabo una operación a gran escala. Tras recibir alguna información anónima, se personaron por sorpresa en una obra de construcción en Ashkelón. Entre el cemento, basura, tractores, grúas y caravanas, encontraron lo que definen como “uno de los sarcófagos más hermosos e importantes hallados en Israel”.

La pieza (de dos toneladas de peso, y dos metros y medio de longitud) no descansaba sola en la noche de Ashkelón; muy cerca, se hallaban cinco obreros palestinos originarios de la ciudad cisjordana de Hebrón. De sus testimonios y de las fotos que tomaron del sarcófago, nada más sacarlo de la tierra, se deduce que fue hallado hace pocos días. Los contratistas están siendo investigados; se sospecha que ocultaron el impresionante hallazgo para evitar que las autoridades israelíes procedieran a la detención de la obra; algo que es obligatorio según las leyes que protegen los descubrimientos en una tierra donde lo milenario es rutinario. En el proceso emplearon concreto para hacer desaparecer las pruebas y se empleó un tractor que al parecer

dañó considerablemente el féretro de caliza que data del siglo III, según los expertos.

La incrustación de piedras preciosas, la fecha aproximada y la forma hace creer a los expertos que el ataúd es un encargo de una familia romana adinerada. En esa época se solía colocarlos en el interior o al lado del mausoleo familiar. Según el Dr. Gabi Mazor, especializado en periodos clásicos, “si tenemos en cuenta los símbolos representados no se trata de una familia judía. Tiene una túnica, los ojos de la figura están hechos con incrustaciones de piedras preciosas y el cabello arreglado en rizados, en el típico estilo de cabello romano”, cuenta sin perder de vista la escultura. Y aporta un interesante dato. “Los romanos creían que la figura de Medusa protegía a los muertos. Este sarcófago está decorado con coronas de flores e imágenes de cabezas de toro, cupidos desnudos y la cabeza de una monstruosa figura de Medusa. En un barrio en construcción destinado a lujosos chalets, el sarcófago de dura caliza ha resucitado con heridas; casi 2 mil años después. **C**

REFERENCIA:

EMERGUI, S. (2015). “Descubierto un sarcófago romano de 2,000 años en una obra en Israel”, publicado en: EL Mundo, edición América.
<http://www.elmundo.es/ciencia/2015/09/04/55e98f3e22601df5268b457a.html>

A través de la historia, las dos grandes disciplinas dedicadas a la construcción, la ingeniería civil y la arquitectura, han caminado en rutas paralelas, siempre buscando mejorar la calidad vida del hombre, hoy éstas dos disciplinas convergen en la absoluta necesidad de que, como sociedad mundial, debemos ser capaces de construir más con menos, es decir, haciendo uso de las nuevas tecnologías y los nuevos materiales procurar un desarrollo sostenible



CONSTRUIR MÁS CON MENOS,

Un reclamo urgente
para un mejor futuro



Adriana Valdés Krieg

 Cyt imcyc

 @Cement_concrete

Shutterstock



En la relativa estabilidad de las sociedades del “primer mundo”, se tiende a ver sus ciudades como algo relativamente estático, que están en equilibrio, cuando, en realidad, ejercen una sigilosa y constante invasión de las zonas de resguardo

periféricas. En tanto en las economías emergentes, las nuevas y las viejas ciudades están creciendo de forma explosiva a un ritmo frenético, lo que las ha llevado a convertirse en unas megaciudades de terribles dimensiones nunca antes alcanzadas. El reto actual es lograr una urbanización controlada, ordenada, de dimensiones racionales, donde la energía utilizada sea mucha menos y más limpia, es decir implementar una construcción sostenible. Ésa es la única forma de igualar los niveles de vida en todo el mundo y, al mismo tiempo, mantener la calidad de vida que disfrutaban los más privilegiados, que constituyen, según ciertos cálculos, sólo la mitad de la humanidad. Recordemos que casi el 40% de la población mundial no posee servicios sanitarios, el 25% carece de electricidad, el 17%, de agua potable, y un tercio vive en “ciudades perdidas”.

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La definición de construcción sostenible o sustentable lleva asociada tres principios ecológicos que se resumen en: reducir, conservar y mantener.

- Reducir en la utilización de los recursos disponibles. La reducción se llevará a cabo a través de un uso eficiente de los recursos renovables, de su reutilización, y del reciclaje. Se tratará de incrementar la vida de los productos utilizados, un incremento en la eficiencia energética y del agua, así como un uso multifuncional del terreno.

- Conservar las áreas naturales y la biodiversidad, ésta acción se llevará a cabo a partir de restricción en la utilización del terreno, una reducción de la fragmentación y la prevención de las emisiones tóxicas.
- Mantener un ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados a través de la utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas, una ventilación efectiva, una compatibilidad con las necesidades de los ocupantes, previsiones de transporte, seguridad y disminución de ruidos, contaminación y olores.
- En la ingeniería civil algunos de los principios bajo los cuales se considera un ejercicio sostenible son:
- Pensar siempre en el alcance global y permanente de la obra, aunque se trate de un proyecto de ámbito local, y tener en cuenta todas las posibles interacciones sobre su entorno próximo y lejano.
- Trabajar con la idea de límites. Enfoque de ahorro. Pensar en términos de economía. Diseñar siempre procesos con el mínimo gasto posible de recursos naturales (agua, energía, combustibles, materiales),
- En lo posible, respeto a los procesos naturales: conservación de ecosistemas, autodepuración, cauces de agua, trayectos naturales de transporte, a los asentamientos históricos de la población. Paralelamente, elegir las soluciones de proyecto más fáciles de explotar y mantener.
- Comprobar especialmente en cualquier proyecto la incidencia que pueda producir en la diversidad biológica o funcional de un territorio, o la posibilidad de provocar procesos de desertificación o erosivos.

Una de las posibles respuestas para un futuro sostenible, se encuentra en lograr una fusión armoniosa de la arquitectura y la ingeniería, entendiendo esto como una combinación de carreteras, vías de comunicación, dotación de

agua, y generación de energía, de acuerdo a las necesidades de las ciudades que a su vez deben cumplir con los requerimientos de orden, racionalidad de uso y operación del entramado urbano.

TECNOLOGÍA

Por otra parte no debemos olvidar que la rapidez y claridad de comunicación, de la cual actualmente disfrutamos, es una valiosa herramienta que puede ayudar a transparentar los procesos constructivos y la utilización de los recursos económicos y naturales de la construcción.

Elemento indispensable en la vida contemporánea es la computación, es la gran aliada de la ingeniería y la arquitectura, pues ayuda al profesional a reducir el tiempo de su trabajo dependiendo el proyecto y de la obra a realizar. La computación es un factor fundamental en la actualidad que en el futuro encontrará otras áreas de colaboración además de proyectar, planificar, calcular, presupuestar

y evaluar los proyectos de gran envergadura para así tener mayor alcance en cuanto a calidad, optimización de los tiempos de proyecto y construcción.

Redes Sociales

Es otra de las mega tendencias tecnológicas. Las redes sociales organizacionales, es decir, las aplicaciones tipo "Twitter" y "Facebook" propios de una organización han tenido un crecimiento explosivo en la sociedad en general y claramente han mostrando su fortaleza y el impacto que tienen al ser utilizadas internamente en procesos organizacionales. ¡Ni hablar la computación llegó para quedarse!

El concreto de hoy y mañana

Pero...hablemos del concreto. Un material milenario que no deja de asombrarnos, pues constantemente abre nuevos horizontes a la construcción, basta recordar la variedad de concretos que aparecieron a finales del siglo XX, ha permitido que existan por ejemplo: concretos reforzados con fibras de vidrio (GRC), concretos celulares que se aligeran con aire, y fibras naturales, y el autocompactable que puede ser colado en un molde en un solo lugar y fluir 30 metros o más sin segregación. Hoy rompe las barreras de lo inimaginable y se hace flexible, transparente, se viste de colores y se autorepara.

Concreto flexible

Desde hace más de 20 años el profesor Víctor Li y sus compañeros de la Universidad de Michigan, en EUA, han trabajado en el desarrollo del llamado concreto flexible, cuyo nombre original es Engineered Cementitious Composite (ECC). Este material está compuesto por agua, cemento tradicional y para darle una estructura flexible en vez de agregados, tiene arena de sílice, cenizas volantes y fibras sintéticas (de alcohol de polivinilo). Gracias a ésta sustitución el ECC puede doblarse ante tensiones o sobrecargas, y en caso de sufrir pequeños agrietamientos éstos se 'autosellarán' o se "autorepararán" a partir del carbonato de calcio que se forma con la combinación del cemento, el dióxido de carbono del ambiente y el agua de lluvia. El

➤ DATOS DE INTERÉS

Construmat-Barcelona 2017. Un evento con visión de futuro
Smart home, smart building, producción digital, nuevos materiales para la construcción, BIM y robótica aplicada.

Edificios autosuficientes, diseño y fabricación en 3D, interacción avanzada y tecnología de la información (TICS), Building Information Modelling (BIM) o robótica aplicada son algunos de los temas claves que configurarán la construcción y la arquitectura del siglo XXI.

Desde Beyond Building Barcelona-Construmat han querido impulsar desde el Área Innovación para que la industria de la construcción conozca los nuevos escenarios que se presentan gracias a la aplicación de la tecnología para la producción de espacios habitables sostenibles e inteligentes.

concreto flexible podrá adquirirse en el mercado en placas que ya estarán listas para instalarse.

Concreto auto-reparable con bacterias

En otras investigaciones encontramos el concreto autoreparable que se investiga en los Países Bajos. Entre las desventajas, (si es que así se le puede llamar) que presenta el concreto se encuentra su posible agrietamiento. Su constante exposición al agua y al cloruro de sal pueden filtrarse en las fisuras preexistentes y hacerlas más grandes. Con el tiempo, esto puede convertirse en un problema, al que ya se le ha dado respuesta.

Los científicos de la Universidad de Delta en los Países Bajos, para implementar la autoreparación del concreto, adicionaron la mezcla del concreto con bacterias vivas antes de verterlo. De esta manera cuando el agua se mete en las grietas, las bacterias se activan y producen un componente de la piedra caliza llamado calcita que llena la grieta completamente. Los investigadores todavía están llevando a cabo pruebas al aire libre para ver si el concreto puede ser objeto de un uso práctico en banquetas, cimentaciones, y estructuras arquitectónicas en general.

CONCRETOS HECHOS EN MÉXICO

En México también hacemos avances. En 2012, estudiantes del Tecnológico de Monterrey (ITESM), campus Puebla, desarrollaron dos materiales para la construcción a partir del reciclaje de productos de alto consumo. Un cemento en el que se aprovechan las casi 2,800 toneladas de mármol travertino que se desechan en el estado cada año y una varilla en la que se aprovechan las pilas desechadas.

El concreto está compuesto por cemento blanco, desecho de PET y polvo de mármol, es versátil para la producción de materiales prefabricados, acabados interiores, tabiques y tratamientos de fachadas; también es ligero, resistente a cambios climáticos y al fuego, y tiene propiedades de aislamiento.

Respecto de las pilas, el origen de la idea fue recolectarlas para reducir la contaminación

de los mantos freáticos, pero posteriormente realizaron estudios mecánicos y de impacto económico para utilizarlas como sustituto de varilla. Aunque el proyecto al momento de darse a conocer estaba en etapa experimental, (2012 Revista OBRAS) ya se construyeron bancas en Santa Bárbara Almoloya, Ambos materiales buscan la certificación para poder comercializarlos. En el caso del cemento, sólo esperan la aprobación de la Industria del Cemento y la Construcción para su comercialización. Se aclara que el uso de los materiales de desecho en la construcción depende de su origen, pero este cemento es un buen sustituto del tradicional, pues mantiene su resistencia y su calidad.

Es importante recordar que en 2005 se dio a conocer el concreto translúcido, un concreto polimérico diseñado bajo patente mexicana, que incluye cemento, agregados y aditivos. Permite el paso de la luz y desarrolla características mecánicas superiores a las del concreto tradicional. Este producto permite levantar paredes casi transparentes, más resistentes y menos pesadas que el cemento tradicional. La estructura de este concreto permite hasta un 70 % el paso de la luz, haciéndolo ideal para el ahorro de luz eléctrica y el uso de materiales de acabado como yeso y pintura logrando así una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las cualidades del concreto translúcido son poder introducir objetos, luminarias e imágenes ya que tiene la virtud de ser translúcido hasta los dos metros de grosor, sin distorsión evidente; alcanzar una resistencia de hasta 450 kg/cm²; al mezclarse se sustituye la grava y la arena por resinas y fibras ópticas; y ofrecer una consistencia impermeable junto con una mayor resistencia al fuego.

El concreto translúcido representa un avance en la construcción de plataformas marinas, presas, escolleras y taludes en zonas costeras, ya que bajo el agua sus componentes no se deterioran y es un 30 % más liviano que el concreto convencional. Su fabricación es igual a la del concreto común. Para ello se emplea cemento blanco, resinas, fibras ópticas, agua y el aditivo cuya fórmula es secreta, llamado "ilum". Actualmente el cemento translúcido se comercializa en dos formas: prefabricado y el

aditivo ilum.

CONCLUSIÓN

La sobre ocupación del terreno en las sociedades avanzadas y la demografía creciente en el mundo hacen pensar que el urbanismo y la construcción debe evolucionar, adaptarse y responder a muchas preguntas para las que en la actualidad no tenemos la respuesta.

¿Hay que crecer en altura y densificar las ciudades? ¿Hay que edificar en zonas nuevas, ganadas al mar como ya hacen en Holanda, en Japón, en la China o en los Emiratos Árabes Unidos? ¿Tenemos que construir ciudades encima del agua, como las Islas Palm o las Islas World,? o ¿enterradas como el Hotel Shimao, o subacuáticas como el Hotel Hydropolis,? o ¿sencillamente viviremos en el espacio como ya ha pensado Xavier Claramunt con su hotel Galactic Suite?, una compañía privada de turismo espacial que está desarrollando el primer hotel en el espacio, combinando elementos en órbita y en tierra. Lo que si será una realidad es que el futuro lo proyectarán arquitectos, ingenieros, diseñadores, pero también; físicos, químicos, médicos, periodistas y muchos más profesionales y gente con distintas inquietudes que darán respuesta a las nuevas necesidades que nos llevarán a crear un mundo diferente.



Por I. Eduardo de J.
Vidaud Quintana

Ingeniero Civil
Maestría en Ingeniería

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

Dr. I. Ingrid N.
Vidaud Quintana

Ingeniero Civil
Doctorado en Ciencias

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

ULTRASONIDO:

Aplicación para la determinación del módulo de elasticidad dinámico



Una de las propiedades del concreto en zona de alta sismicidad, resulta ser el módulo de elasticidad; en general el módulo de elasticidad de un material resulta ser una constante elástica, que relaciona los esfuerzos a los que está sometido el material con las deformaciones unitaria en el rango de comportamiento elástico; y representa la rigidez del material ante una carga impuesta sobre el mismo.

En general, cuando la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria a que está sometido el material es lineal, constante y los esfuerzos aplicados no alcanzan el límite de proporcionalidad, el material tiene un comportamiento elástico que cumple con la Ley de Hooke. El concreto para bajos niveles de carga, podría considerarse que cumple con la ley de Hooke.

Los materiales elásticos isótropos quedan caracterizados por un módulo elástico y un coeficiente elástico (o razón entre dos deformaciones). Es decir, conocido el valor de uno de los módulos elásticos y del coeficiente de Poisson se pueden determinar los otros módulos elásticos. Los materiales ortotropos o anisótropos requieren un número de constantes elásticas mayor.



Figura 1

Esquema de principio de ensayo del método ultrasónico.

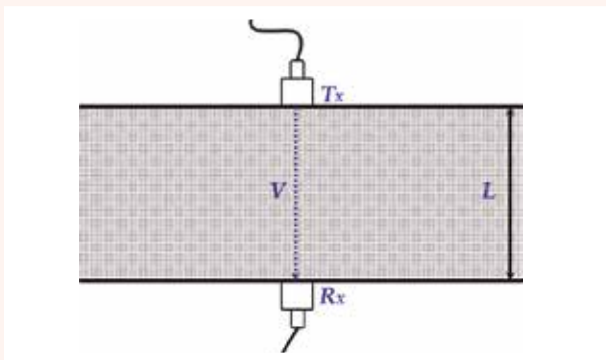


Figura 2



Fotografía que ilustra el desarrollo de una medición ultrasónica directa en una muestra de concreto extraída, de longitud "L".



Fuente: ATE IMCYC.

El módulo de elasticidad es uno de los valores más importantes en el diseño de estructuras de concreto reforzado, puesto que este influye de manera determinante en las deflexiones, las distorsiones de entrepiso y en rigidez de una estructura; asimismo, el uso masivo de concreto como principal material de construcción hacen indispensable conocer todas sus propiedades mecánicas para tener diseños acertados de los proyectos de construcción. En general, un punto importante del análisis y diseño de estructuras está asociado con las deformaciones que causan las cargas aplicadas a la estructura; de ahí que resulta importante evitar las deformaciones grandes que puedan impedir que la estructura cumpla con el propósito para el cual se concibió, pero el análisis de deformaciones puede emplearse también para el cálculo de los esfuerzos asociados a cualquier tipo de acciones, lo que resulta especialmente importante en estructuras hiperestáticas.

De acuerdo a lo referido anteriormente, la estimación de los niveles de deformabilidad en una determinada estructura, ante cualquier acción, estática o dinámica, está estrechamente relacionada con la rigidez del sistema, y por tanto con el módulo de elasticidad. Por otra parte, los ensayos no destructivos constituyen hoy en día una herramienta muy útil para determinar la calidad del concreto endurecido. Entre una gama variada de estos, el ultrasonido o método de medición de pulso ultrasónico ha sido utilizado con éxito desde hace más de 50 años en muchos países. Es un método que día a día ha ido incrementando sus aplicaciones en el campo de la tecnología del concreto, como una alternativa de ensayo no destructivo.

El método del ultrasonido fue desarrollado por primera vez en Canadá por Leslie y Cheesman entre los años 1945 y 1949; de la misma forma en que también fue utilizado por Jones y Gatfield en Gran Bretaña, prácticamente al mismo tiempo. Fue empleado con mucho éxito desde la década de los años 60 del siglo pasado para diagnosticar el estado del concreto utilizado en cortinas de presas.

En general, ASTM tiene hoy entre sus especificaciones a la ASTM C – 597 (Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete), reglas para el uso del método del pulso ultrasónico desde el año 1967; asimismo en la reglamentación británica, ha publicado también recomendaciones para la medida de la velocidad de pulsos de ultrasonido en el concreto.

Entre las ventajas del uso de este método puede referirse a que cualquiera que sea el medio de propagación de las ondas, con este método se necesita una única medida para obtener un valor representativo, es decir que la dispersión de este ensayo resulta muy baja. Por otra parte, resulta un ensayo de muy bajo costo pues el equipo es barato, con elevada confiabilidad y de fácil manejo; sin dejar a un lado que se refiere a uno de los ensayos no destructivos al concreto, con lo que además se garantiza repetitividad y versatilidad. Varios autores consideran que aunque este ensayo no permita evaluar directamente la resistencia del concreto, correlacionando las medidas ultrasónicas con la resistencia a partir de una combinación del método con calibración en laboratorio, podría ofrecerse una estimación de la resistencia característica del concreto ensayado con una precisión de $\pm 20\%$.

El método del pulso ultrasónico se basa en un fenómeno físico muy bien conocido: la propagación de ondas en un medio material; fenómeno que puede tornarse complejo cuando el medio de propagación es heterogéneo. Este hecho implica diferentes fases que componen al material, con diferentes propiedades elásticas relativas a la propagación de ondas; heterogeneidad que representa una limitación en el conocimiento de la forma del frente de onda, así como también en el camino seguido por la onda.

Las ondas de sonido se propagan en los medios sólidos a partir de excitaciones vibratorias en forma de: ondas longitudinales o de compresión, ondas transversales o de cortante, ondas superficiales o de Rayleigh, y las ondas de Lamb. La velocidad de estas ondas depende de las propiedades elásticas del medio en que se propagan, de forma que conociendo la velocidad del sonido y la masa del sólido, se pueden estimar las propiedades elásticas del medio, mismas que se pueden relacionar con los parámetros de calidad del material. Cada tipo de onda se caracteriza por su dirección, su velocidad y la energía transportada. Las diferentes velocidades de estas ondas

se relacionan y dependen de los parámetros intrínsecos al material: módulo dinámico elástico, coeficiente de Poisson, módulo dinámico de cizalladura o de Coulomb G , y densidad.

El método de ultrasonido se basa entonces en la teoría de la propagación de las ondas compresionales en un medio infinito, homogéneo, isotrópico y elástico. De acuerdo a esta teoría física, la velocidad de las ondas depende principalmente de la densidad y de las características elásticas del medio que recorren, tal y como se relaciona en la Ecuación 1.

$$V = \sqrt{K \frac{E}{D}}$$

Dónde: V es la velocidad de pulso ultrasónico, E es el módulo de elasticidad dinámico del medio y D es la densidad del medio; siendo K , una constante que depende de la relación de Poisson del material.

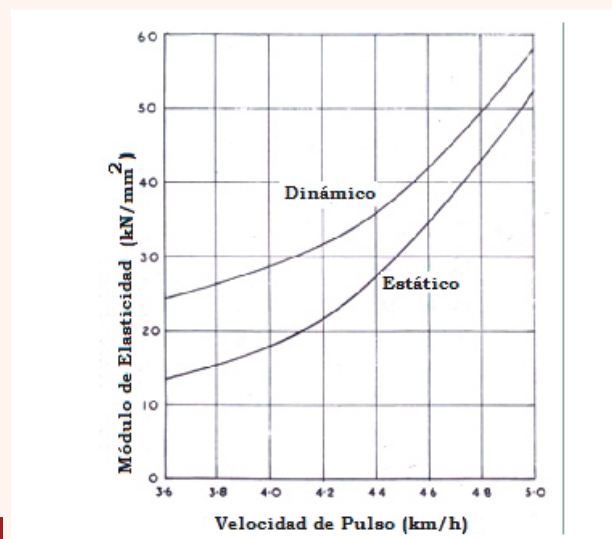
El concreto es por naturaleza un material heterogéneo compuesto por cemento, agua y agregados, y cuyas propiedades evolucionan con el tiempo. Como antes se comentó, el método ultrasónico se adapta muy bien a los materiales homogéneos, como el acero, en los cuales es fácil determinar la trayectoria y el frente de onda; no siendo así en los heterogéneos como el concreto. La onda longitudinal o de compresión se propaga perpendicularmente al plano del transductor emisor, y las oscilaciones de las partículas ocurren en la dirección de propagación de la onda. También denominada onda de presión o de densidad, se considera que la energía transportada por esta onda es la más importante con respecto a los otros tipos. Este hecho se debe a que son estas las ondas más rápidas y las que ofrecen la mayor información posible sobre la estructura del concreto. La velocidad de propagación de la onda en un medio no heterogéneo como este material, viene dada entonces por la Expresión 2.

$$V = \sqrt{\frac{E(1 - \mu)}{(1 + \mu)(1 - 2\mu)D}}$$

En esta ecuación μ es el coeficiente de Poisson.

La resolución de la ecuación de propagación supone entonces partir de la hipótesis de un medio de propagación homogéneo, con una velocidad uniforme de la onda en todo el medio, lo que no es el caso de la propagación de una onda ultrasónica en el concreto.

✓ Figura 3



Curvas que correlacionan la velocidad de pulso ultrasónico con el módulo de elasticidad estático y dinámico.

Fuente: Tobio, 1967.

CON INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA
OPTIMIZAR CALIDAD Y COSTOS
CONSTRUIMOS CONFIANZA



Línea Sika® ViscoFlow®

Súper-plastificantes de alto desempeño para concreto.

Prolongan y controlan la trabajabilidad de la mezcla por varias horas sin retardo adicional.

Aseguran la consistencia y colocación óptimas aún en climas cálidos y tiempos largos de transporte.

Retienen el revenimiento sin afectar el desarrollo de resistencias iniciales y finales.

 Sika Mexicana  @Sika_Mexicana

01 800 123 74 52
www.sika.com.mx

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Consiste entonces el método en medir el tiempo que demora un pulso ultrasónico (frecuencia entre 20 y 150 kHz) al recorrer la distancia entre un transductor emisor Tx y un transductor receptor Rx, ambos acoplados al concreto en estudio (Fig. 1).

Mediante el transductor electroacústico emisor se genera un impulso de vibración longitudinal; después de recorrer una determinada distancia L, el segundo transductor Rx recibe la señal y, por medio de un circuito electrónico se mide el tiempo de tránsito o de propagación del impulso a través del material; de ahí que algunos especialistas lo establecen como una herramienta ideal, muy simple y versátil, para determinar la uniformidad en el concreto, tanto a nivel de campo como a nivel de laboratorio.

La velocidad de transmisión ó velocidad de propagación se determina en cada caso por el cociente entre la distancia ó separación "L" entre los transductores, y el tiempo de tránsito "t" para esta distancia según se evidencia en la Expresión 3.

$$V = L/t$$

En este caso, lo idóneo resulta ser la toma estratégica de muestras de concreto endurecido, evitando en cualquier caso la existencia de acero de refuerzo en la muestra; una vez desarrolladas las extracciones, se llevan a cabo mediciones directas en los especímenes y se obtiene así el tiempo de pulso ultrasónico en el espacio L, definido como ya se comentó, como el "tamaño" del espécimen.

De acuerdo a lo anterior, conocida la velocidad de pulso ultrasónico V, y adicionalmente determinando la densidad del material por un simple pesado de los especímenes en estudio, y por supuesto conociendo el volumen de la muestra, por medio de la ecuación 2, se puede evaluar el módulo de elasticidad dinámico. Ahora bien, al realizar la evaluación faltaría conocer la magnitud del coeficiente de Poisson; en este caso dicho coeficiente, se podría estimar conocida la calidad del material, que se podría calificar en función de la misma magnitud de la masa volumétrica medida.

En general, marca la literatura especializada que, el coeficiente de Poisson podrá ser estimado de acuerdo a lo que se marca en la tabla #1. También se conoce que la masa volumétrica del concreto podría variar, en condiciones normales para el concreto de peso normal entre 1,800 y 2,500 kg/m³; de ahí que se puedan establecer, en base a esto, criterios para calificar el concreto en base a su calidad y con ello estimarse el coeficiente de Poisson.

Tabla 1:

Estimación del coeficiente de Poisson en función de la calidad del concreto.

Condición General	Velocidad del Pulso V [m/s]
Excelente	0.15
Dudoso Bueno	0.28
Malo	0.33

Asimismo, a manera de complemento para la calificación del concreto, de los estudios realizados inicialmente en Canadá, existe una publicación, en donde se presenta un criterio de calificación para el concreto, sobre la base de la propia medición de la velocidad de pulso ultrasónico; el criterio de referencia se plasma a continuación en la tabla #2.

Tabla 2:

Clasificación del concreto según su velocidad ultrasónica. Adaptado de: Feldman R. F., "CBD-187. Non-Destructive Testing of Concrete", en National Research Council Canada, www.nrc-cnrc.gc.ca, publicado originalmente en mayo de 1977.

Condición General	Velocidad del Pulso V [m/s]
Excelente	> 4575
Bueno 3660	< V < 4575
Cuestionable	3050 < V < 3660
Pobre	2125 < V < 3050
Muy Pobre	< 2125

Tal y como se aprecia, conocida la velocidad de pulso ultrasónico, es posible calificar el concreto y con ello estimar una magnitud para el coeficiente de Poisson, a utilizar en la estimación del módulo de elasticidad dinámico del material, en base a lo que se formula en la ecuación #2.

El método de referencia constituye una importante herramienta para estimar de manera aproximada y representativa el módulo de elasticidad dinámico del concreto, magnitud que a la vez se podría usar para estimar el módulo de elasticidad estático, muy útil, como ya se comentó, para el proceso de análisis y de diseño de estructuras. En la literatura especializada del tema existen funciones que correlacionan, la velocidad de pulso ultrasónico, con las magnitudes de los módulos de elasticidad estáticos y dinámicos, similares a la que se muestra en la figura 3.

El módulo de elasticidad de referencia, se podría correlacionar a la vez con magnitudes obtenidas directamente de ensayos de laboratorio, en donde comúnmente se emplean anillos con deformímetros acoplados o strain gages; en ambos casos, integrados a un puente electrónico que mide deformaciones según se aplican escalones controlados de carga axial sobre la muestra en estudio. **C**

Referencias:

- International Atomic Energy Agency (2002), "Guidebook on non-destructive testing of concrete structures", Training Course Series No. 17. International Atomic Energy Agency, Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100 A-1400 Vienna, Austria.
- Malhotra, V. M. y Carino, N. J. (2004), "Handbook on Nondestructive Testing of Concrete", Segunda edición. ASTM International – CRC Press.
- Peña, L. Vidaud, I., Vidaud E. (2011), "Técnicas para estimar la calidad del Concreto Endurecido", publicado en Revista: "Construcción y Tecnología en Concreto". Noviembre 2011. www.imcyc.com.
- Tobio, J. M. (1967), "Ensayos no destructivos: Métodos Aplicables a la Construcción", Primera edición. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Madrid, España.
- Vidaud, E. (2015) "Pruebas no destructivas en las Estructuras de Concreto". Curso dictado en el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C en el mes de julio del año 2015.

Jorge Antillón

Director de la Región Latinoamérica Norte
División Químicos para la Construcción
BASF



USO DE FIBRAS EN EL CONCRETO

En los últimos años, el uso de fibras como refuerzo del concreto ha tenido un auge importante en los diseños y la producción de la mezcla. Sin embargo, no se trata de una técnica nueva en el mundo de la construcción; de hecho se remonta muchos años antes de la aparición del cemento Pórtland y del concreto, cuando se utilizaban materiales como pasto, hilo, vara, e inclusive, pelo animal, los cuales eran considerados agregados al adobe con el fin de evitar la fisuración y mejorar la resistencia a tensión.

No obstante, los avances en la tecnología para la Industria de la construcción ha permitido desarrollar fibras de diversos materiales, las cuales son especialmente resistentes a los álcalis, tales como: polipropileno, polietilenos, acero, carbono, entre otros.

El rol principal de las fibras está ligado a:

1. Reducir la fisuración por asentamiento (revenimiento)
2. Reducir la fisuración por contracción plástica
3. Disminuir la permeabilidad
4. Incrementar en la resistencia a la abrasión y al impacto

El aspecto más importante del desempeño mecánico para el concreto reforzado con fibras es el comportamiento a la tensión. Sin embargo, resulta complicado realizar ensayos uniaxiales de resistencia a la tensión, sobretodo si se busca conocer la respuesta del material después de aplicar la carga máxima.

Con respecto a la trabajabilidad del concreto reforzado con fibras, ésta dependerá de la dosificación en volumen y la forma de las fibras, el estado superficial, el enlace entre ellas, las dimensiones de los agregados y su cantidad relativa. Para ensayar la fluidez del concreto, es necesario aplicar la técnica del cono invertido, en el cual se utiliza una vibración interna. No se recomienda el tradicional ensayo de revenimiento, con el cono de Abrams al concreto reforzados con fibras, pues puede llegar a presentar ciertas dificultades, puesto que la matriz del concreto en la mayoría de casos es muy cohesiva y no fluye libremente.

TIPOS DE FIBRAS

- **Microfibras:**

Normalmente son fibras de plástico, polipropileno, polietileno nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante la construcción. Las longitudes de las fibras de multifilamento oscilan entre los 12 y los 75 mm.

- **Macrofibras:**

Generalmente son de materiales como acero, vidrio, materiales sintéticos o naturales, los cuales se utilizan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. Entre los beneficios del uso de concreto reforzado con fibras -CRF- se encuentran el incremento de la resistencia al impacto y a la fatiga. Su diámetro oscila entre los 0.25 mm y 1.5 mm con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm.

CONCRETO CON FIBRAS EN EL TEO

Antecedentes

La propuesta de usar fibras para crear un Concreto Reforzado para el TEO, surge de la problemática de los tamaños de fisuras y agrietamientos en el revestimiento del túnel que ha sido completada, sobre todo por la longitud de éstas, las cuales pueden afectar la durabilidad del concreto.

Para resolver el problema presentado por los agrietamientos, se propuso un Diseño de mezcla que incluye el uso de una fibra macrosintética como refuerzo secundario para el control de retracción plástica y agrietamiento por temperatura y asentamiento.

El uso del Concreto Reforzado por Fibras para el TEO pretendía reducir el grosor de las grietas, las cuales se podían presentar en grosor no mayor a 0.2 mm; sin embargo, no fue suficiente el uso de la macrofibra; por lo que fue necesario complementar la propuesta con otros productos que brindaran una solución óptima.

Soluciones recomendadas

- Para reducir la contracción por secado, además de utilizar una fibra macrosintética, se propuso que para el diseño de mezcla, sería necesario reducir el consumo de agua de la mezcla, así como utilizar aditivos reductores de agrietamiento y aditivos reductores de contracción. La sinergia de todas estas tecnologías lograrían la disminución de grietas en el revestimiento del TEO.
- Para reducir el grosor de las grietas, el uso de macrofibras sintéticas en la mezcla de concreto ha dado buen resultado.

Con las soluciones presentadas, el uso, principalmente de las fibras macrosintéticas en el concreto utilizado para el revestimiento provee de beneficios que ayudan en el control para la reducción de grietas con un espesor de 0.2 mm como límite. **C**

Conforme a:

| ASTM C39 – AASHTO T22 |

Nuevas prensas automáticas AUTOMAX y PILOT El poder de la innovación

CVI TECH

CUSTOMER'S VALUE
DRIVES THE INNOVATION



Distribuidor exclusivo en México:

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

Av. Hacienda 42, Col. Club de Golf Hacienda,
Atizapán de Zaragoza, C.P. 52959, Estado de México.
Tels. (+52 55) 55 32 07 99, 55 32 07 22, 53 78 14 82

CONTROLS Your Partners
Masters of Technology

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

ADVANTEST

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

**CONTROL
DE CARGA**

**CONTROL DE
DESPLAZAMIENTO Y
DEFORMACIÓN**

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



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

VARIAS CONFIGURACIONES

CONCRETOS, BLOQUES Y MORTEROS



**CONCRETO LANZADO Y
REFORZADO CON FIBRAS**



**ROCAS: PRUEBAS UNIAXIALES
Y TRIAXIALES**





Ing. Jorge Alberto Orjuela Daza
 Director Ejecutivo,
 Servicio Integral
 de Ingeniería
 SAS, Colombia



Reproducción autorizada
 por la revista Noticreto # 116,
 de Enero – Febrero 2013.
 Editada por la Asociación
 Colombiana de Productores
 de Concreto – ASOCRETO.

Fotos:
 Cortesía Toxement S.A.

ASOCRETO

9 ASPECTOS CLAVE QUE NO DEBEMOS OLVIDAR EN LA SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Después de varios años de experiencia en supervisión de estructuras y edificaciones en general, el autor resume en este artículo los puntos donde más fallamos en la ejecución de las estructuras en concreto reforzado.

PLANOS

El primer punto se refiere a la falta de planos al inicio de la obra. Se ha vuelto una costumbre iniciar las obras sin contar con los planos completos, y con mucha frecuencia los planos se reciben sobre el tiempo, escasamente para hacer el pedido del acero de refuerzo sin tiempo para revisarlos. Además, en muchas ocasiones los planos no contienen toda la información necesaria y se deja que la obra tome decisiones de ajustes o que interprete según el residente de turno, decisión que en muchos casos no cumple con los requisitos de nuestro Reglamento NSR por falta de conocimientos.

Talvez las fallas más relevantes respecto a los planos tienen que ver con:

- Falta de información en los planos, como pueden ser las especificaciones y las cargas supuestas en el diseño que serán de utilidad durante



La supervisión técnica en una obra es una herramienta que permite prever lo que es previsible.
CORTESÍA OMAR JAVIER SILVA R.

- la ejecución de la obra, especialmente para tomar decisiones sobre el retiro de las formaletas.
- La falta de definición de los puntos exactos donde se colocan los traslapos y la longitud de estos.
 - Asumir un proceso de construcción que no es acorde al de la obra, especialmente en cuanto a la construcción de las cimentaciones, cuando en la obra se decide utilizar el terreno como formaleta; el recubrimiento lateral en las vigas de cimentación en muchos planos se define en 4 cm, y no en 7,5 cm como lo exige el reglamento cuando el concreto se coloca directamente contra el terreno; el diseñador estructural estaría asumiendo un proceso de construcción con formaletas.

EXCAVACIONES

El segundo punto que podemos destacar se refiere a las excavaciones. Es corriente ver cómo se violan en las obras los límites expuestos en el estudio de suelos. Los taludes no se tallan con las dimensiones ni inclinaciones límite expresadas en el estudio. En algunos casos no se dejan las bermas especificadas y se realizan grandes excavaciones que duran días abandonadas porque no ha llegado el refuerzo o no se cuenta con el personal suficiente para las labores de construcción. Esto implica mayor rebote, deterioro del suelo y disminución de su capacidad portante por desecación o inundación, con las consecuencias que esto puede implicar. Adicionalmente, algunas veces vemos realizar excavaciones sin las debidas precauciones contra edificaciones vecinas.

FORMALETAS

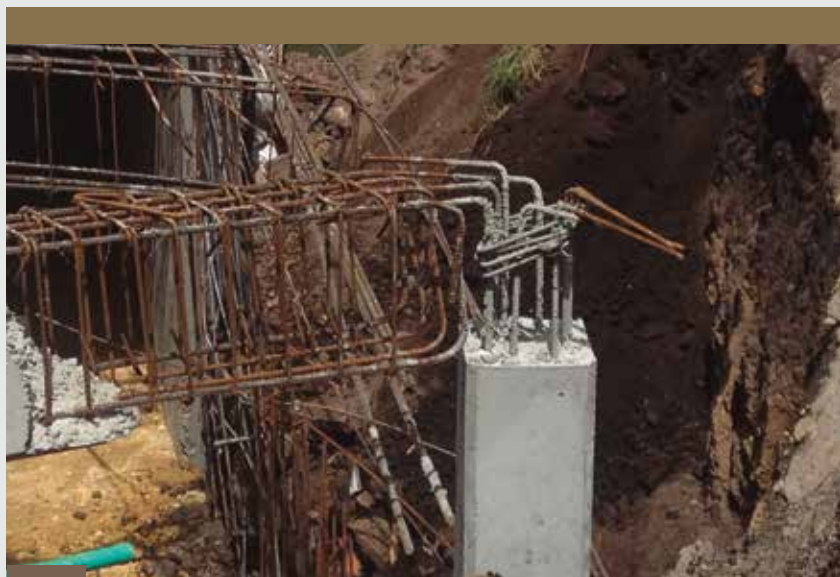
El tercer punto se refiere a las formaletas. Durante muchos años, el mercado de precio razonable solamente ofrecía un sistema de formaletas que denominábamos el paral, cercha, camilla y cruceta, diseñado en la segunda mitad del siglo pasado para losas de cuantías de concreto de 0,15 m³/m², volúmenes difíciles de lograr en un sistema de pórticos hoy en día. Las cuantías bajas –como en el sistema estructural de muros y placas– son factibles pero la modalidad no se ajusta adecuadamente. En tales casos acudimos a otros tipos de formaletas disponibles en el mercado. Hace mucho tiempo debimos evolucionar en este sentido, pero hoy en día se consiguen a precios aceptables sistemas más acordes y más seguros que el tradicional.

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

El siguiente punto se refiere a las juntas de construcción. Nos hemos vuelto muy permisivos en la localización de este tipo de juntas en puntos poco adecuados, sin tomar las medidas y precauciones expuestas en el reglamento. Las juntas de construcción deben hacerse y localizarse de tal manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura. Además, deben tomarse precauciones para lograr la transferencia de cortante y otras fuerzas a través de dichas juntas.

A no ser que se especifique de otra manera o sea permitido, las juntas de construcción deben ser localizadas y ejecutadas mediante el uso de formaletas de tal manera que cumplan con los siguientes requisitos:

- En las placas, deben localizarse en el tercio central de las luces de las losas, vigas o vigas principales a menos que una viga intercepte una viga principal en su parte central, en cuyo caso las juntas en las vigas principales deben desplazarse una distancia igual al doble del ancho de la viga que la intercepta.



Se ha vuelto una costumbre iniciar las obras sin contar con los planos completos, y con mucha frecuencia los planos se reciben sobre el tiempo, escasamente para hacer el pedido del acero de refuerzo sin tiempo para revisarlos.

CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S

- En muros y columnas las juntas deben localizarse en la cara inferior de las placas y vigas, y en la cara superior de zapatas y placas de piso.
- Las juntas deben ser perpendiculares al refuerzo principal.

Donde vaya a hacerse una junta de construcción, debe limpiarse completamente la superficie del concreto, removerse toda lechada y lograr una superficie de agregado expuesto, se debe retirar mediante el uso de agua a presión todo el polvillo producido por la limpieza, saturar y retirar el agua estancada inmediatamente antes del nuevo vaciado. (Situación SSS - saturado, superficialmente seco).

Las vigas, vigas principales o losas apoyadas en columnas o muros, no deben vaciarse o colocarse, cuando sean prefabricadas, antes de que el concreto de los elementos verticales de apoyo haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico. Esto debido a la contracción por secado del concreto del elemento vertical, en el cual, durante las primeras horas de fundido, el nivel al cual hemos dejado el concreto desciende algunos milímetros, perdiendo la conexión real de los dos elementos. Las vigas, vigas principales, capiteles de columnas y cartelas, deben considerarse como parte del sistema de losas y deben vaciarse monolíticamente con las mismas, a menos que en los planos se indique la forma de hacerlo adecuadamente. En ningún caso puede suspenderse el vaciado al nivel del refuerzo longitudinal. Se deben proveer llaves en los sitios indicados en los documentos del contrato. se especifiquen llaves longitudinales estas deben ser al menos de 40 mm de profundidad en el caso de muros o entre muros y zapatas o losas.



En algunos casos no se dejan las bermas especificadas.

CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S

COLOCACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO

El siguiente punto se refiere a la colocación y curado del concreto. En lo que respecta a la colocación, debemos tocar básicamente tres aspectos de suma importancia durante la ejecución de la obra: manejabilidad, compactación y curado del concreto.

Manejabilidad

La manejabilidad es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que pierda su homogeneidad. El grado de manejabilidad apropiado para cada estructura, depende del tamaño de los elementos, de la disposición del refuerzo y de los métodos de compactación y colocación. Es importante recordar que la manejabilidad del concreto se

mantiene por un periodo y es muy sensible a la temperatura y humedad ambiental. Un método para medir la manejabilidad es el ensayo de asentamiento en el cono de Abrahams o ensayo de "Slump".

Compactación

El concreto fresco colocado sin compactar contiene aire atrapado en exceso, que va en detrimento de la resistencia. Colocado de esta manera, será un concreto poroso, no tendría buena adherencia con el acero de refuerzo, más permeable y por lo tanto menos durable, por lo que el desempeño de la estructura no sería el



Inadecuada ejecución de juntas de construcción.

CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S



adecuado, resaltando la falta de adherencia con el acero de refuerzo cuando la estructura experimente una carga de importancia. Todo el concreto debe compactarse cuidadosa y ordenadamente durante su colocación, utilizando medios que permitan la adecuada colocación alrededor del refuerzo, de los elementos embebidos y de las esquinas de la formaleta. Un concreto mal compactado se detecta muy fácil en la obra.

En caso de que se presenten hormigueros –debido a una inadecuada compactación del concreto–, repararlo adecuadamente debe ser una tarea juiciosa y no un simple maquillaje. Se recomienda picar el elemento hasta encontrar concreto sano y colocar allí un concreto de reparación, desarrollado industrialmente siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante. En algunos casos la demolición es la única solución viable con consecuencias en tiempo y costo.



Hormigueros en una columna.
CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S

Curado

El curado es el proceso con el cual se mantienen la temperatura y el contenido de humedad adecuados en el concreto, durante los primeros días después de vaciado, para que se puedan desarrollar en él las propiedades de resistencia y durabilidad. Esta también es una labor a la cual no le prestamos suficiente atención en la obra. La NSR-10 recomienda realizar el curado durante al menos siete días (siete días y siete noches), en una operación continua y no esporádica.

Nada logramos con tener cilindros de concreto donde colocamos, compactamos y curamos perfectamente la mezcla, si en el frente de obra no tenemos los cuidados necesarios.

RECUBRIMIENTO

El siguiente punto que queremos destacar es el recubrimiento. Este debe entenderse como la protección mínima del acero de refuerzo, y en ocasiones no le ponemos la suficiente atención. Nuestro reglamento especifica con claridad los recubrimientos necesarios así como la tolerancia con la cual se consideran aceptables. Una constante en las obras es la localización de los arranques de los elementos verticales (muros y columnas) fuera de las tolerancias especificadas y barras de refuerzo “perreadas”, obviamente por fuera de los límites permitidos.



Aceros a la vista como consecuencia de un inadecuado recubrimiento de concreto.
CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S

TABLA 1:
Concreto vaciado en sitio (no preesforzado)

Condición	Recubrimiento mínimo
(a) Concreto colocado directamente sobre el suelo y en contacto permanente con la tierra	75 mm
(b) Concreto expuesto a la intemperie o en contacto con suelo de relleno: Barras N° 6 (3/4") y 18M (18 mm) a N° 18 (2-1/4") y 55M (55 mm) Barras N° 5 (5/8") y 16M (16 mm) y menores	50 mm 40 mm
(c) Concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto con la tierra: Todos los tipos de refuerzo en losas, muros y viguetas: Barras N° 14 (1-3/4"), 45M (45 mm), N° 18 (2-1/4") y 55M (55 mm) Barras N° 11 (1-3/8") y 32M (32 mm) y menores En vigas y columnas: Refuerzo principal, estribos y espirales En cascarones y losas plegadas Barras N° 6 (3/4") y 18M (18 mm) y mayores Barras N° 5 (5/8") y 16M (16 mm) y menores	40 mm 20 mm 40 mm 20 mm 13 mm

TABLA 2:
Las barras del refuerzo deben tener los recubrimientos mínimos dados a continuación. En ambientes agresivos deben utilizarse recubrimientos mayores que los mencionados, los cuales dependen de las condiciones de exposición.

Condición	Recubrimiento mínimo
(a) Concreto expuesto a la intemperie o en contacto con la tierra: En paneles de muros Barras N° 11 (1-3/8") y 32M (32 mm) y menores Barras N° 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y N° 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) En otros elementos Barras N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm) y menores Barras N° 6 (3/4") 18M (18 mm) a N° 11 (1-3/8" ó 32M (32 mm) Barras N° 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y N° 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm)	20 mm 40 mm 30mm 40 mm 50 mm
(b) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con la tierra: En losas, muros y viguetas Barras N° 11 (1-3/8") ó 32M (32 mm) y menores Barras N° 14 (1-3/4"), 45M (45 mm), N° 18 (2-1/4") y 55M (55 mm) En vigas y columnas: Estribos, Flejes y Espirales Refuerzo principal En cascarones y placas plegadas Barras N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm) y menores Barras N° 6 (3/4") ó 18M (18 mm) y mayores	16 mm 30 mm 10 mm db, pero no menor de 16mm, ni hay necesidad de exceder 40mm 10 mm 20 mm

Barras en paquetes

Para barras en paquetes el recubrimiento mínimo de concreto debe ser igual al diámetro equivalente del paquete, sin necesidad de ser mayor de 50 mm, excepto para el concreto vaciado contra la tierra y permanentemente expuesto a ella, cuyo recubrimiento mínimo debe ser de 75 mm.

Ambientes corrosivos

En ambientes corrosivos u otras condiciones severas de exposición, la protección de concreto debe aumentarse convenientemente para lo cual debe tenerse en cuenta la impermeabilidad del concreto; de lo contrario debe proporcionarse otro tipo de protección.

Refuerzo en espera

El refuerzo expuesto, los aditamentos y las platinas que sean conexiones en espera de una futura continuación de la construcción, deben protegerse de la corrosión.

Protección contra el fuego

Cuando a juicio del ingeniero diseñador, el supervisor técnico o por solicitud del propietario se requieran recubrimientos mayores de los indicados, para protección contra el fuego, deben utilizarse los recubrimientos contra el fuego que determine el ingeniero diseñador. Además, deben cumplirse los requisitos del Título J de la NSR.

Concreto abujardado

En los elementos de concreto cuya superficie exterior se pica o abujarda por razones estéticas, los recubrimientos dados en esta sección deben aumentarse en 10 mm en aquellas caras que se piquen.

Finalmente, el acero de refuerzo, el acero de preesfuerzo y sus ductos, deben colocarse y apoyarse cuidadosamente de acuerdo con las medidas indicadas en los planos y las tolerancias que se indican en la Tabla 1. Además debe asegurarse adecuadamente para evitar que se mueva al colocar o vibrar el concreto. La variación de la altura útil d o del recubrimiento no debe exceder las tolerancias que se dan en la Tabla 1.

REMOCIÓN DE FORMALETAS

El penúltimo punto que queremos tratar es lo que tiene ver con la remoción de formaletas. Este es uno de los procedimientos de obra que más se nota en general que no se cumple adecuadamente. Se piensa erróneamente que cuando el concreto alcanza su resistencia de diseño es suficiente para retirar los elementos de soporte y no tomamos en cuenta las cargas de construcción, que en la gran mayoría de casos superan las cargas de diseño.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CONCRETO

El último punto se refiere al análisis e interpretación de resultados de concreto. Nuestro reglamento es claro al respecto: "A menos que se especifique lo contrario, el $f'c$ real se debe obtener por medio de ensayos a los 28 días y el valor debe corresponder al promedio de los resultados obtenidos de dos cilindros del mismo concreto, y ensayados el mismo día. Si se especifica una edad diferente de 28 días para la determinación del $f'c$ real, esta edad debe estar claramente marcada en los planos y especificaciones".

ENSAYO DE MUESTRAS CURADAS EN EL LABORATORIO

Para el ensayo de resistencia, las muestras se deben tomar de conformidad con la norma NTC 454.

Los cilindros para el ensayo de resistencia, deben fabricarse y curarse de conformidad con la norma NTC 550 y ensayarse según la norma NTC 673. El nivel de resistencia para cada clase de concreto se considera satisfactorio si cumple simultáneamente los siguientes requisitos:

- (a) Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), igualen o excedan el valor nominal especificado para $f'c$, y
- (b) Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), tenga una resistencia inferior en 3,5 MPa, o más, a $f'c$.

Si no se cumple cualquiera de los requisitos de esta sección, se deben tomar de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.

Nótese que el reglamento básicamente habla de ensayos y aceptación de resultados a 28 días; en obra se obtienen resultados que no cumplen con lo expuesto anteriormente en el reglamento y decimos erróneamente "esperemos el resultado a 56 días" y esto no es una práctica sana: ¿si a los 56 días el resultado del ensayo no es satisfactorio, qué hacemos? ¿Cuántos pisos de más tenemos en la edificación? ¿Qué es un resultado satisfactorio a los 56 días?

Un resultado bajo a los 28 días es, por lo general, fruto de un resultado bajo a los 7 días, y ahí es cuando se deben prender las alarmas, no a los 56 días. Cualquier resultado bajo a los 28 días requiere la intervención del diseñador estructural, él es la única persona que puede tomar una decisión al respecto, no el supervisor técnico. **C**



Singapur es un laboratorio de experimentación e innovación para soluciones humanas, en donde el nuevo paradigma inmobiliario se ajusta a las exigencias del estilo de vida de las metrópolis del futuro.

EL ENTRELAZADO:

BLOQUES RESIDENCIALES INTRINCADOS
PARA UN ESTILO DE VIDA MODERNA.



Por: Raquel Ochoa



Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografías: cortesía del CIE

A

sombrosas edificaciones de concreto y cristal trazan la extraordinaria e innovadora ciudad de los Leones. En el sudeste asiático, evoluciona y se renueva cotidianamente una de las ciudades más cosmopolita y competitiva del mundo: Singapur.

Exotismo y modernidad se entrelazan y cobran vida en las calles de la ciudad- estado; la puerta de entrada de las economías desarrolladas al sudeste asiático. Mezcladora de estilos, formas y nuevas tecnología, las confortables e innovadoras edificaciones emprenden el camino hacia la incorporación plena de la arquitectura en un mundo globalizado.

Las nuevas tendencias en arquitectura concretizan la cultura de la globalización y, Singapur, sintetiza y erige esa característica multicultural del fenómeno globalizador que se identifica con un pensamiento libre, innovador y consciente de las exigencias del hombre y su estancia en el planeta. Tal es el caso del ambicioso complejo residencial The Interlace o Entrelazado, diseñado por Ole Scheeren, socio de la "Office for Metropolitan Architecture" (OMA), elegido como "World Building of the Year" en el Festival Mundial de Arquitectura 2015.

Este complejo, está erigido en una de las zonas privilegiadas de la ciudad de los Leones, en medio de parajes dominantes -como son las verdes cordilleras del sur de Singapur-; el emplazamiento de ocho hectáreas, limitado por la carretera Alexandra y la autopista Ayer Rajah, se incorpora al cinturón verde que se extiende entre Kent Ridge, el Cerro Telok Blangah y el Parque Mount Faber, dominando majestuosamente la cordillera.

El concepto arquitectónico del proyecto rompe con el paradigma de la verticalidad ofreciendo una solución lúdica intrincada que se apropia del espacio horizontal. La fórmula: edificar bloques de concreto y cristal



entrelazados sugestivamente e integrados al entorno natural. “Este proyecto es un prototipo para las nuevas condiciones del crecimiento y densidad urbanas integrado con la naturaleza”, enfatiza la firma creativa Ole Scheeren.

LA SOLUCIÓN CREATIVA

Un diseño que retoma la noción de la vida en comunidad dentro de la sociedad moderna. La estructura está emplazada en una superficie de 170.000 m², donde 31 bloques de apartamentos apilados de manera hexagonal incitan a crear comunidad, alrededor de ocho grandes espacios abiertos integrados al verde de la cordillera.

El proyecto va más allá del diseño de estructuras verticales. La propuesta es expandirse exterior y entretejidamente. Con un diseño que brinda espacios para la conectividad social, la idea es generar la convivencia entre sus habitantes y la naturaleza. Para lograrlo, fue necesario un sistema de tres tipos básicos superpuestos en bloques de apartamentos apilados. La propuesta creativa juega con los espacios exteriores verdes, cada espacio fue conquistado en techos, balcones y patios compartidos y cada elemento es parte fundamental de una esplendorosa ciudad sostenible, donde existe un control del consumo energético. Iluminación, radiación solar, viento. Todo es pieza fundamental para lograr un círculo virtuoso sustentable en el complejo residencial Entrelazado.



“El Diseño genera una amplia red de espacios sociales, privados y colectivos en una reinterpretación radical de la vida contemporánea en comunidad. En lugar de seguir la tipología predeterminada de la vivienda en entornos urbanos densos – racimos de torres aisladas – el diseño convierte el aislamiento vertical en la conectividad horizontal y retoma la noción de comunidad como un tema central en la sociedad actual”, señala el Buró Ole Scheeren. Los 31 bloques de apartamentos constan de seis pisos de altura cada uno, apilándose en una disposición hexagonal logrando una topografía dramática de jardines en terrazas habitables a través de los volúmenes escalonados. Los bloques se filtran en la parte superior de uno al otro para formar un expresivo “entrelazado” espacio que conecta los apartamentos individuales con una vida comunitaria accesible e inclusiva. La geometría inusual de los bloques de construcción hexagonal apilada crea una estructura espacial dramática y están dispuestos en cuatro principales super niveles. Este diseño, genera una multiplicidad de cualidades y opciones para sus habitantes y da una sensación de varias capas o niveles, y un sinfín de posibilidades para vivir.





ENTRE LO PÚBLICO Y LO PRIVADO

¿Puede un desarrollo residencial lograr reunir exclusividad, seguridad, estilo de vida y la convivencia colectiva? Sí, los creativos del Entrelazado lo demuestran. Este concepto residencial, genera un espacio de experiencia colectiva en la ciudad y reúne el deseo de intimidad de las personas con un sentido de unidad y de vivir en una comunidad. La interacción social se integra con el entorno natural conforman una síntesis de la naturaleza tropical y el espacio urbano habitable.

Un complejo que habita todo el espacio. El concepto creativo juega con el espacio público y privado. Ocho patios expansivos y sus paisajes individuales se definen como el corazón del proyecto y forman identidades espaciales distintas. Cada patio, que abarca una distancia de 60 metros de ancho y se extiende aún más a través de las interconexiones permeables, posee un carácter y un ambiente específico que sirve como lugar de decisiones y e identificador espacial. La ruta peatonal principal del proyecto lleva a los residentes desde la entrada principal, a través de y para los patios como puntos principales de orientación e identificación. En tanto que, un sistema de senderos secundarios trae a los residentes

▶ DATOS DE INTERÉS

Nombre del Proyecto:

Complejo Residencial Entrelazado.

Despacho creativo:

Ole Scheeren/OMA.

Ubicación:

Singapur, por la carretera Alexandra y la autopista Ayer Rajah.

Superficie:

Ocho hectáreas.

Total de bloques:

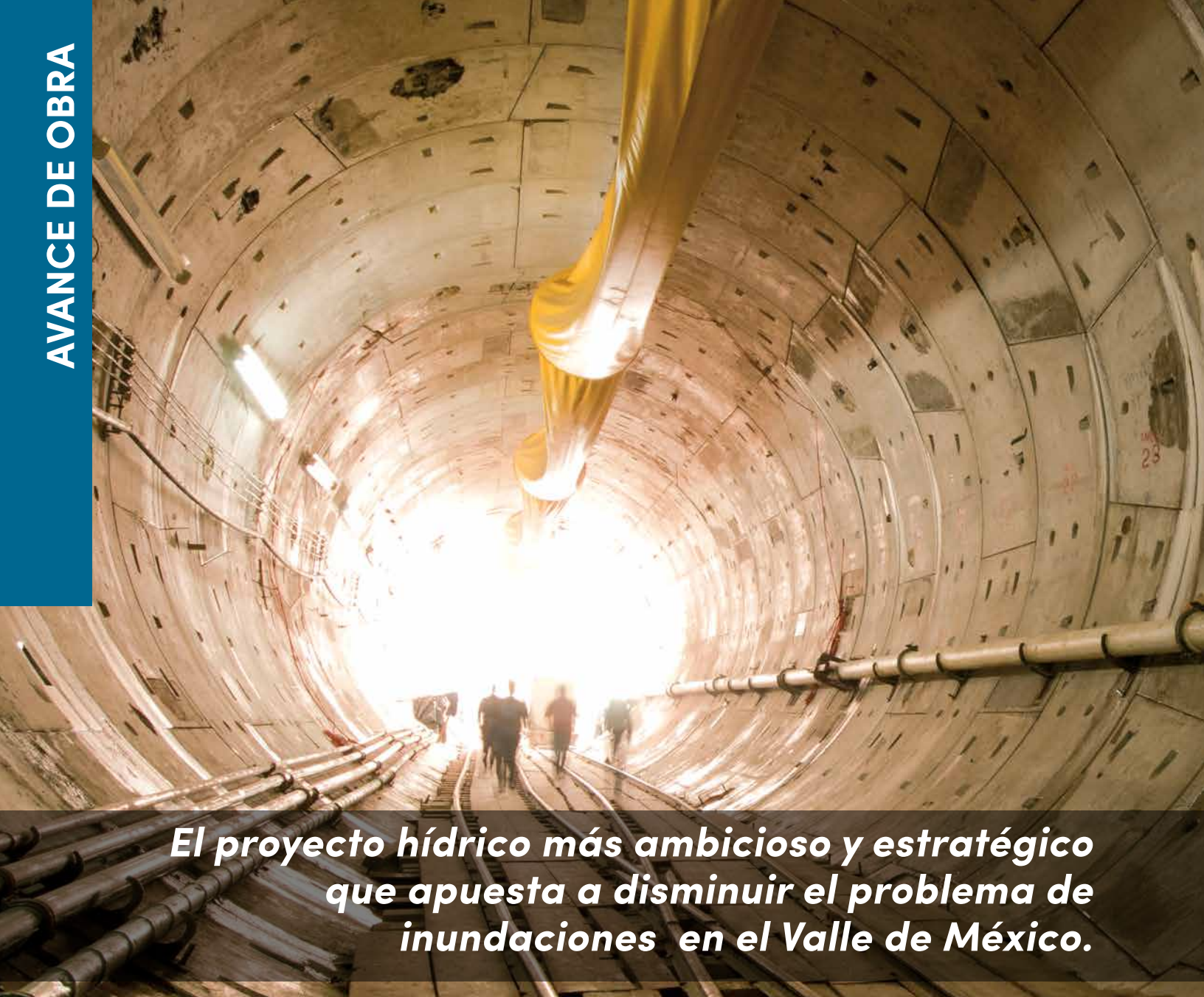
31 entrelazados.

desde el conector para las puertas delanteras privadas de sus hogares.

Entre las últimas tendencias de conceptos residenciales, la idea de verticalidad unida a la individualidad es una constante. Sin embargo, la propuesta de Ole Scheeren-OMA, provoca y estimula la convivencia colectiva. Una Plaza Central, Teatro Plaza, y el parque acuático ocupan los patios más públicos y centrales. Los espacios tienen numerosas zonas de esparcimiento compartido, tales como una casa club, salas de juego, teatro, karaoke, gimnasios, espacios para correr y salas de lectura, piscina central, solárium, patios circundantes, entre otras áreas de esparcimiento.

UN PROYECTO SOSTENIBLE

La responsabilidad e interés por preservar el planeta es un ingrediente central de las nuevas tendencias de los complejos residenciales. Para los creativos del complejo residencial de Singapur, no podía ser diferente. Las características de sostenibilidad se incorporan a lo largo del proyecto, a través del análisis del cuidado al medio ambiente y el análisis del sol, el viento y las condiciones micro-climáticas del lugar, integrando estrategias de energía pasiva de bajo impacto. Así las cosas, el diseño, de este innovador complejo residencial, incluye es dar soluciones inteligentes para integrar las estructuras de concreto y cristal al entorno de la isla tropical del sudeste asiático creando comunidad entrelazada con la naturaleza. **C**



El proyecto hídrico más ambicioso y estratégico que apuesta a disminuir el problema de inundaciones en el Valle de México.

EL TÚNEL EMISOR ORIENTE: LA COLUMNA VERTEBRAL DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL VALLE DE MÉXICO



Por: Raquel Ochoa



Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografías: Cortesía de CFE



El Valle de México soporta graves inundaciones durante la temporada de lluvias. El sistema de drenaje existente no es suficiente para controlar el flujo pluvial; además, coexisten otras complicaciones como son la sobreexplotación del

acuífero que provoca el hundimiento gradual de los suelos, así como el desbordamiento de las aguas negras, colocando en grave riesgo a los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), apostó a un ambicioso proyecto de sustentabilidad hídrica integrado por varias obras de infraestructura —el Túnel Emisor Oriente, las estaciones de bombeo, la planta de tratamiento de aguas residuales, la definición de nuevas fuentes de abastecimiento y un plan de limpieza de barrancas, entre otras—, para solucionar de manera exhaustiva y perdurable los grandes problemas hídricos de metrópoli mexicana.

El programa de sustentabilidad de la ZMVM es una concepción integral muy parecida a un círculo virtuoso hídrico: abastecimiento, distribución, recolección y tratamiento de aguas.

Entre las obras más importantes del programa está la excavación del un túnel de drenaje profundo de 62 km de largo: El Túnel Emisor Oriente (TEO), en confluencia con el Túnel Emisor Centra, será el puntal del sistema de drenaje metropolitano. La idea es garantizar la funcionalidad y eficiencia operativa del sistema de drenaje de la zona del Valle de México, evitando el riesgo de inundaciones catastróficas.

ANTECEDENTES

La zona Metropolitana del Valle de México está asentada sobre un antiguo sistema lacustre, compuesto por cinco grandes lagos: Chalco, Texcoco, Xaltocan, Xochimilco y Zumpango, los cuales durante las épocas de lluvia crecen al punto de unirse en un único gran lago cuya superficie abarca un área de 2,000 kilómetros cuadrados, provocando severas inundaciones y colapsos en algunas zonas de la Ciudad de México.

Desplegado en las profundidades de la tierra —entre el Distrito Federal, el Estado de México e Hidalgo— se desarrolla el proyecto hídrico más audaz y ambicioso que parecía imposible ejecutar: Por su tipo, el Túnel Emisor Oriente (TEO), es la mega-obra de infraestructura de drenaje más grande del mundo, cuya construcción se caracteriza por el uso de tecnologías más avanzadas entre las que sobresale el concreto.

LOS RETOS...

El megaproyecto descargará su caudal en el municipio de Atotonilco de Tula, Estado de Hidalgo, cerca del portal de salida del Túnel Emisor Central. La confluencia de ambos caudales será conducida a una planta de tratamiento para aguas residuales.

El gran desafío del TEO será drenar 150 metros cúbicos por segundo de aguas residuales y pluviales; además de reforzar al actual Emisor del Poniente, garantizando el desalojo eficiente de las aguas pluviales y residuales, con el fin de evitar inundaciones y afectaciones en la Ciudad de México.

La tarea no era fácil para los expertos de la ingeniería mexicana. El reto principal, para la construcción del gran gigante de las



Moctezuma presente en las grandes obras de México

Administración Portuaria Integral
Altamira, Tamaulipas



www.cmoctezuma.com.mx

profundidades, consistió en la fabricación de un concreto de alta resistencia a la compresión y al agrietamiento plástico, así como de altos revenimientos sin presentar segregación ni pérdida de revenimiento en un periodo de tiempo de al menos dos horas. Además del bombeo de concreto a través de más de 200 metros de tubería.

Y es que, el concreto fue uno de los protagonistas en la construcción del TEO. Lumbreras y revestimientos fueron los elementos de concreto más importantes en el megaproyecto. En este sentido, para la construcción del revestimiento final del túnel, se utilizó un concreto especial minuciosamente diseñado y aprobado por entidades de máxima especialidad en el tema en México, para lograr las propiedades exactas de este insumo se realizaron exhaustivas pruebas de laboratorio y de campo las cuales demandaron casi un año de constante trabajo en equipo de especialistas en aditivos y fibras para el concreto, con el fin de lograr cumplir al 100% con las especificaciones de alto grado.



DATOS DE INTERÉS

BENEFICIOS DE ADITIVOS:

- Soporte técnico en campo
- Servicios de laboratorio en campo
- Cumplimiento de programa de avance en el proceso de colocación del concreto
- Colocación de concreto sin problemas de taponamiento en bombas ni tuberías
- Rapidez en la colocación del concreto
- Acabado terso del concreto una vez des-cimbrado
- Simplificación operativa y logística en el proceso de fabricación del concreto

LAS PRUEBAS EN ADITIVOS PARA EL TEO

- Se elaboraron más de 100 pruebas (laboratorio y campo)
- Se probaron más de 10 aditivos en sinergias diferentes
- Se elaboraron todo tipo de pruebas según normas a los diferentes agregados
- Se elaboraron todo tipo de pruebas según normas al concreto en estado fresco y seco
- Se dedicaron más de 10 meses de pruebas
- Se crearon nuevos aditivos para ajustarse a las especificaciones

La solución del megaproyecto que se extiende en una superficie 62 km de longitud, 7.5 m de diámetro y 25 lumbreras de entre 50 y 150 metros de profundidad requirió de la realización de estudios, pruebas y análisis a los agregados. Los resultados arrojaron que para garantizar el megaproyecto era necesario la sinergia entre aditivos. La fórmula: un superplastificante (ASTM C 494, reductor de agua de alto rango Tipo A y F) y un retenedor de trabajabilidad (ASTM C 494/ C 494M, reductor de agua Tipo S), así como el uso de la macrofibra sintética para ayudar a prevenir el agrietamiento por contracción plástica.

Así las cosas, todos los involucrados en la gran construcción del gigante de las profundidades, el TEO, se apuntan a redefinir la historia de la gran metrópoli de México. Un futuro sin el riesgo de inundaciones catastróficas. **C**

ARQUITECTURA Y NATURALEZA: UN ROMANCE POSIBLE



Por: Juan Fernando González G.



Cyt imcyc



@Cement_concrete

Fotografías: FIDE

Como si se tratará de los famosos Diagramas de Venn que todos conocimos en la secundaria, el despacho Pedrajo + Pedrajo arquitectos puede considerarse la intersección de dos voluntades independientes que aportan talento, innovación y frescura al ámbito de la arquitectura contemporánea mexicana.

Tal aseveración se reafirma cuando se sabe que la historia a relatar tiene como protagonistas a dos hermanos que decidieron seguir caminos paralelos en su vida profesional, a pesar de que entre ellos hay una diferencia de ocho años de edad. Se trata de Adolfo y Rubén Pedrajo Canseco, las cabezas de un despacho que ha logrado gran notoriedad en los últimos años, gracias a un portafolio de obras y proyectos de amplio rango, que trabaja en las áreas de diseño, planeación y mobiliario urbana, vivienda social, conjuntos habitacionales, edificios corporativos y complejos turísticos.

Modernos y sumamente creativos, los hermanos Pedrajo Canseco charlaron con Construcción y Tecnología en Concreto acerca de su obra y los elementos que los diferencian de otras propuestas arquitectónicas. En principio, hay que destacar uno de los conceptos fundamentales en los que descansa su filosofía: la preocupación por hacer que sus clientes comprendan que el proyecto que quieran desarrollar, más allá de la exaltación a la belleza, debe cubrir sus necesidades.

LA NATURALEZA, UNA PRIORIDAD

Adolfo, el mayor de los hermanos Pedrajo Canseco, señala que la sustentabilidad es una materia fundamental para contribuir con lo que sucede en nuestro planeta, pero nosotros “desde hace mucho, antes incluso de que fuera una moda, hemos sido influenciados por la naturaleza ya que siempre nos ha gustado analizar conceptos y formas naturales que se encuentran en todas partes y a nuestro alrededor.

Rubén interviene para señalar que su propuesta gusta de tener un “equilibrio con aquello que ya existe en la naturaleza. La sustentabilidad tiene que ver con el respeto con el medio ambiente, es verdad, pero también con los beneficios para el inversionista; es decir, que

hay que combinar lo ecológico con la economía”, comenta.

Al respecto, es pertinente mencionar el proyecto Villas de Tiempo Fraccionado, construido en Isla Mujeres, Quintana Roo, en 2006, una muestra inmejorable del respeto hacia la naturaleza que prácticamente integró la construcción al paisaje de uno de los

destinos turísticos mexicanos más apreciados por propios y extraños. El cometido se cumple a cabalidad ya que el usuario de estas viviendas goza de todo el confort y las comodidades tecnológicas actuales, en un entorno natural difícil de replicar.

EL CONCRETO, A ESCENA

¿Qué tan presente está el concreto en cada una de sus obras?, le preguntamos a los arquitectos potosinos: “Lo utilizamos mucho ya que lo consideramos un material muy resistente y noble,

“Hay una infinidad de personajes y tendencias, y de todos ellos nos nutrimos pero nunca hemos querido encajonarnos en un elemento. Obviamente estamos atentos a la vanguardia, somos contemporáneos y absorbemos información de todo tipo, incluso de diseñadores industriales”

lo que podría parecer una contradicción, pero no lo es. El concreto posee una gran maleabilidad y es de gran ayuda en nuestros proyectos; lo utilizamos como un respaldo para poder dar forma a otros elementos, es decir, que es como un marco o una base”, dice Adolfo Pedrajo.

Rubén toma la palabra para apuntar: “Nos hemos dado cuenta que el concreto no solamente es más resistente y más durable, sino que ha tenido una apertura increíble en la creatividad y en el diseño. Antes, el concreto realmente era meramente un elemento estructural, pero con el paso del tiempo ha pasado a formar parte de los acabados, la imagen y el carácter de un proyecto”, afirma.

La relación con el mercado cementero, en particular, y con todo lo que ocurre en el ámbito de la industria de la construcción,

la materia, lo cual, “es una manera de abrir nuevas oportunidades y de conocer las nuevas aplicaciones para los materiales clásicos, algo que ha tenido un gran desarrollo en los últimos tiempos”, señalan.

AL CLIENTE, ¿LO QUE PIDA?

Rubén toma la palabra nuevamente para explicar lo que sucede con la clientela: “A nosotros nos gusta decirle a los clientes que imaginen que van a mandar a hacer unos guantes con nosotros, y que somos capaces de fabricar unos de piel y de color negro, pero también podemos hacer unos de lino, y de color café; si lo prefieren, serán de seda y de color blanco. Lo único que perseguimos es que el cliente se ponga el guante y diga: ‘esto es lo que necesitaba’.

“Claro está que nosotros tenemos una tendencia hacia lo que es la vanguardia y lo contemporáneo, pero es lógico que le presentemos al interesado nuestra carpeta de proyectos y que, incluso, los llevemos a conocer directamente algunas de nuestras obras. Los arquitectos tenemos una gran responsabilidad, ya que el proyecto de una obra es la segunda inversión más importante después de la adquisición del terreno. Hay mucha gente que no le da importancia y cometen un error ya que un descuido de nosotros puede causar un problema marital”, explica Rubén.

ARQUITECTURA QUE TRASCIENDA

“Si hablamos del concepto que tenemos de la arquitectura, y de nuestra misión, quizá todo pueda resumirse con la frase ‘evolucionar o morir’, que puede sonar como broma, pero que, al final de cuentas, tiene una gran dosis de realidad. Lo que más nos satisface es el hecho de que cada propietario, cada cliente, haya logrado lo que ha necesitado”, sentencia Adolfo.

“Quisiéramos que la gente, en general, comprendiera cuál es el verdadero valor de un arquitecto en cualquier tipo de proyecto. No se trata de ver nuestro trabajo sólo como un elemento comercial, sino como un elemento

PROYECTOS

- **Plaza Inmorecubre/ Cliente: Comercial Inmorecubre/ Cancún, Quintana Roo (1999).**
- **Restaurante de Especialidades en Aeropuerto/ Cliente: Concurso Asur/ Cancún, Quintana Roo (2003).**
- **Pabellón de Exposiciones/ Cliente: Centro Cultural JVC /Guadalajara, Jalisco (2002).**
- **Conjunto Residencial Privada La Ceiba/ Cliente: Desarrollos Inmobiliarios Jarkot/ Playa del Carmen, Quintana Roo (2007).**
- **Hotel Pes Bahía (Gran Turismo 500 habitaciones)/ Riviera Maya/ Cliente: Pes Inversiones (2005-2006).**
- **Villas de Tiempo Fraccionado/ Cliente: Inversionistas Isla/ Isla Mujeres, Quintana Roo (2006)**

es una labor sistemática y permanente de los entrevistados, quienes señalan que, para permanecer actualizados, procuran asistir a la mayor cantidad de expos o ferias de

“Observamos la naturaleza de manera integral, y también todo lo que hay en nuestro entorno. Vemos la estructura de un árbol, pero también la forma de una silla o de una cafetera;. Algún día, tu mamá te platica de las nuevas tendencias que hay en la pintura, y por otro lado descubres las posibilidades de las figuras geométricas. De allí surgen muchas propuestas”.

de apoyo para que la gente tenga una mejor vida, que viva en paz y que disfrute de su casa o de un área comercial. A menudo, la gente ve en el arquitecto un peso o un gasto más, pero nuestra apuesta es que nos perciban como alguien que le dará el apoyo para que viva mejor y con tranquilidad. Al final, quisiéramos que queden convencidos que realizaron una buena inversión”, concluye el arquitecto Rubén Pedrajo Canseco



**Colegio de
Ingenieros Civiles
de México, A.C.**

Los grandes proyectos se construyen en equipo

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

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



Informes: a.membresia@cicm.org.mx

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

SÍGUENOS EN **TWITTER** @CICMOfICIAL 

Y EN **FACEBOOK** CICM COMUNIDAD VIRTUAL 

VISÍTANOS EN
www.cicm.org.mx

EL CONCRETO EN LA OBRA

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

CONCRETÓN - Diciembre 2015



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



Cementantes Hidráulicos

Norma Mexicana
NMX-C-478-ONNCCE-2014®

Ilustraciones: Felipe Hernández

Número

100

SECCIÓN
COLECCIONABLE



Cementantes hidráulicos

Industria de la construcción - Cementantes Hidráulicos – Método para la determinación de la blancura del cemento.

NMX-C-478-ONNCCE-2014.

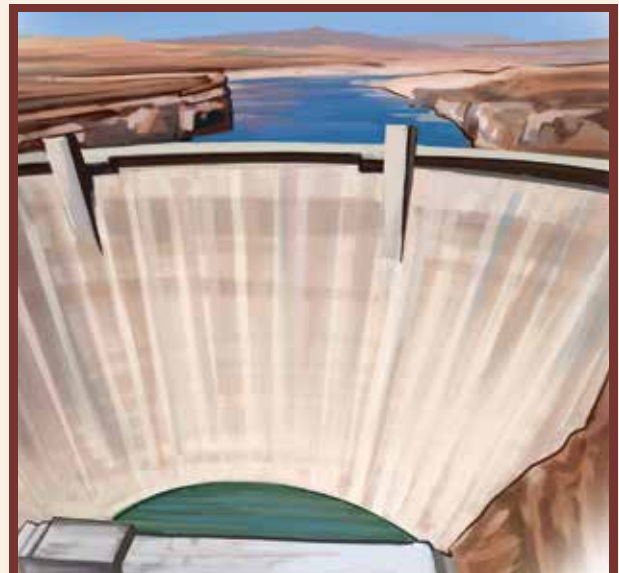
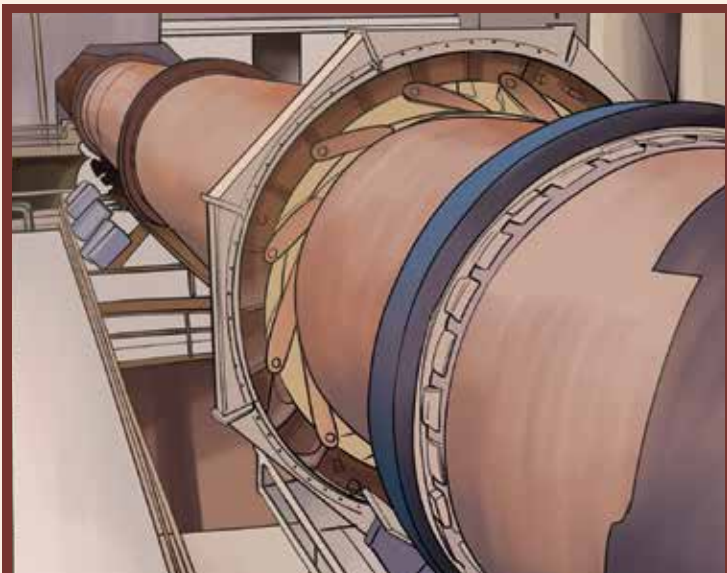
Building industry - Hydraulic Cements – Test method for whiteness determination in cement.

NMX-C-478-ONNCCE-2014.

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

OBJETIVO

Esta norma mexicana establece el método para la determinación de la blancura de los cementos



NOTA:

Tomado de la Norma Mexicana Industria de la construcción - Cementantes Hidráulicos – Método para la determinación de la blancura del cemento.

NMX-C-478-ONNCCE-2014.

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

Comex®

*Juntos embellecemos
y protegemos la vida*

**Prolongamos el color
y brillo de todas las
superficies metálicas**

**Durabilidad, resistencia
y desempeño con el sistema
Primario y Esmalte Acrílico
Color Car**



solucionescolorcar@comex.com.mx

www.comex.com.mx

Atención al consumidor:

Del D.F. y área metropolitana: 5864-0790 y 91

Del interior de la República: 01800-71-26639

División Profesional

Color Car®

Albañiles metálicos y arquitectura algorítmica: Así es un edificio fabricado por robots

Un grupo de arquitectos ha utilizado máquinas para edificar un habitáculo de 130 metros cuadrados dentro de una nave industrial en el espacio InnovationDock, en Rotterdam (Holanda). No solo han ahorrado en tiempo, también en esfuerzo.

Los ingenios han hecho todo el trabajo gracias a las órdenes de estos innovadores profesionales, miembros del estudio de arquitectura Studio RAP. Aseguran que su construcción es el primer edificio robóticamente fabricado de Holanda, y la han bautizado como SkilledIn Office (Oficina Especializada).

La idea no es exactamente la de un robot alternando ladrillos y capas de cemento, sino que un enorme brazo robótico ha laminado y cortado gran cantidad de paneles de madera con precisión, para darles una conformación específica. La máquina fue dibujando sobre la madera los contornos dentados de las 225 piezas que integrarían la bóveda del habitáculo. Una vez terminado el proceso de corte, mucho más rápido y preciso que el que pudiera haber realizado un trabajador humano, han comenzado con el ensamblaje. Como si fuera un enorme puzle en tres dimensiones, han ido encajando los paneles y sujetándolos mediante tornillos, hasta completar la estructura.

Del techo abovedado emerge una columna central como una gran estalactita que recorre verticalmente los ocho metros que lo separan del suelo. Las paredes tienen un esqueleto metálico y están acristaladas. "Es el primer proyecto en el que mostramos cómo la escalabilidad de la fabricación industrial robótica puede adaptarse a otras escalas", aseguran



los creadores. Es decir, si quisieran construir la misma estructura pero a un tamaño mayor, o más pequeño, solo tendrían que fijar las nuevas medidas en el 'software' que riges el proceso y este recalcularía el resto de parámetros, sin necesidad de crear nuevos planos.

No obstante, los arquitectos reconocen que todavía existe una gran diferencia de operatividad entre el proceso de fabricación y el montaje posterior, más manual. Una brecha que quieren salvar en sus próximos proyectos, con nuevas aproximaciones que combinen arquitectura y fabricación digital. Con su estrategia, el arquitecto puede convertirse en un constructor, tiene un control más completo sobre la calidad e integridad del edificio en relación con el diseño. De momento, el nuevo espacio servirá de lugar de trabajo a estudiantes del Albeda College y la Universidad de Rotterdam, así como a emprendedores y equipos de 'startups' locales. Estos arquitectos no son los únicos en estudiar las posibilidades de la edificación basada en diseño digital. Investigadores de la Universidad de Stuttgart (Alemania) la han aplicado para construir un bonito pabellón con paneles de madera hexagonales, y una estructura de lana, también utilizando un robot. **C**

Índice de anunciantes

IMCYC	2º DE FORROS
IMCYC	3º DE FORROS
EUCLID CHEMICAL MÉXICO	4º DE FORROS
HENKEL CAPITAL S.A. DE C.V.	1
CATERPILLAR	3
BASF MEXICANA S.A. DE C.V.	7
SIKA MEXICANA S.A. DE C.V.	25
EQUIPO DE ENSAYES CONTROLS S.A. DE C.V.	30 y 31
LATINOAMERICANA DE CONCRETOS	42
REVISTA EQUIPAR	45
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MÉXICO A.C.	50
COMEX	55

Si desea anunciarse en la revista, contactar con:

➤ **Verónica Andrade Lechuga**
(55) 5322 5740 Ext. 230
vandrade@mail.imcyc.com

➤ **Ing. Jair Juarez**
(55) 5322 5740 Ext. 237
jjuarez@mail.imcyc.com



/Cyt imcyc



@Cement_concrete



buzon@mail.imcyc.com

SERVICIOS IMCYC



"Un mundo de soluciones en concreto"

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



www.imcyc.com

Oficinas
(55) 5322-5740

Laboratorio
(55) 5276-7200



EUCLID CHEMICAL



UN MUNDO DE SOLUCIONES PARA SU OBRA

CALIDAD. SERVICIO. EXPERIENCIA

Durante más de un siglo, **The Euclid Chemical Company** se ha distinguido por ser un proveedor líder de la industria de la construcción al ofrecer una completa gama de aditivos y productos químicos para la construcción. En Euclid Chemical nos esforzamos por suministrar tecnologías innovadoras y sustentables para la industria con productos de vanguardia y una variedad de servicios de soporte y apoyo técnico.

Nuestra oferta de soluciones incluye:

- Impermeabilizantes
- Protección Pasiva Contra Fuego
- Fibras Sintéticas Estructurales
- Adhesivos & Agentes Adherentes
- Recubrimientos
- Grouts
- Selladores Estructurales para Fachadas
- Aditivos para Concreto y Morteros
- Reparadores de Concreto
- Concreto Decorativo
- Selladores & Rellenos para Juntas
- Densificadores Líquidos & Selladores de Penetración
- Endurecedores de Piso de Regado en Seco
- Agentes de Curado & Sellado

(55) 5864 9970
01 800 8 EUCLID (382543)

www.eucomex.com.mx