

ARQUITECTURA • Una finca en concreto

QUIÉN Y DÓNDE • Heredero y maestro

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

DICIEMBRE 2010 Núm. 271

www.imcyc.com

Diciembre 2010 • Núm. 271

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

ISSN 0187-7895 Construcción y Tecnología es una publicación del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. \$45.00 ejemplar



Un
puente
muy especial

XIX Premio Obras CEMEX

El pasado 28 de noviembre en el Club Campestre de Monterrey, por décima novena ocasión, se reunió un selecto grupo de personas con el fin de asistir y convivir en la entrega del Premio Obras CEMEX a las mejores edificaciones en concreto, tanto a nivel nacional como internacional. En esta ocasión, el Premio registró la inscripción de 552 edificaciones nacionales y 154 construidas en países como Bosnia Herzegovina, Colombia, Costa Rica, Croacia, Guatemala, Montenegro, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico y República Dominicana. Cabe decir que el jurado que evaluó las obras estuvo integrado por 18 especialistas de cinco países. Los ganadores del certamen fueron seleccionados por el talento que expresaron en nuevas soluciones conceptuales, técnicas, y estéticas para la construcción. Para ver la lista completa de galardonados puede consultar la página web: www.premioobrascemex.com.

Parte entrañable de esta XIX edición fue la entrega del Premio a la Vida y Obra, que en este año correspondió al arquitecto mexicano Agustín Hernández, quien se ha caracterizado por plasmar en sus creaciones contemporáneas, la esencia de la cultura prehispánica mexicana. El legado de este maestro está presente en obras como el Heroico Colegio Militar, la Escuela del Ballet Folklórico de Amalia Hernández, así como el Corporativo Calakmul, verdadero ícono de Santa Fe, en el DF.

Adicional a la entrega de premios, por cuarta ocasión fue otorgada la Beca Arquitecto Marcelo Zambrano con la cual CEMEX apoya a jóvenes arquitectos para que puedan cursar una especialización en una prestigiosa universidad del extranjero. En esta ocasión la beca fue entregada a la arquitecta Frida Escobedo. **C**

Con información de: CEMEX.



El arquitecto Agustín Hernández.



El arq. Carlos Mijares con Frida Escobedo, ganadora de la Beca Marcelo Zambrano 2010.

Una revista muy consultada

Nuestra querida revista *Construcción y Tecnología* (CyT) fue recientemente reconocida como una de las publicaciones más consultadas en el Centro de Información de la Industria de la Construcción (CIIC) durante el 2010. Este reconocimiento, sin duda alguna, significa una gran distinción ya que este organismo está considerado como el primero en su tipo en América Latina, toda vez que cuenta con biblioteca y un extenso acervo documental, bibliográfico y de multimedia, así como un servicio de internet enfocado principalmente a las tecnologías, prácticas administrativas y esquemas de calidad relacionadas con el sector de la construcción.



La licenciada Roxana Reyes Castellanos, directora de la Fundación de la Industria de la Construcción (FIC), y el licenciado José Miguel Gutiérrez, responsable del CIIC, afirmaron que las revistas especializadas son fundamentales para todo aquel que forme parte de la cadena productiva en la industria de la construcción. El IMCYC, particularmente, posee una de las publicaciones más prestigiadas del medio y es por ello que es consultada con mucha frecuencia, apuntaron. **C**

El equipo de CyT.

Fotos: Cortesía CEMEX.



Fotos: <http://suenamexico.com>.

El Parque bicentenario

En lo que otrora fuera la Refinería 18 de Marzo, hoy está ubicado el Parque Bicentenario, el cual fue inaugurado por el presidente Felipe Calderón Hinojosa el pasado 7 de noviembre. El mandatario consideró a este Parque “una proeza de rescate ecológico y símbolo de compromiso con el ambiente”. Este parque, que representa el segundo “pulmón” de la Ciudad de México, será uno de los grandes espacios de esparcimiento para los capitalinos y habitantes de la zona conurbada del norte de la Zona Metropolitana del Valle de México. A decir del secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Juan Rafael Elvira Quesada, es un ejemplo de sustentabilidad y un legado de la presente administración a la historia y al pueblo de México.

Ubicado en los terrenos de la antigua Refinería 18 de marzo, permitirá que millones de personas tengan a su alcance un espacio para la diversión, el deporte, la cultura y sobre todo servirá para fomentar la educación ambiental. Elvira Quesada expresó que se realizarán visitas guiadas a los biomas, en donde están reproducidos ocho importantes ecosistemas: bosque de coníferas; bosque tropical perennifolio; bosque mesófilo de montaña; bosque de encinos; matorral xerófilo; humedal templado (chinampa y tular); desierto y bosque tropical caducifolio. Sin duda, parque es una gran muestra de la megadiversidad del país. Se estima será visitado por cerca de dos millones de personas al año, por lo que el titular de la Semarnat dijo que la dependencia a su cargo dará mantenimiento permanente a la infraestructura y a las áreas verdes del lugar. ©

Con información de: www.presidencia.gob.mx

Flamante planta

El sábado 27 de noviembre pasado tuvo lugar la ceremonia de inauguración de la planta de Cementos Moctezuma en el municipio de Apazapan, Veracruz, con una inversión de 3 mil millones de dólares que detonará la creación de empleos en toda esa zona, la gente de los alrededores tendrán la oportunidad de emplearse ya que la planta generará 80 empleos directos y 500 indirectos. Como informaron desde tiempo atrás, la creación de esta flamante Cementos Moctezuma se debió a que el grupo empresarial encontró favorable esa zona para la inversión y los suficientes recursos materiales para elaborar anualmente un millón 200 mil toneladas de cemento. Cabe decir que la ubicación geográfica del estado permitirá conectar a la empresa con el sureste del país.

La planta cuenta con tecnología de punta para minimizar los daños ambientales que puedan generarse de la producción del mencionado material para la construcción. Está considerado que el proyecto de la planta Apazapan tendrá una vida útil de 200 años dependiendo de la demanda de los productos elaborados y el desarrollo de nueva tecnología para la producción. ©

Holcim Apasco promueve PyMES

Durante la Semana Nacional PyME Bicentenario, desarrollada en noviembre pasado, Holcim Apasco mostró su interés por promover el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas como opciones para ampliar su red de proveedores mexicanos. Al respecto, Gustavo Gastelum, Director de Relaciones y Comunicación Externa de Holcim Apasco dijo que: “La Semana Nacional PyME Bicentenario representa una gran oportunidad para incorporar a nuestros procesos productivos a más empresas mexicanas y para apoyar también los esfuerzos que realiza el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Economía, para impulsar el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas nacionales”. Durante dicho foro, la compañía dio oportunidad para que algunas PYMES mexicanas ofrezcan sus productos y servicios, que por mencionar algunos podrían ser arena, aditivos de cemento, caolín blanco, colorantes, embalaje, estructuras, fibras para concreto, grava, hielo industrial, iluminación, generadores de energía, sistemas contra incendios, software, hardware, así como equipos de colocación de concreto, trituración portátil, mueve tierra y función, principalmente.

Actualmente, Holcim Apasco cuenta con 6 plantas productoras de cemento, ubicadas en puntos estratégicos: Acapulco, Guerrero; Apaxco, Estado de México; Macuspana, Tabasco; Orizaba, Veracruz; Ramos Arizpe, Coahuila y Tecomán, Colima. En los próximos meses iniciará operaciones una nueva planta en Hermosillo, en la cual invirtió más de 400 millones de dólares”. Asimismo, Gastelum comentó que: “Nos interesa promover que haya más y mejores PyMES porque a través de ellas se genera más empleo y desarrollo local. Por ello, vamos a establecer relaciones comerciales con las PyMES nacionales y revisaremos las oportunidades de negocio que podamos establecer con todas ellas”. ©

Con información de: www.arquired.com.mx/boletin/shwClipping.ared?kID=3032202c11



Terminan el puente

El grandioso puente sobre la presa Hoover ha sido concluido a principios de noviembre, después de muchas horas de arduas jornadas de trabajo. Como ya lo habíamos informado (ver *Construcción y Tecnología* de abril de 2010) este puente cuenta con el arco más grande del mundo. Cruza el cañón Black, al sur de la presa y conecta las autopistas de Arizona y Nevada a unos 275 metros de altura sobre el río Colorado. De esta compleja obra, destacan acciones como el haber sido necesario diseñar y construir un complicado sistema de grúas para entregar los materiales



Otro reto al que se enfrentaron sus constructores fue el haber tenido que resistir los poderosos vientos de 125 km por hora, que se encauzan a lo largo del cañón hacia el lugar donde estaba siendo construido el impresionante puente que, sin duda alguna, es una de las grandes obras de ingeniería realizada en las últimas décadas. Cabe decir que a mediados de octubre se organizó una caminata por el puente con el fin de que se pudiera gozar la obra en toda su magnitud, incluidas las espléndidas vistas que desde el mismo se tienen hacia la presa Hoover. **C**

Tercer foro de actualización en tecnologías

A principios de noviembre tuvo lugar el Tercer foro de actualización Tecnologías del Sector Vivienda y Construcción, encuentro organizado por el Centro Empresarial Arquitectónico (CEA) y la Fundación de la Industria de la Construcción. Este evento fue inaugurado por el ingeniero Daniel Dámazo Juárez, director del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, AC (IMCYC), quien señaló que "la crisis ambiental mundial que vivimos en la actualidad es una consecuencia de cómo se planea, cómo se hacen las construcciones y cómo se aprovechan los espacios. Por tanto, es necesario encontrar nuevas formas que beneficien y que acrecienten la calidad de nuestras ciudades".

Por su parte, el ingeniero Carlos Alberto Ruíz Palomo, Superintendente de aseguramiento de calidad de proyectos de ICA Fluor, enfatizó que la importancia del control de calidad



en obra radica en el ahorro de costos innecesarios y en el incremento en la satisfacción del cliente, pero igualmente importante "es –dijo– trabajar en la prevención de los defectos de calidad. De esta manera, logramos una mayor rentabilidad". Finalmente señaló que "hay que decir que el control de calidad se debe trabajar en forma conjunta, cíclica y permanente con las fases de planeación y de mejora continua. Todos estos conceptos, a final de cuentas, podrían aplicarse a nuestro proyecto de vida personal y darle un nuevo sentido a nuestra existencia".

En el encuentro se ofrecieron conferencias complementarias relativas a la aplicación de acabados cerámicos, cubiertas laminadas, conductores eléctricos y sistemas constructivos. Más tarde se dictaron otras conferencias sobre muros y cubiertas de policarbonato, seguros y fianzas para la industria de la construcción y espacios inteligentes y sustentables. **C**

Juan Fernando González

CEMEX y BirdLife


CEMEX y BirdLife International presentaron los resultados de un estudio exhaustivo sobre el estado de la biodiversidad de las operaciones (plantas de cemento, concreto, canteras y graveras) de CEMEX a nivel mundial. Este trabajo de investigación forma parte del acuerdo de colaboración firmado en el 2007 entre ambas partes y que tiene una duración de 10 años. El objetivo del informe es facilitar y mejorar la conservación de la biodiversidad en las operaciones de CEMEX en el mundo y que incluye a las situadas en áreas de alto valor de ecológico, en las que se desarrollarán o fortalecerán los planes de acción sobre biodiversidad en los próximos cinco años. El estudio ha ubicado y analizado las 543 canteras y fábricas de cemento de CEMEX, valorando su proximidad a zonas de alto valor en biodiversidad, tales como áreas protegidas nacionales e internacionales, áreas importantes para aves, áreas claves de biodiversidad (KBA) y la Red Natura 2000. Posteriormente, se han evaluado los planes de gestión de la biodiversidad de cada sitio, y se han priorizado aquellos lugares más sensibles en temas de biodiversidad. Se han identificado 12 ubicaciones como las áreas donde los esfuerzos de conservación deben centrarse en primer lugar. "Nuestro negocio nos obliga a trabajar con las materias primas de un lugar determinado, por lo que nos vemos obligados proteger, gestionar y mejorar la biodiversidad de la zona, así como implantar planes efectivos de desarrollo del ciclo de vida", señaló Luis Farías, Vicepresidente senior de Energía y Sostenibilidad de CEMEX. **C**

Con información de: www.fundacionentorno.org/Noticias



Un valioso premio

El pasado 21 de octubre durante el Congreso Anual del Instituto Internacional de Reparación del Concreto (ICRI por sus siglas en inglés), celebrado en la Ciudad de Pittsburgh, Pa., se entregó el Premio al Mérito en la categoría *Water Structure*, al Sistema de Aguas del Distrito Federal y a BASF Mexicana por el destacado trabajo que se realizó en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México para su restauración y rehabilitación, para así tener un sistema de desagüe más seguro y eficiente. El Instituto de Ingeniería de la UNAM, a petición del Sistema de Aguas del Distrito Federal, fue el encargado de la evaluación de todos los materiales que se propusieron para el saneamiento del drenaje, así como valorar la resistencia, de estos mismos materiales, a los ataques químicos. La propuesta que realizó BASF Mexicana le permitió participar en la rehabilitación de la Lumbreira 13 a la 0A. La tecnología utilizada fue Polyurea Thoroc® IC2480, aprobada por el II de la UNAM, fue desarrollada para resistir ataques de ácido durante un tiempo prolongado.

Cabe decir que el Drenaje Profundo de la Ciudad de México entró en operación en 1975, fue diseñado para desalojar aguas residuales y pluviales. Los datos técnicos de esta obra son 6.50 m de diámetro, con una longitud aproximada de 164 km, en él confluyen los Interceptores Centro Poniente, Central y Oriente. 

El Drenaje Profundo en números

Área recubierta: **12,400 m².**

Longitud: **1,600 m.**


Tiempo en que realizó el recubrimiento: **Bimestre marzo-abril 2009.**

Productos utilizados: **IC 2480®, IC PSW 2000 Premier® y Superthoroseal®.**



CEMEX apuesta por la biomasa

En el municipio de Lloseta, en la isla de Mallorca, se inauguró recientemente una nueva trituradora de biomasa de la empresa cementera CEMEX, la cual rebajará las emisiones de dióxido de carbono en unas 33,000 toneladas; es decir, una cantidad equivalente a la que emitirían doce mil coches durante un año. La nueva instalación, que fue inaugurada por el presidente del Govern balear, Francesc Antich, y que costó 1.2 millones de euros, permitirá sustituir por biomasa un 30 por ciento del combustible fósil que use la planta en sus hornos. De esta forma, serán usados como combustible para los hornos de cemento, materiales de desecho procedentes de podas agrícolas y forestales, cereal, paja, madera de embalajes e incluso muebles y residuos de las fábricas de muebles y carpinterías.

A decir de CEMEX, la iniciativa de instalar este equipo de trituración en la planta de Lloseta surgió a raíz de conocer la existencia de más de 13,000 toneladas de residuos de madera en las cercanías de la fábrica y las posibilidades de incrementar estas cantidades con residuos de madera de otras industrias de la isla. Esto permite, además, eliminar los riesgos de incendio que provocaban las miles de toneladas de poda que se quemaban habitualmente en la isla. Esta nueva planta se suma a otras iniciativas medioambientales ya desarrolladas por CEMEX en dicha planta. 

Con información de: www.abc.es

La planta de Lloseta, en Mallorca



Foto: <http://commondatastorage.googleapis.com>

Calendario de actividades (Diciembre de 2010)

Nombre: Conferencia "La factibilidad vial en los proyectos de inversión inmobiliaria". (Ponente: arq. Luis Enrique Fuentes).

Sede: Auditorio CAMSAM. Constituyentes 800, México, DF.

Fecha: 6 de diciembre.

Teléf.: (55) 2167 7262.

Correo electrónico: info@adoc.org.mx (Ana Lyn Pérez).

Página web: www.colegiodearquitectosdelaciudaddemexico.org 

Nombre: COMDEX'10 (Feria de la Construcción de Materiales y Maquinaria).

Sede: Hitec Exhibition Centre, Hyderabad, India.

Fecha: 9 al 12 de diciembre.

Página web: www.confairs.com 

Nombre: Conferencia: "Ciudad de México, expectativas y retos".

(Ponente: arq. Felipe Leal).

Sede: Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México.

Fecha: 13 de diciembre.

Teléf.: (55) 2167 7262.

Correo electrónico: info@adoc.org.mx (Ana Lyn Pérez).

Página web: www.colegiodearquitectosdelaciudaddemexico.org 

Nombre: Evaluación patológica de estructuras de concreto reforzado.

Sede: Auditorio del IMCYC.

Fechas: 8 y 9 de diciembre.

Organiza: IMCYC.

Teléf.: (55) 53225740, ext. 230.

(Verónica Andrade).

Correo electrónico: cursos@imcyc.com

Página web: www.imcyc.com 

Nombre: Programa de certificación ACI-IMCYC. "Técnico para pruebas al concreto grado I".

Sede: Auditorio y Laboratorio del IMCYC.

Fechas: 13 y 14 de diciembre.

Organiza: IMCYC.

Teléf.: (55) 53225740, ext. 230

(Verónica Andrade).

Correo electrónico: cursos@imcyc.com

Página web: www.imcyc.com 

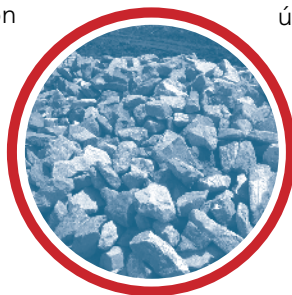
CONCRETOS RECICLADOS

Desempeño de los concretos elaborados con agregado tipo "Piedra bola"

Uno de los factores a tener en cuenta en la resistencia del concreto es la textura superficial del agregado grueso que actúa sobre la zona de interfase modificando la adherencia entre éste y el mortero. Los agregados reciclados obtenidos de la trituración de concretos de desecho, debido a su composición, tienen mayor porosidad y una textura superficial más rugosa que los agregados naturales, hecho que afecta tanto a las propiedades y características de los agregados reciclados como a las de los concretos con ellos elaborados.

En una investigación se ensayó con concretos elaborados con 50, 75 y 100% de reemplazo del agregado grueso natural por agregado grueso reciclado proveniente de la trituración de un concreto de desecho elaborado con agregado grueso tipo "piedra bola". Los resultados se comparan con un concreto convencional elaborado con agregado grueso natural, proveniente de la trituración de agregado tipo "piedra bola". En todos los casos se consideró una relación agua cemento (a/c) de 0.5.

A partir de esta experiencia realizada en Argentina, se pretende demostrar que los concretos reciclados (CR) presentan niveles de resistencia similares al del concreto convencional (CC), siendo también satisfactorio su comportamiento de durabilidad frente a diferentes mecanismos de transporte. En general el estudio evalúa el comportamiento físico-mecánico de CR en los cuales el agregado grueso natural fue reemplazado por distintos porcentajes de agregados provenientes de la trituración de concretos fabricados con agregado grueso de forma redondeada y textura lisa. Inicialmente se evalúan comparativamente las propiedades de los agregados naturales y reciclados, efectuándose luego un análisis de las características físico-mecánicas y de algunas propiedades relacionadas con el transporte de líquidos a través de los concretos con



ellos elaborados. Los resultados de este estudio concluyen que: El agregado grueso reciclado presenta menor densidad y mayor absorción de agua y pérdida de peso por abrasión que el agregado grueso natural debido a la presencia de mortero como parte constituyente de dichos agregados. Asimismo, en estado fresco, se observa una reducción del revenimiento a medida que se incrementa el porcentaje de agregado grueso reciclado, lo cual pone de manifiesto una notable influencia de la textura superficial de los mismos. Este hecho es atribuido a que el agregado natural está constituido por partículas de forma redondeada y textura lisa, mientras que el agregado reciclado presenta una mayor rugosidad superficial e irregularidad producto del mortero adherido.

También, los concretos reciclados elaborados con hasta un 75% de agregados gruesos reciclados presentan un comportamiento resistente similar o superior al del CC; hecho que debe ser atribuido a una mayor adherencia entre la nueva matriz cementicia y el agregado reciclado, a pesar de poseer este último una calidad inferior respecto al agregado natural. Sin embargo, debe considerarse que en los CR se produce una disminución del módulo de elasticidad estático, la cual es más importante cuando se incrementa el porcentaje de agregado reciclado.

Respecto al desempeño por durabilidad de los CR, se observa un comportamiento satisfactorio y similar al del CC frente al transporte de agua bajo presión. Sin embargo, también se aprecia que al llevar a cabo ensayos de absorción de agua por capilaridad, se advierte un aumento significativo en los valores de la velocidad y capacidad de succión capilar para reemplazos superiores al 50%, cuestión vinculada con la mayor porosidad de los agregados reciclados.

Puede inferirse que los concretos con relación a/c de 0.50 elaborados con agregados gruesos reciclados de similares características a los utilizados en este estudio en porcentajes menores al 50%, presentarían un adecuado comportamiento de resistencia y durabilidad; por tanto, su empleo en la industria de la construcción sería una alternativa ventajosa tanto desde el punto de vista económico como ecológico. **C**

Referencia: Zega C. J.; Taus V.L.; Di Maio A.A., "Comportamiento físico-mecánico de hormigones reciclados elaborados con canto rodado", en *Boletín Técnico, IMME*, vol. 44, núm. 3, Caracas, noviembre de de 2006.

Desempeño en temperatura ambiente

La fabricación de concreto premezclado en condiciones climáticas extremas (altas o bajas temperaturas), influye de manera directa en cualquier etapa en sus características, así como en sus propiedades físico-mecánicas. Ello constituye una preocupación tanto para fabricantes como para constructores, por las evidentes consecuencias negativas, siendo frecuentes las pérdidas de resistencia en época de verano.

A pesar de que las pérdidas de resistencia en el concreto, debidas al aumento de la temperatura en verano han sido ampliamente estudiadas, y que es innegable su importancia, no son muchas las investigaciones que den soluciones. La mayoría se limitan a recomendar acciones sobre los constituyentes reduciendo la temperatura de éstos o evitando que las elevadas temperaturas incidan en cualquiera de las etapas de fabricación y colocación del concreto. Una solución habitual consiste en ajustar el contenido de cemento, sobredosificando cemento y agua, y manteniendo constante la relación agua/cemento (a/c).

En este escrito se discute la influencia que tiene cada componente del concreto sobre la temperatura en la trabajabilidad y en la resistencia a compresión del mismo. Se planteó un procedimiento experimental cuyas variables a estudiar fueron la trabajabilidad y la resistencia a compresión, afectadas por condiciones climáticas específicas, para determinar qué tanto influyen estas condiciones térmicas en las propiedades del concreto.

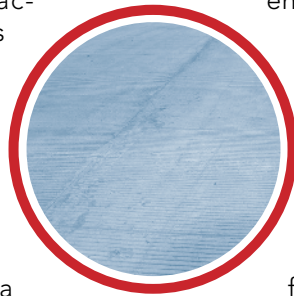
Para la fabricación del concreto se utilizó cemento Portland Tipo I (ASTM) de 42.5 MPa a 7 días, agregados calizos triturados de tamaños de 12 a 20 mm (grava), 5 a 12 mm (gravilla), 0 a 5 mm (arena gruesa) y 0 a 2 mm (arena fina). También se utilizó un aditivo químico polifuncional (retardante de fraguado y reductor de agua) en base a sulfonatos surfactantes. El diseño de la

mezcla utilizada corresponde a un concreto de fabricación comercial cuya resistencia nominal es de 25 MPa, con relación a/c de 0.56 y revenimiento de proyecto de 10 cm. En todos los casos, las variables estudiadas fueron afectadas por diferentes condiciones climáticas de temperatura ambiental y humedad relativa. Se realizaron simulaciones térmicas ambientales tanto cíclicas como constantes.

De los resultados y tendencias observadas se puede precisar que la trabajabilidad del concreto está influenciada por las propiedades de los agregados que son susceptibles de variaciones en función de la temperatura. Los valores de trabajabilidad obtenidos para el concreto indican que la mejor situación es bajo condiciones de temperatura y de humedad relativa intermedias a las temperaturas asociadas a verano e invierno, debido a las magnitudes también intermedias, que bajo estas condiciones, toman los agregados respecto a la absorción y al valor de la fricción interna. De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar que la temperatura influye en la velocidad de absorción y en la fricción interna de los agregados; mientras que en el concreto tiene un efecto sobre su desempeño (estado fresco y endurecido). Por otro lado, en función de que normalmente en períodos de verano se ajusta la cantidad de cemento y de aditivo a dosificar con el objeto de compensar las pérdidas de resistencia, también se tiene un efecto negativo sobre el costo final del concreto (mayor consumo de cemento).

En general, cuanto menores sean las variaciones térmicas del concreto, mejores serán los resultados relativos a las prestaciones mecánicas. El coeficiente de absorción de los agregados finos aumenta con el incremento de la temperatura ambiental y de la mezcla, lo que podría explicar la poca trabajabilidad y pérdida de ésta en el concreto bajo condiciones de alta temperatura. Por último, la fricción interna de los agregados es menor a mayor temperatura; caso en que los valores serán mayores para arenas con mayor módulo de finura. **C**

Referencia: Ortiz J. A.; Aguado de Cea A.; Zermeno de León M. E.; Alonso F. A., "Influencia de la temperatura ambiental en las propiedades del concreto hidráulico", en *Ingeniería*, revista de la Universidad Autónoma de Yucatán, núm. 11-2, 2007.



FIBRAS DE ACERO

Una alternativa de refuerzo a flexión

De unos años a la fecha se han construido losas reforzadas con contenidos de fibra de acero (FA) de aproximadamente 100 kg/m³, sin el empleo de acero de refuerzo convencional adicional. Poco común ha sido esta práctica, pues la aplicación del concreto estructural reforzado con fibras se había visto limitada solamente a la construcción de losas de piso apoyadas sobre el terreno.

El reforzamiento de losas con FA ha demostrado ser rentable cuando es posible eliminar el acero de refuerzo convencional. Actualmente se han logrado construir tableros de losa de piso de hasta 50.0 metros entre juntas de construcción contiguas, reforzadas únicamente con FA; con un patrón de daño controlado. Adicionalmente, combinando el uso FA con acero de refuerzo convencional se ha logrado la construcción de tableros de losa apoyadas sobre columnas. En este caso, las fibras sirven de refuerzo principal, mientras que el acero de refuerzo convencional se coloca para evitar el colapso progresivo del sistema, al actuar como una membrana que mantiene la integridad de la estructura ante una posible sobrecarga. Cabe decir que el acero convencional adicionado no forma parte del diseño estructural de la losa.

La práctica del uso de las FA en campo, es la de mezclarlas con los demás componentes del concreto en los contenedores antes del inicio del proceso de colocación. Esto trae consigo que se haga difícil la modificación del contenido de fibras durante el proceso de colado por lo que la losa contendrá la misma cantidad de fibras en todas partes, independientemente de la cantidad de refuerzo requerido en una sección específica dada.

Como antes se refirió, las FA no están perfectamente distribuidas en la masa de concreto. Esta dispersión influye en la resistencia del concreto al agrietamiento. Éste se produce una vez que se generan los niveles de esfuerzos máximos.

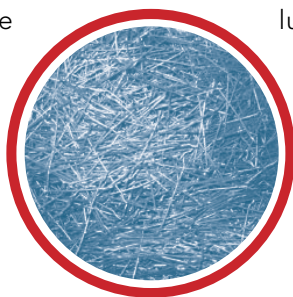
Lógicamente, el patrón de agrietamiento estará en función del contenido real de FA en la zona de máximos esfuerzos. Cuando los esfuerzos sean menores a los máximos, el agrietamiento tratará de seguir una "línea de baja resistencia", definida por una combinación dependiente del contenido de fibras y de los niveles de esfuerzos. De acuerdo a lo anterior, la resistencia máxima a tensión estará en función de la cantidad de fibras a mezclar antes del colado.

Es importante referir que alrededor de la mitad de las fibras se ubicará en las zonas de la sección comprimida por lo que su desempeño será ineficaz. También se reconoce que las fibras están orientadas al azar y en consecuencia, aproximadamente sólo un tercio de las fibras en la zona de la grieta serán afectivas; de éstas, el 10% posiblemente, no llegará a tener la longitud de desarrollo requerida. Si de alguna manera, la cantidad de fibras se pudiera dosificar y mezclar adecuadamente en la salida de la bomba, en

lugar de en el contenedor de mezclado, el potencial se abriría al diseño estructural.

Utilizando el método de elementos finitos (MEF) se podrían estimar los niveles de fibra de acero requeridos en una zona en particular, en función de los niveles de esfuerzos que se producen.

Lo anterior permite asegurar que es un reto lograr la dosificación de FA en tiempo real según los niveles de esfuerzos reales; y haciendo uso del MEF. Si se logra la integración en las fases de diseño y producción, sería posible un ahorro considerable de trabajo, tiempo y costo pues no será necesaria la estimación de solicitaciones de flexión y cortante, ni de niveles de esfuerzo en el acero de refuerzo convencional. Por medio del MEF se distribuirá automáticamente la cantidad de FA mediante la visualización de diagramas detallados de esfuerzos y adicionalmente a que no se requerirá del detallado del acero estructural por no ser necesario, únicamente se considerará una cuantía mínima para el adecuado desempeño en la etapa final de comportamiento. Así, el uso de la FA como material de reforzamiento en elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión, puede ser una alternativa eficiente. **C**



Referencia: Tepfers, R., "Future use of high fiber volume in concrete", en *Concrete international*, enero de 2002.

PREFABRICACIÓN

Sistema Habidite

Uno de los sistemas constructivos de más auge es la edificación industrializada integral. Constituye un método de construcción en que los edificios se conforman básicamente por medio de células espaciales de grandes dimensiones elaboradas íntegramente en plantas prefabricadoras que una vez terminadas, se transportan a obra donde son montadas de forma rápida y sencilla. Así, Habidite apuesta por esta tendencia y contribuye a conseguir edificios modulares de concreto armado de extraordinaria calidad, con implementos domóticos integrados en la vivienda con un alto grado de sustentabilidad.

Habidite contempla la fabricación de los elementos que conforman un bloque de viviendas en un medio controlado y estable, como es una planta industrial, por medio de un proceso de producción en serie. Su uso se extiende, entre otros, a centros sanitarios, hoteles, residencias y centros penitenciarios. En edificios residenciales, la combinación modular permite obtener variadas distribuciones, así como elegir configuraciones de cocinas y estancias complementarias. Las estancias de vivienda se complementan con otras de terraza, huecos de elevadores, escaleras, distribuidores o cubiertas, para conformar el edificio, contando ya con todas las instalaciones integradas.

La estructura del edificio hasta la cota cero se realiza *in situ* mediante los métodos habituales en la construcción. Cuando se trata de bloques de varias plantas, la primera de ellas va apoyada en un entramado de traveses prefabricadas diseñadas para soportar el peso del resto de la estructura. Estos elementos (por lo general pretensados), construidos en planta se transportan convencionalmente y se apoyan directamente a las columnas de la estructura, que a su vez pueden ser coladas *in situ* o prefabricadas.

Existen tres tipos de módulos: de vivienda, de terraza y de cubierta. Los primeros cuentan con una estructura portante principal basada en una solera horizontal nervada, cuatro pilares verticales en las esquinas de ésta, cuatro vigas superiores perimetrales y una losa apoyada en éstas. Los tabiques perimetrales e internos sirven de arriostramiento y rigidización al conjunto. Los módulos

de terraza se elaboran en planta y se anclan al módulo de vivienda antes de transportarse a obra. Son autoportantes de dimensiones menores y van en voladizo anclados a los módulos de vivienda anexos.

Habidite pretende obtener el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, así como un diseño que minimice el consumo de agua y energía. Se distinguen la instalación solar térmica, solar fotovoltaica, climatización, recuperación de aguas pluviales, recuperación de aguas grises, protección contra incendios y domótica. Por otro lado, debido a los requisitos de diseño, puesta en obra, fabricación y seguridad laboral, el material idóneo para conformar estas células tridimensionales es el concreto autocompactable.

Habidite es un sistema revolucionario por su innovación cuyo concepto rompe con la edificación concebida anteriormente. Es elástico, por su capacidad para adaptarse a diferentes tipologías estructurales, y ligero pese a que cada módulo pueda pesar aproximadamente 25 t (resulta significativo que un edificio de 5 niveles pueda transportarse en un camión). El sistema es expandible y modular; con la capacidad de adosar nuevos módulos a tipologías existentes, y móvil por ser un producto que se ejecuta en las instalaciones apropiadas y que se transporta a su sitio definitivo, en donde se realizan los trabajos indispensables para su adecuado funcionamiento. Habidite, es también activo y dinámico ya que los diseños, acabados, técnicas e incluso los procesos constructivos pueden evolucionar en función de las tendencias arquitectónicas, las nuevas tecnologías y los materiales más novedosos. ©

Referencia: Gómez J. V., "Habidite: viviendas modulares industrializadas", en *Informes de la construcción*, vol. 61, Instituto de Ciencias de la Construcción, Madrid, España, enero-marzo de 2009.



Juan Fernando González G.

Fotos: Jorge Baltazar F.

No es secreto que Cancún es uno de los destinos turísticos preferidos de millones de viajeros. Es por ello que su aeropuerto internacional tuvo que ampliar sus instalaciones.

Hace un año fue inaugurada una segunda pista de aterrizaje en el Aeropuerto Internacional de la ciudad de Cancún, en el estado de Quintana Roo. La reciente obra ha permitido duplicar la capacidad de este puerto aéreo con el fin de poder recibir hasta 28 millones de pasajeros al año. El proyecto, responsabilidad del Grupo Aeroportuario del Sureste (Asur), quedó complementado con una torre de control de casi 97 metros de altura y un impactante puente de rodamiento—pues los vehículos automotores circulan debajo de él— que conecta a la pista 1 con la 2, así como con los edificios terminales. Ambas estructuras tienen en el concreto a su mejor aliado. Cabe decir que la pista de aterrizaje, inaugurada con la visita del avión presidencial,





Un puente
muy especial



La nueva Torre de control.

tiene 2,800 metros de longitud y 45 metros de ancho. Entre ambas carpetas de rodamiento hay una separación de mil 420 metros, lo cual hace posible la operación simultánea de más de 80 aterrizajes y despegues cada hora.

Normas diferentes

Grupo Indi es una de las diez constructoras de Infraestructura

más importantes del país. Cuenta con una amplia experiencia en la construcción, rehabilitación, conservación y modernización de vialidades y puentes, así como en la construcción de edificios para oficinas, viviendas, escuelas, hospitales, hoteles y supermercados, entre otros. Para esta compañía mexicana es común desarrollar proyectos con concreto reforzado, concreto prefabricado, estructuras

de acero y estructuras híbridas; pero, sin duda, la construcción del puente de rodamiento —el primero en América Latina— en el Aeropuerto Internacional de Cancún, significó todo un triunfo.

Por su parte, la empresa constructora MECANO, la cual ha participado en obras de gran envergadura —el Viaducto Bicentenario, entre muchas otras— tuvo una participación estelar en la edificación del puente de rodamiento. Para conocer detalles de la misma *Construcción y Tecnología* charló con el arquitecto Salvador Ángeles, director de Construcción de esta empresa mexicana.

El puente se compone de dos muros estribos y dos pilas centrales, además de dos traveses longitudinales centrales. Se trata de una estructura que pudiera parecer muy esbelta, pero la verdad es que se diseñó para recibir al avión más pesado del mundo, a decir del arquitecto Ángeles. El diseño del área de rodamiento fue realizado por la firma de diseñadores, ingenieros y consultores ARUP, con sede en el Reino Unido, algo que generó dolores de cabeza a la prefabricadora mexicana ya que el despacho británico solicitó que se trabajara con materiales y sistemas que no se utilizan normalmente en México.

El arquitecto Ángeles, egresado del Instituto Politécnico Nacional (IPN), relata cómo se dieron las cosas: “Tuvimos que hacer adecuaciones ya que en México se trabaja de manera diferente. En principio, hay que decir que el proyecto marcaba que las traveses tuvieran un presfuerzo, y las preparaciones para un postensado, lo que sucede porque ellos se apegan a las normas AASHTO (Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte)”. Así las cosas, abunda el entrevistado, “se nos pidió, por ejemplo, que el

personal que estuviera a cargo de lechear las inyecciones estuviera certificado; cosa que no se da en México. Es decir, no existe la certificación para una persona que inyecte grout (mortero especializado para el relleno de espacios). Pero eso no fue todo, ya que para ciertos procedimientos se basaban en normas de Alaska, Miami o de California. Esto fue complejo pues las normas no eran aplicables a la realidad mexicana". Para ilustrar lo dicho, el arquitecto Ángeles refiere que se solicitó que la colocación de los neoprenos no se hiciera a más de 26 grados, cuando en Cancún la temperatura promedio es mayor.

"Otra norma marca una deformación máxima de seis milímetros para ese tipo de trabes, lo que generó una serie de problemas porque en México usamos poliestireno que tiene pequeñas deformaciones. Sin embargo, la norma mexicana lo permite, pero las AASHTO no. Es por eso que tuvimos que hacer

cajones de madera con ventanas a los lados para que se pudieran supervisar los espesores de las trabes. Una trabe traía hasta 40 de esos orificios", apunta.

Aún hay más

"Este tipo de trabajo ya lo habíamos hecho antes –señala el arquitecto Ángeles– pero cuando manejas una cimbra muerta, no cuando quedan todas en las trabes. Tuvimos que llevar una serie de carpinteros para hacer los huacales, los cuales parecían ataúdes los cuales tuvimos que protegerlos con diesel para que no se absorbiera la humedad. Íbamos terminando y desmoldando; a cada momento eran checados los milímetros. Me decían: ya se comieron dos de los seis milímetros y necesitamos tolerancia cero".

"Si hablamos del postensado –explica el experto– se debe decir que la forma de conectar en Méxi-

co las inyecciones es muy diferente. "La norma en México pide colocar una ventana de un lado y una más del otro lado, lo que permite inyectar la lechada por la parte de arriba y esperar que salga por el otro lado, como si se tratara de una fuente". Además, "la norma estadounidense marca un procedimiento largo y complejo ya que se debe colocar una especie de llave en las partes bajas e inyectar por allí para que vayas eliminando el aire. Es lógico, es cierto, pero resulta que las conexiones que tenemos en México no son las que tienen los prefabricadores de Estados Unidos. Por ello tuvimos que proponer colocar más mangueras para ir eliminando tramo por tramo, lo que requirió que se hicieran pruebas de grout, de resistencia y de inyección", afirma.

Aparte del tensado hay un postensado, tanto longitudinal como transversal, lo que motivó "un verdadero lío para que coincidieran

Corporativo MECANO

- Contacto: Leonardo Oviedo (Subdirector comercial).
- Ángel Gaviño Núm 24, Ciudad Satélite, Estado de México.
- Página web: mecanoinmo.com.mx
- Tel/Fax:(55) 53 74 07 57

Trabes prefabricadas

| Tipo | Cantidad | Longitud | Peso | Trabe |
|------|----------|----------|---------|------------|
| T1 | 46 | 31,30 | 50 Ton | Cajón |
| T2 | 92 | 13,53 | 27 Ton | Cajón |
| T3 | 2 | 31,30 | 60 Ton | Dren |
| T4 | 4 | 13,53 | 32 Ton | Dren |
| T5 | 2 | 31,30 | 125 Ton | Jardineras |
| T6 | 4 | 13,53 | 65 Ton | Jardineras |

los hoyos, trabe con trabe, ya que el puente lleva una curva para darle pendiente. Longitudinalmente, cada trabe entraba por la parte superior, bajaba en el centro con cierta curvatura, pero volvía a subir y bajar, subir y bajar, porque eran tres secciones en el puente. Parece sencillo, pero para que coincidieran los hoyos longitudinalmente, primero, y luego transversalmente, fue complicado. Entre cada trabe se selló con un colado de grout, y se trajo de Estados Unidos porque el que se tenía aquí no les pareció mucho a los supervisores de la obra; lo mismo sucedió con los neoprenos”, rememora.

El apoyo de CEMEX

La resistencia del concreto que se utilizó en el puente de rodamiento fue de 500 kg/cm²; sin embargo, este aspecto también se sometió al rigor de las normas estadounidenses “ya que si la resistencia era de 498, por decir algo, no nos lo aceptaban, cuando en México la reglamentación te ofrece una tolerancia de 35 kilos. Lo mismo sucedió con el módulo de elasticidad,



que fue muy alto, lo que hizo que la gente de CEMEX también tuviera que acoplarse. Recuerdo que tuvimos que agregarle hielo al concreto para bajarle la temperatura, porque a pesar de que la planta estaba cerca, el material llegaba con más de 30 grados, la cifra límite. Hubo ocasiones que debimos regresar las ollas. En México, en cambio, está permitido trabajar con 32 grados cuando se habla de colados masivos”, informa. Dado que el módulo de

elasticidad era altísimo, CEMEX optó por traer un agregado de su planta de Tabasco, situada a mil kilómetros de distancia de la obra, con lo cual se pudo cumplir con el requisito solicitado.

Independientemente de eso, revela el arquitecto Ángeles, “puedo decir que el concreto con el que trabajamos fue muy bueno, con un revenimiento de 20.22 cm, aproximadamente, lo que hizo que fluyera muy bien. No tuvimos problemas

Torre de control, torre de control

La nueva torre de control del aeropuerto internacional de Cancún tiene 97 metros, siendo por esto la más alta de Latinoamérica y una de las 20 de mayor altura en el mundo. Su estructura ofrece una visibilidad de 10 a 15 millas en un día despejado. Cuenta con sistemas de navegación y radares de última generación. La inversión fue de 109 millones de pesos.

Los 19 controladores que trabajan en esta torre fueron capacitados durante un mes para poder supervisar las dos pistas, ya que el de Cancún es el primer aeropuerto del país con operaciones simultáneas. La torre soporta vientos de más de 300 kilómetros por hora. Por su parte, la “vieja” torre de control tiene una altura de 34 metros y en ella trabajaban 12 controladores aéreos. La construcción fue rápida, con un colado continuo de 24 horas, lo que hizo que se terminara en cinco semanas, aproximadamente.



con las piezas. Ninguna tuvo que ser reparada. Tal y como salía del molde se limpiaba y se colocaba”.

Supervisión microscópica

Cuando se trabaja en un ambiente marino se debe tener especial cuidado con los aspectos corrosivos, situación que no es desconocida para el arquitecto Ángeles debido a una trayectoria de más de 30 años en el ámbito de la construcción de obras de infraestructura. Así, “el acero que se colocó de inmediato no representó ningún problema; pero en el caso de los armados que duraban un poco más de tiempo se les aplicó un líquido, un inhibidor de la corrosión en forma de spray, que protege estas piezas de la oxidación”. Por su parte, “la gente de ARUP nos pidió que cuidáramos mucho los espesores. No nos dejaron que tocáramos una sola varilla que estuviera salida de una trabe expuesta, porque tenían miedo de

que por allí se colara la corrosión del ambiente marino; por eso nos pidieron que todo fuera a base de puntas plásticas”, comentó.

La supervisión en cada paso de la obra fue superlativa y recayó en diferentes entidades: el control de calidad estuvo a cargo de un laboratorio externo. La presencia de un representante de ARUP y de los asesores directos del propietario de la obra (ASUR) fue permanente durante los seis meses que tardó la ejecución del proyecto.

Un ejemplo claro del cuidado que se tuvo en cada paso, reconoce el entrevistado, se relaciona con el torón. “Una vez que se tensaba la pieza, si no era colada, había que destensar el torón. Como no podía estar expuesto más de 24 horas, tuvimos que llevar un contenedor con protección térmica. Una vez que se colaba la pieza, al otro día se cortaba inmediatamente el torón, al ras, y se aplicaba una protección de pintura de esmalte, La cara pintada

después iba colada, pero en ese momento se pintaba”, enfatiza.

Flexibilidad

Después de esta experiencia con expertos y supervisores de otras partes del mundo, el arquitecto Ángeles está convencido que pudo ser más flexible y de todas maneras, entregar una obra excelente. “Lo que se hizo con el concreto me pareció algo exagerado porque sabemos que la consistencia de este material cambia de una olla a otra y no podemos aspirar que haya una mezcla homogénea cuando trabajamos con muchas toneladas. Puedo decir que la complejidad del proyecto se manifestó en todas las áreas constructivas, y lo mismo afectó al contratista original (INDI) que a las empresas que se encargaron de las instalaciones, de los drenajes, de las mallas que se colocaron en los muros y a quienes tuvieron la responsabilidad de traer materiales de importación”, concluye. **C**



Concreto y rigidez

En la actualidad, el diseño de edificaciones se hace por cargas inertiales laterales por lo que la rigidez al corte es la que controla.

En décadas pasadas, los diseños de edificaciones de concreto reforzado estaban controlados por cargas axiales y gravitacionales. Como la rigidez a la compresión está gobernada por el Módulo de elasticidad E_c , el área A , y la longitud L , de la forma $E_c A/L$, entonces las secciones de concreto de columnas resultaban muy reducidas porque el divisor era sólo la longitud L . No obstante, en la actualidad, el diseño de edificaciones se hace para cargas inertiales laterales, y en ese caso la rigidez al corte es la que controla. Esta rigidez tiene una relación de la forma $12E_c I/L^3$, siendo I , el segundo momento de inercia. De esta forma, en la misma sección, la rigidez al corte resulta ser menor que la rigidez axial porque está dividida por la longitud L , pero al cubo. La consecuencia fue, que para cargas inertiales laterales de tipo sísmico, las secciones de columnas fueron gobernadas por la rigidez lateral. Esa rigidez lateral es un parámetro

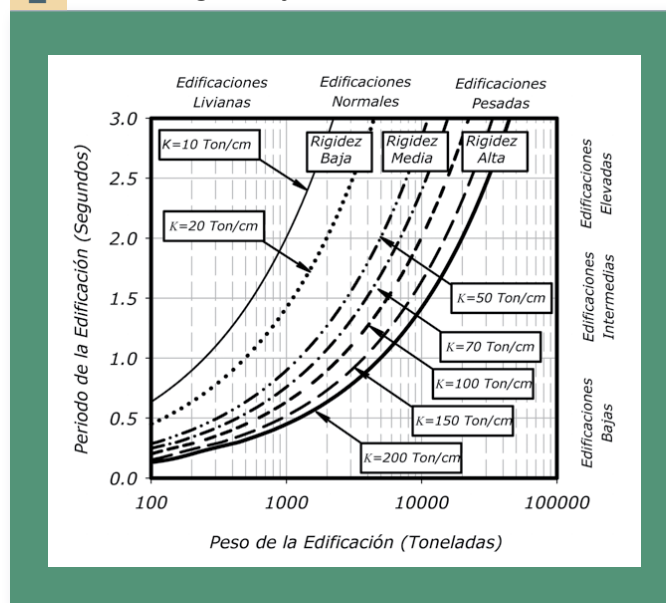
clave para diseñar cualquier edificación, porque mediante la Ley de Hooke está relacionada con las deformaciones y por medio de las cargas aplicadas f de la forma $k=f/y$. Esa rigidez lateral tiene una relación directa con el periodo de la edificación a partir de la masa m de la misma, a partir de la expresión de la frecuencia circular $w=\sqrt{k/m}$. La frecuencia circular está relacionada con la frecuencia natural f a través del círculo y un círculo es, en radianes, 2π . Por lo

que $w=2\pi f$. La frecuencia natural f es el número de ciclos de la edificación por unidad de tiempo, y su inverso, resulta ser el periodo T , que es el tiempo que le toma a la edificación en hacer un ciclo completo de oscilación. De esta manera, el periodo de una edificación depende de la rigidez de la forma $T=2\pi\sqrt{m/k}$. Es lógico pensar que si crece la rigidez se reduce el periodo, y si la masa lo hace crecerá este parámetro. La Fig. 1 muestra una relación que no

es lineal entre rigidez y masa para obtener el periodo. Los periodos encontrados obedecen a rangos de rigidez lateral que oscilan entre 20 y 200 ton/cm. Ésas son las rigideces manejadas en edificaciones normalmente; cuando las edificaciones son pequeñas es más fácil obtener rigideces más grandes; en cambio, cuando las edificaciones crecen en altura, incrementan su masa mucho más rápido de lo que se puede hacer incrementar la rigidez.

El periodo de una edificación es una variable clave en el diseño porque está directamente

Fig. 1. Definición del periodo a partir de la rigidez y de la masa.



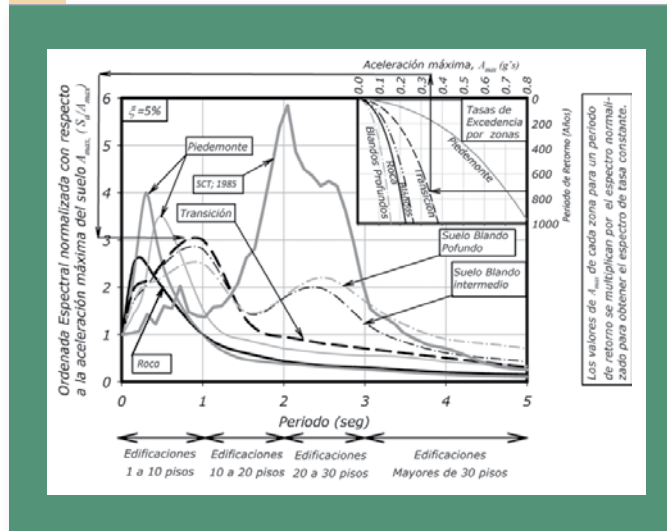
relacionado con los movimientos en la base de diseño. Sucede que los ingenieros encontraron una forma de resolver un problema dinámico y que avanza en el tiempo, simplificándolo tanto que el problema dinámico se volvió pseudoestático, que ya no varía en el tiempo; como consuelo, busca los máximos absolutos instantáneos de cualquier edificación de periodo conocido. Los ingenieros decidieron que otra variable de diseño que se llama el amortiguamiento quedara, paradójicamente, constante en 5% Ese concepto se llama "Espectro de respuesta" y define para cada periodo estructural, el máximo absoluto de respuesta de cualquier variable de movimiento.

El problema del movimiento sísmico es esencialmente inercial, pues corresponde a la reacción de la masa de la edificación al movimiento en la base. Por tal motivo, los ingenieros no demoraron en descubrir que la variable de movimiento necesaria era la aceleración que, relacionada con la masa, brinda una noción de fuerza inercial, que muchos llaman fuerza sísmica, pero que no es tal, porque en realidad es la reacción inercial al movimiento en la base. Teniendo en cuenta que no sólo se mueve la edificación, sino que también se mueve el terreno, la aceleración que a usarse para evaluar la fuerza inercial es la aceleración absoluta resultado de la suma de la aceleración relativa de la edificación más la aceleración del terreno.

En la estimación de los espectros de respuesta también ha existido una sobre simplificación, porque muchos de los usados, en

Fig. 2.

Espectros normalizados de una ciudad con suelo blando como Bogotá. Como comparación se muestra el espectro de la SCT del sismo de Michoacán de 1985.



algunas ocasiones, difieren notablemente de los realmente registrados. En la Fig. 2, se muestran formas típicas de espectros calculados en diferentes tipos de suelo de forma probabilística (esto es, calculando las tasas de excedencia para cada periodo estructural, de tal suerte que se garantiza periodo de retorno constante), y se muestra la forma del espectro real del sismo del 19 de septiembre de 1985, registrado en la SCT en México DF. Las diferencias de lo que se usa con respecto a lo real, es muestra parcial de porqué pasó lo que pasó aquel 19 de septiembre, cuando docenas de edificaciones de concreto reforzado construidas con reglamentos vigentes, colapsaron de manera frustrante.

Los espectros de aceleración absoluta están ligados al contenido de alta frecuencia de los registros; por ello en los criterios de diseño originales, en las edificaciones controlaban la resistencia. En las medias y bajas frecuencias la aceleración no tiene tanta relevancia, y lo que controla es el desplazamiento espectral. Esto quiere decir que en las edificaciones de intermedia altura ubicadas sobre suelo blando

la variable que controla para estimar la rigidez es la ordenada espectral de desplazamiento relativo, y no, la de aceleración absoluta. Lo anterior logra que en estos casos de edificaciones intermedias sobre suelo blando, la rigidez se calcule con la variable de movimiento que no es, y la consecuencia es la sobreestimación de la rigidez. El hecho de crecer la rigidez, no significa otra cosa que las secciones de concreto reforzado crezcan en tamaño hasta un punto tal, que el edificio entero se puede volver de concreto. En sitios de suelo blando de Bogotá, para edificaciones de mediana altura, terminaron usando sistemas industrializados con can-

Fig. 3.

Edificaciones de intermedia altura en Bogotá con elevada cantidad de concreto y mínima cantidad de acero; ubicadas sobre suelo blando, con peligro sísmico apreciable.



tidades masivas de concreto, pero con cantidades mínimas de acero, porque con tanta sección, las cuantías se van al mínimo, y el resultado es el de edificaciones muy rígidas, pero muy frágiles, que están sobre suelos de baja rigidez. Esta situación sobre suelo blando trae como consecuencia un problema sobre éste tipo de edificaciones rígidas que no contemplan los reglamentos: el vuelco total.

Como se mencionó, la reacción inercial, la fuerza que termina actuando sobre la edificación depende de la aceleración absoluta y de la masa. Para obtener los desplazamientos que se alcanzan, como límite para controlar los daños, se procede a establecer la relación de esa fuerza con respecto a la rigidez. Cuando las edificaciones alcanzan la resistencia después de cierta fuerza impuesta, esa resistencia también está relacionada con la rigidez a partir de la deformación. Y más allá de la resistencia, la rigidez, aunque agrietada, sigue existiendo y debe conocerse con detalle. Nótese que el problema de diseño de edificaciones ante cargas inerciales laterales inicia en la rigidez y acaba en la rigidez de todas formas. Existen creencias generalizadas de que la evaluación de la rigidez es un problema resuelto; pero la verdad es que ese problema, parece ser, está lejos de estar resuelto.

La evaluación de la rigidez

En las edificaciones de concreto reforzado, la evaluación de la rigidez

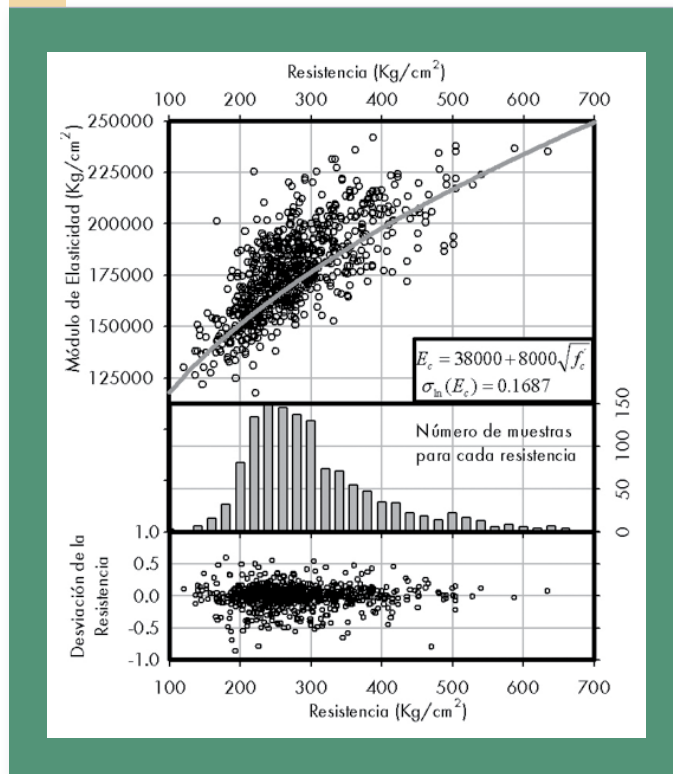
depende de ① las dimensiones de los elementos, como son: la base, la altura y la longitud; ② del módulo de elasticidad del concreto, y ③ de la rigidez del suelo subyacente. En una matriz de rigidez cualquiera, la única variable que aparece en todos los términos de forma constante, es el módulo de elasticidad E_c . Es creencia generalizada que la discusión del módulo de elasticidad del concreto también está resuelta. La verdad es que nada más alejado de la realidad. Para muestra, un ejemplo.

Si se tiene en cuenta que en la mayoría de los casos las edificaciones de concreto se han diseñado mediante procedimientos elásticos lineales (proporcionalidad inversa entre desplazamientos y módulo E_c), una subestimación de E_c gene-

ra automáticamente incrementos en distorsiones de entrepiso y viceversa. La fig. 4, muestra una gráfica con una muestra de unos cuantos miles de ensayos que se han hecho en Bogotá D.C., Colombia, para derivar el módulo de elasticidad E_c a partir de ensayos de la resistencia al concreto f_c . Como se puede observar de la misma fig. 4, la dispersión existente es bastante apreciable, llegando a ser en casos extremos de poco más de 50% de los valores registrados contra los calculados con expresiones similares a las originales de Pauw (1960), donde $E_c = a_c g_c^{3/2} \sqrt{f_c}$, esto arroja desviaciones apreciables en los valores de rigideces calculadas. La Fig. 4 tiene en la parte superior una cantidad de puntos (miles) que equivalen a ensayos donde se ha

evaluado, a partir de la resistencia, el valor del módulo de elasticidad E_c para muchos ensayos realizados con concretos de Bogotá D.C. en laboratorios certificados. La parte media de esa Fig. 4 muestra el histograma de número de muestras por cada resistencia; y la parte baja de misma figura muestra la desviación de cada ensayo registrado de la figura superior, con respecto a lo calculado con una regresión de mínimos cuadrados (Abdi, 2003). Para este caso la mejor regresión fue teniendo una pendiente $a_c g_c^{3/2}$ menor que las normalmente usadas en regiones latinoamericanas, de hecho mucho menor, y un valor constante previo de la forma $E_c = k_1 + a_c g_c^{3/2} \sqrt{f_c}$ (kg/cm^2); en este caso particular, válido para

Fig. 4. Estimación del Módulo de Elasticidad del Concreto a partir de datos extraídos de ensayos de laboratorio de Bogotá, en Colombia.



8va Conferencia Internacional El Concreto en la Era de Bajo Carbono 9-11 Julio 2012 Dundee, Reino Unido Universidad de Dundee



1er Aviso: Convocatoria para los Artículos

Nos complace anunciar que la próxima conferencia CTU se llevará a cabo en la Universidad de Dundee del 9 al 11 de Julio de 2012.

La información está disponible en línea en www.ctucongress.co.uk donde se pide que registre su interés y que ponga estas fechas en su agenda.

Los temas de la Conferencia se muestran al final y hay más información disponible en la página de internet junto con la información de los resúmenes presentados.

Si tiene alguna pregunta por favor no dude en contactarnos a través de nuestra página de internet ctucongress@dundee.ac.uk

Dr. Rod Jones
Presidente del Comité Organizador de la Conferencia CTU.

Fechas importantes

| | |
|-----------------|--|
| 1 Sept .2010 | Apertura de la Convocatoria para los Artículos (Resúmenes) |
| 31 Enero 2011 | Fecha límite para Resúmenes |
| 15 Febrero 2011 | Notificación de la Aceptación de Resúmenes |
| 1 Junio 2011 | Fecha límite para la presentación de Borradores |
| 31 Octubre 2011 | Comentarios a los Autores sobre los Borradores |
| 1 Marzo 2012 | Presentación de los Artículos Finales |
| 1 Junio 2012 | Ultimo Registro / Pago para los Autores |

Temas de la Conferencia

1. Diseño de Bajo Carbono de Estructuras y Edificios
2. Uso eficiente y sustentable de Recursos
3. Infraestructura y Transportación. Construcción y Adaptabilidad
4. Monitoreo de la Salud Estructural y Extensión de Vida
5. Seguridad e Ingeniería de Riesgos de la Tierra
6. Energía Renovable

Fig. 5.

Edificios en Cali, Colombia, construidos con normas que ante un evento de mediano tamaño, sufrieron de desplazamientos enormes, que aunque acabaron con los elementos no-estructurales, no hicieron llegar a la resistencia elementos de soporte; esto es, una sobreestimación de la rigidez en los modelos que no se tradujo en la realidad generando daños apreciables.



resistencias $f'_c > 100 \text{ Kg/cm}^2$, se encuentra que la regresión mostrada exhibe la menor desviación y una relación simétrica que no subestima o sobreestima en todos los rangos de resistencias.

Se ha derivado que las pendientes de las curvas $a_c g_c^{3/2}$ no pueden ser tan grandes como las actualmente usadas en algunos sitios de Latinoamérica porque sobreestiman de forma sistemática el módulo para resistencias elevadas, y subestiman de igual forma para resistencias bajas. La sobreestimación del módulo es una vía directa para la sobreestimación de la rigidez en los modelos de computador, lo que puede llevar a subestimar los desplazamientos de las edificaciones diseñadas, y por ende a ubicar secciones más

pequeñas de las que realmente se podrían necesitar; esto es usado en algunos casos por personas inescrupulosas que desean cuadrar a la fuerza lo que en principio no cuadra, pero que con ese número mágico termina haciéndolo. Sin duda que estimar mal la variable del módulo de elasticidad del concreto E_c , a partir de ecuaciones tan exiguas y limitadas, es una vía directa para construir modelos numéricos, alejados de la realidad, que darán como resultado estructuras más o menos rígidas de lo que pueden ser o necesitarse en la realidad. Hay personas sin escrúpulos que conocen esta realidad y para hacer cumplir la distorsión de entrepiso cambian a conveniencia el módulo, que después en obra no se mide directamente, lo que

se mide es la resistencia, y ya se vio que para resistencias altas los módulos pueden ser bajos.

Colofón

Lo necesario para los modelos numéricos, son los módulos de elasticidad E_c , los cuales se pueden evaluar por métodos de laboratorio con ensayos también, o por medio de la determinación de las ondas P y S, haciendo uso de la teoría de elasticidad (Ben Zeitun, 1986); pero en un contrasentido notable, no se venden, fabrican o construyen concretos con un módulo certificado, sino con una resistencia certificada f'_c , que por medio de ecuaciones de fuerte dispersión, permiten evaluar –a veces muy mal– el módulo de elasticidad E_c requerido, a partir de un f'_c específico. Es un asunto de costumbre; pero resulta ser una mala costumbre pues evaluar los módulos de la forma previamente descrita a partir de la sola resistencia f'_c puede conllevar a variaciones de hasta 50% en la estimación de los módulos, y como se vio en principio, si se calcula mal éste parámetro se está calculando mal todo lo demás. **c**

Referencias

- Abdi, H., "Least-squares", en M. Lewis-Beck, A. Bryman, T. Futing (Eds): "Encyclopaedia for research methods for the social sciences", pp. 792-795. Thousand Oaks, California, 2003.
- Ben-Zeitun, A. E., "Use of pulse velocity to predict compressive strength and rigidity of concrete", en *Int. J. Cement Composites Light Weight Concrete*, 8 (1), 51-59, 1986.
- Housner, G., W., "An investigation of the effects of earthquakes on buildings", tesis, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA, 1941.
- Pauw A., "Static Modulus of Elasticity concrete as affected by density", en *ACI Journal*, vol. 32(6); pp. 679-687, 1970.



imcyc®

FONDO EDITORIAL IMCYC

LA COLECCIÓN DE LIBROS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS EN CEMENTO Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO MÁS COMPLETA DE LATINOAMÉRICA

EN SU CIUDAD

AHORA DE VENTA EN:

VILLAHERMOSA, TABASCO.

CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN
CIRCUITO MUNICIPAL N° 106 TABASCO 2000 C.P. 86035 VILLAHERMOSA, TABASCO
TEL: (993) 310 93 00 AL 09. • WWW.CMICTABASCO.ORG

GUADALAJARA, JALISCO.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE JALISCO, A.C.
AVENIDA DE LOS MAESTROS N° 1943 FRACCIONAMIENTO CHAPULTEPEC COUNTRY
C.P. 44620. GUADALAJARA, JALISCO. TEL: (33) 382 632 89 • WWW.CICEJ.ORG

PACHUCA, HIDALGO.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HIDALGO, A.C.
CALLE 16 DE ENERO N° 27 COL. PERIODISTAS C.P. 42060 PACHUCA, HIDALGO
TEL: (771) 107 44 44. •

HERMOSILLO, SONORA.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE SONORA, A.C.
QUINTA MAYOR Y CALZADA DE LOS ANGELES COL. LAS QUINTAS C.P. 83240
HERMOSILLO, SONORA. TEL: (662) 210 2552. • WWW.CINGENIEROSSON.ORG

TAPACHULA, CHIAPAS.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE TAPACHULA, A.C.
BOULEVARD PERLA DEL SOCONUSCO S/N FRACC SANTA CLARA II. C.P. 30780
TAPACHULA, CHIAPAS. TEL: (962) 1369 590. • WWW.CICTAP.COM

XALAPA, VERACRUZ.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE XALAPA, A.C.
AVENIDA COLMERILLO S/N ESQ. CIRCUITO PRIMAVERA, COL. NUEVO JALAPA,
C.P. 91097 XALAPA, VERACRUZ
TEL: (228) 812 48 43. • WWW.COLEGIOINGENIEROSCIVILESXALAPA.ORG.MX

LEÓN, GUANAJUATO.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE LEÓN, A.C.
BOULEVARD CAMINO A COMANJA 1121 PLANTA ALTA COL. PORTONES CAMPESTRE CP
37138 LEÓN, GUANAJUATO TEL: (477) 211 7842, 781 1348. • WWW.CICL.ORG.MX

MÉRIDA, YUCATÁN.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE YUCATÁN, A.C.
CALLE 21 N° 310-D x 50 Y 52 COL. ROMA. CP 97128 MÉRIDA, YUCATÁN
TEL: (999) 925 8723, 925 9869. • WWW.CICYUCATAN.COM

PUEBLA, PUEBLA.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE PUEBLA, A.C.
11 ORIENTE N° 9 COL. CENTRO HISTÓRICO CP 72000 PUEBLA, PUEBLA
TELS: (222) 246 0835 Y 77.

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE CHIAPAS, A.C.
CALZ. DE LOS INGENIEROS N° 320 COL. TERAN CP 29050 TUXTLA GUTIERREZ,
CHIAPAS. TELS. 615 4380 Y 615 6876 • WWW.CICCH.ORG.MX

MORELIA, MICHOACÁN

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MICHOACÁN, A.C.
AV. SIERVO DE LA NACIÓN N° 1030 COL. LIBERTAD CP 58090 MORELIA, MICHOACÁN.
TELS. (443) 326 6165 • WWW.INGENIEROSCIVILESMICHOACAN.ORG

MÉXICO, DF.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO
AV. SAN PABLO N° 180 COL. REYNOSA TAMAULIPAS, DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO.
C.P. 02200 MÉXICO, D.F. TEL: (55) 5318 9271. • WWW.AZC.UAM.MX

ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO AMIC

BOULEVARD ADOLFO LÓPEZ MATEOS 1135 COL. SAN PEDRO DE LOS PINOS
DEL. MIGUEL HIDALGO. C.P. 01180 MÉXICO, D.F.
TEL: (55) 5272 9011. • WWW.AMICPAC.ORG.MX

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

AV. INSURGENTES SUR # 1846 COL. FLORIDA, C.P. 01030 MÉXICO, D.F.
TEL. (55) 5322-5740. • WWW.IMCYC.COM

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

CONSTITUCIÓN N° 50 COL. ESCANDÓN, DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO C.P. 11800
MÉXICO, D.F. TEL: (55) 5318 9271. • WWW.IMCYC.COM

Y PRONTO EN SU CIUDAD

UN MUNDO DE
SOLUCIONES EN
CONCRETO



www.imcyc.com

Innovación en el uso de cerámica en la arquitectura

Dr. Vicente Sarrablo¹

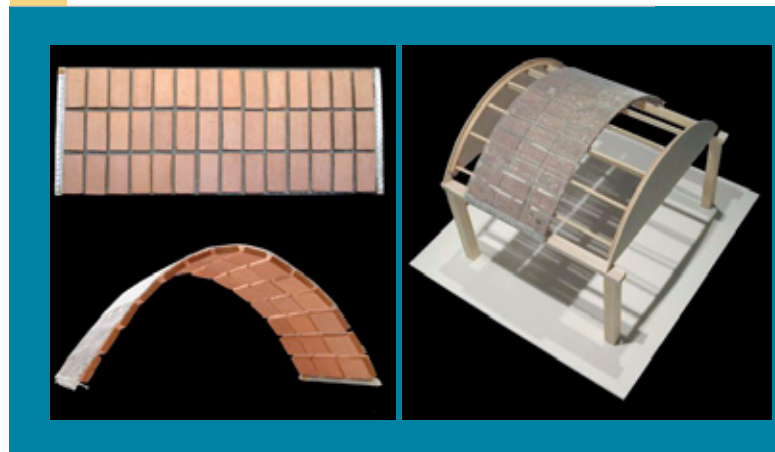
En este artículo se presenta un sistema de cubierta basado en un tejido cerámico estructural, denominado Flex-brick.

Fig. 1. Camino de estudiantes en Alcalá de Henares.



Fig. 2 y 3.

Flex-brick y Flex-brick sobre cimbra.



Flex-brick actúa como un semiprefabricado colaborante flexible adaptable a cualquier curvatura que debe acabarse con concreto en obra para formar cubiertas laminares de cerámica armada. Este sistema da agilidad constructiva para cubiertas de geometría curva. Se explican los conceptos de lámina de cerámica armada y semiprefabricación colaborante, así como su aplicación, ensayos estructurales realizados y de sus ventajas en la arquitectura.

Fue Eladio Dieste, quien en la década de los cuarenta presentó

un nuevo sistema de cubierta estructural: las cubiertas laminares de cerámica armada, que se consiguen con la disposición en retícula de los elementos cerámicos de manera que haya continuidad longitudinal y transversal de juntas para alojar en ellas el armado bidireccional, al tiempo que con mortero y concreto se rellenan las juntas y es cubierto el conjunto con una fina capa de compresión. El resultado recuerda al de un forjado siendo una innovación en el uso de la cerámica en arquitectura. El tejido cerámico estructural 146 reticular muy delgado en el que los casetones fueran

los ladrillos con la tabla vista por el intradós. Pero la principal diferencia con los reticulares, además de su espesor y el empleo de geometrías laminares plegadas, de directriz catenaria o de doble curvatura, es que en las láminas cerámicas los ladrillos no son meros aligerantes de peso, sino que contribuyen en la resistencia general trabajando a compresión.

Con este sistema se han construido más de un millón de metros cuadrados en Uruguay, Argentina y Brasil, se han conseguido claros de hasta 50 metros con cantos de lámina no superiores a 12 cm y los casos que se han resuelto son variados (Fig.1), propio para grandes

¹Profesor de la Universidad Internacional de Cataluña, Barcelona, España.

Fig. 4.

Bobina de Flex-brick.



espacios para fábricas, depósitos, silos horizontales, polideportivos, iglesias, mercados, estaciones de autobuses, hangares y gasolineras.

Limitaciones

Los principales obstáculos que frenan la aplicación de este sistema son:

a) La cimbra suele ser cara por lo que se deben proponer técnicas que contemplen la optimización de esta fase de la construcción.

b) La excesiva dependencia de la mano de obra que tiene la construcción con ladrillos.

Es necesario un estudio más profundo que contemple una mayor industrialización en todos sus procesos para fomentar su uso en la edificación contemporánea.

Propuesta de sistema industrializado

Flex-brick es un ensamble de bandas paralelas de semiprefabricados flexibles de ladrillos combinados con armaduras que gracias a su flexibilidad inicial se disponen arqueados en obra adaptados a cualquier curvatura de cimbrado (Figuras 2 y 3), que actúan como "colaborantes" estructurales del concreto, conjunto *in situ* por su extradós.

El sistema constructivo consta de dos fases: la semiprefabricada flexible que curva a voluntad un tejido cerámico en seco y la fase *in situ* rígida que consigue la continuidad material y estructural mediante el colado de concreto en las juntas armadas y la capa superior. El semiprefabricado colaborante del Flex-brick es un tejido o trenzado de barras de acero que sustenta y confina una retícula de ladrillos dispuestos en tabla y ranurados lateralmente para el paso y conexión con el trenzado. Su flexibilidad permite que se pueda almacenar y transportar enrollado en bobinas (Fig. 4) y que en obra se desenrolle fácilmente sobre la cimbra. Éste colabora estructuralmente y sirve de soporte de las varillas de armado introducidas en las juntas entre ladrillos en la fase prefabricada. Con otra malla colocada en la fase *in situ* por la parte superior de los ladrillos se consiguen los dos planos de armado de la lámina, preparada para rellenar con concreto sus juntas y su capa superior.

Las láminas que llegan a la obra en bobina proponen un formato de construcción fácil y acorde con las geometrías curvas. Por ello también se ha desarrollado específicamente para este sistema unas cimbras a base de tejidos metálicos y planchas de poliéster que también se desenrollan sobre una cimbra ligera desde una bobina y que son reaprovechables para diversas ocasiones.

Ventajas

Se trata de cubiertas ligeras: por ser laminares (optimiza su espesor hasta 7 cm) y por ser cerámicas (con espesores equivalentes el peso de la cerámica es de un 25% a un 35% más ligero que el del concreto); esto supone un ahorro

en la construcción de la estructura y de las cimbras y encofrados temporales que las soportan. El cimbrado de estas cubiertas puede ser el mismo requerido para el andamiaje de los operarios. Asimismo, el bajo precio de la cerámica en el mercado conduce a una relación precio/peso competitiva respecto a otras cubiertas patentadas. Además, el armado bidireccional y las geometrías laminares permiten cubrir grandes claros con pequeños espesores y sin necesidad de tímpanos. Por su parte, las construcciones con este tipo de cubiertas demuestran un elevado confort higrotérmico debido a las excelentes propiedades físicas de la cerámica en la regulación de la temperatura y la humedad ambientales.

También es una solución ecológicamente ventajosa pues la producción de ladrillos consume menos energía que la del acero y la del concreto. Su componente principal, la arcilla, es abundante en la naturaleza y su extracción no es contaminante. Además, las cubiertas cerámicas pueden reciclarse en su demolición como agregado para nuevas construcciones. También, es una estructura que ya presenta su acabado interior definitivo; no se requiere ningún tratamiento o capa final añadida al intradós por el satisfactorio aspecto de la cerámica, de gran calidez cromática.

Posibilita una gran velocidad del ciclo cimbrado-descimbrado puesto que el 85% de la lámina ya está cocido y tan sólo debe endurecer el 15% del concreto que se proyecta entre las juntas para que el conjunto sea estable (Dieste llegó a descimbrar en 24 horas). Si asociamos esta ventaja a una construcción con cimbras móviles que diariamente permiten avanzar segmentos de una cubierta se consigue una velocidad de

ejecución similar a la de la industrialización pesada.

Su mantenimiento es mínimo debido a la estabilidad química de la cerámica y las reparaciones parciales son fáciles por la composición modular de los ladrillos. Ofrece una excelente resistencia al fuego y, en general, un buen comportamiento frente a solicitaciones térmicas y reológicas. Además, las láminas de cerámica armada exhiben una notable calidad arquitectónica y formarían parte de las nuevas tendencias favorables al retorno de las cubiertas no planas. A estas ventajas les añadimos las propias de una mayor industrialización de estas cubiertas para que resulten competitivas en nuestros mercados actuales:

- La prefabricación asegura una mejora de los acabados y del control de calidad ante la escasa calificación actual de los operarios en la construcción.
- Representa un gran ahorro de mano de obra por la seriación propia de los productos industrializados.
- El montaje de cubiertas prefabricadas mediante grúas acelera el proceso constructivo, cuestión que cada vez resulta de mayor repercusión económica.
- Incrementa la seguridad laboral porque este sistema disminuye el número de operarios y de operaciones en la cubierta.

Ventajas del tejido cerámico estructural

• Permite la libre elección en obra de la curvatura de las láminas, escogiendo cualquier parámetro de flecha (peralte de la curva) y cuerda (claro a cubrir). Además de la ilimitada oferta de curvaturas, esta ventaja beneficia al productor, puesto que ahorra la gran cantidad de moldes que con

las innumerables variaciones de las curvaturas requeridas ocuparían mucho espacio en un taller de prefabricación.

- La producción del semiprefabricado se realiza en bobina, facilitando su acopio, almacenaje y transporte, a la vez que agiliza el montaje de la cubierta: la grúa sólo debe acompañar el desenrollado de la bobina sobre el encofrado.

- El tejido cerámico ofrece con sólo dos materiales un importante abanico de variables geométricas: distancia entre juntas longitudinales y entre las transversales, ancho de ambas juntas, espesor de lámina, ancho de lámina y longitud de lámina. Esta longitud no está limitada por la del camión de transporte sino por el desarrollo de la bobina (hasta 60 m) por lo que, en la dirección de las directrices de la cubierta, las luces a cubrir con una sola bobina son importantes. Y el ancho de tejido cerámico sólo depende del ancho de la longitud del eje de la bobina que cabe en el medio de transporte (hasta 12 m) y de la potencia de la grúa que lo mueve.

- La prefabricación como un tejido le otorga una considerable precisión geométrica en la continuidad y homogeneidad de las juntas entre ladrillos, lo que garantiza la facilidad de los ensambles de las láminas en obra.

- Permite la continuidad del armado entre láminas prefabricadas en la dirección de sus generatrices, es decir, deja de actuar solamente como una sucesión de arcos de descarga para conseguir una unidad con las propiedades de una lámina autoportante que soporta flexiones en la dirección de sus generatrices y, por tanto, es capaz de soportarse desde unos pocos pilares como una viga de gran canto.

Ensayos estructurales

Se han hecho ensayos en el Laboratorio de la Escuela Politécnica Superior de Girona y en el Laboratorio de Tecnología Estructural de la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona. La campaña de ensayos se ha establecido sobre láminas en arco catenario de 4 m de cuerda, 1 m de flecha y 7,5 cm de espesor (4,5 cm de ladrillo + 3 cm de concreto), articuladas y atirantadas en sus apoyos. Los ensayos han sido a la falla y se ha aplicado una carga puntual a velocidad constante mediante pistón a $\frac{1}{4}$ del claro de la lámina. La instrumentación por lámina ha contado tanto con transductores de desplazamientos verticales y horizontales en varios puntos como con galgas extensométricas en el armado longitudinal. Las láminas se han construido con parámetros variables para conocer la repercusión estructural de diferentes cuantías de armado (5#8 y 5#6) y diferentes resistencias de mortero.

Resultados experimentales

Se muestran las gráficas extraídas por la instrumentación y una tabla con los parámetros de cuantía de acero y de resistencia de morteros de cada lámina ensayada. De los datos recogidos se resume que:

- Se llega a resistir hasta 26 kN y la menor de las cargas últimas, 14,2 kN, es improbable en una cubierta curva no transitable de este tipo. Para estos valores de carga puntual aplicados en el punto más desfavorable todas las láminas se encuentran claramente en zona de servicio y sobradamente capacitadas para soportar cargas 4 veces mayores con flechas que no exceden de los 2 cm.

Fig. 5.

Stand Hispalyt
(Construmat 2001 y 2003).



- La repercusión del acero influye con claridad que el mortero, especialmente mientras la lámina se fisura, puesto que al aumentar la cuantía de armado se atenúa la pérdida de rigidez debida a esta fisuración y se incrementa la capacidad última en una proporción similar a la del aumento de la cuantía.

- En la formación de la segunda rótula se llega a la plastificación de la armadura en la sección de aplicación de la carga, para una deformación cercana a los 2.5 mm/m.

- Al producirse la segunda rótula no se provoca el colapso, no se desprende ni un ladrillo y la lámina mantiene una considerable capacidad residual después de la falla, por lo que se descarta la posibilidad de una falla frágil, tan peligrosa en los elementos estructurales. Por tanto, estas láminas poseen un buen comportamiento estructural ante cargas concentradas y una notable ductilidad.

Obras

Uno de los primeros ejemplos construidos con este sistema fue el stand de la Hispalyt para Construmat de 2001 y 2003 (Fig. 5). En este pabellón de 5 x 11 m se consiguió que el techo, las paredes y el suelo fueran de un único trazo, con un solo material y formato. Esta envolvente muestra las posibilidades

formales del Flex-Brick en la arquitectura: espesores constructivos mínimos; intradós cerámico cálido; bóvedas de directriz asimétrica; en definitiva: una sección libre.

Ante el éxito de estas primeras exposiciones del sistema y los datos procedentes de los ensayos estructurales y de los prototipos construidos se estudió el paso de los stands efímeros a proyectos permanentes de viviendas unifamiliares. Se han intentado en varias oportunidades. Ya en el año 1998, antes de las pruebas con los stands feriales, se proyectó para la cubierta de una vivienda en L'Ametlla del Vallés (Barcelona) una lámina de doble curvatura que en un extremo empezaba con una curvatura cóncava y en el opuesto acababa convexa.

El segundo intento, proyectado en el año 2002 en Olivella (Barcelona), sí fue aceptado esta vez con curvatura simple y diferentes perfiles de directriz laminar.

El tercer intento, que sí se construyó en Sant Martí de Tous (Barcelona), es un diseño más sencillo, con un único perfil de directriz laminar que envuelve un doble espacio desde el suelo hasta una jácena metálica a 6 m de distancia y 4 m de altura.

Proceso constructivo

Debido a que las láminas son más ligeras que una cimbra tradicional, el sistema de cimbrado es más ligero. Encima se desenrolla y extiende un encofrado compuesto por mallas metálicas, planchas de poliéster y láminas de caucho EPDM que son recuperables para otras puestas (Fig. 6 y 7).

Las láminas de Flex-brick se desenrollan desde una bobina que se maneja encima del cimbrado con grúa. La precisión geométrica del tejido permite un fácil ensam-

Fig. 6.

Cimbrado.



ble transversal de las láminas y la continuidad de sus juntas.

El concreto se realiza mediante un lanzado por vía húmeda, que permite controlar mejor la consistencia de la mezcla y su homogeneidad en toda la proyección. La capa superior se regulariza aplicando una plancha vibradora diseñada para el sistema. Los resultados han sido completamente satisfactorios. C

Fig. 7.

Extendido de la bobina.

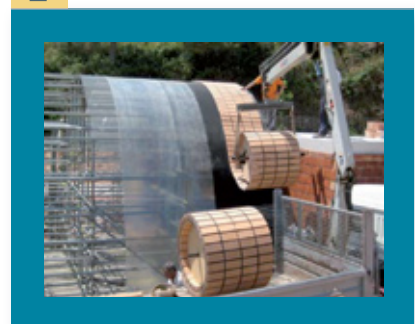
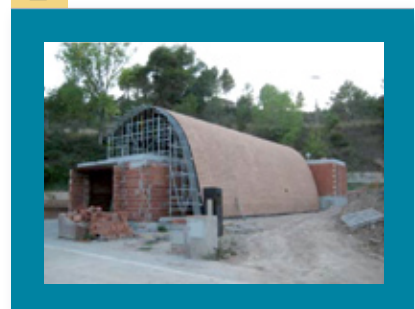


Fig. 8.

Láminas ensambladas.



Una finca en concreto

Gregorio B. Mendoza
Fotografías: Martín Hurtado





Chile ha posicionado su arquitectura dentro de los mejores referentes a nivel internacional. Hoy, una generación de talentosos arquitectos ha encontrado la forma de trabajar con una precisión admirable.

Lejos de los excesos y equilibrando paisaje con técnica constructiva la Finca Izaro, nos da muestra del compromiso que refrenda el despacho chileno Martín Hurtado Arquitectos Asociados. Esta oficina con quince años de experiencia, especialmente en el área de construcciones agro-industriales, se ha caracterizado por manejar como carta de presentación su trabajo excepcional a través de la madera y concreto. Su trabajo no es pretencioso; piensan que el punto de partida para desarrollarlo de forma integral es utilizar los menores medios para obtener los mayores beneficios. Por eso el mismo Martín Hurtado describe a su equipo de trabajo así: “somos hijos del modernismo que nace con un espíritu de austeridad de recursos en contextos muy necesitados”.

El proyecto

El proyecto de la Finca Izaro contempla el diseño de un masterplan de distribución de tierras, urbanización y emplazamiento de las distintas dependencias para un nuevo desarrollo agrícola en un campo semi





abandonado donde estaba todo en espera de hacerse realidad. Había que comenzar de cero y enfrentarse al vacío. Estas necesidades generales implicaban el trabajo y desarrollo de diferentes frentes como la definición de los accesos principales, la distribución del programa arquitectónico, y la determinación de un orden constructivo general que diese coherencia y unidad a la totalidad del territorio para convertirlo en un paisaje homologado. No está de más decir que este último concepto es fundamental para entender el trabajo chileno en la arquitectura contemporánea.

Se inició así una discusión analítica sobre el estado de la arquitectura rural actual en el país y la posibilidad de establecer bases para obtener un orden tectónico adecuado al clima y la topografía. Era indispensable en esa etapa considerar las características restrictivas que significaba la topografía y la futura ubicación de una serie de construcciones en laderas y cumbres de cerros. El contexto geográfico —explica el despacho— cuenta con la presencia de un conjunto de valles transversales entre el mar y con la cordillera central chilena, en una zona productora de vinos de clima templado, inviernos lluviosos y húmedos y veranos secos calurosos; lo cual determinó el desarrollo de un tipo de arquitectura con amplias cubiertas que protegen de la lluvia intensa en invierno y de la alta radiación solar en verano.

La idea general abordada está basada en el concepto de desarrollar una secuencia constructiva que establezca un canon basado en la atemporalidad de la obra realizada al construirse con baja tecnología pero empleando los materiales con honestidad y total claridad. Justo por este par de condiciones se decide seleccionar

el concreto aparente como material predominante en toda la obra. "Fue elegido dada su versatilidad y notable austeridad que no exige mayor mantenimiento, como también, por no requerir tecnología foránea o especializada por lo cual se logra un lenguaje flexible que permite con el pasar de los años continuar realizando edificaciones sin romper la unidad pretendida. Así acotó el arquitecto Sebastián Erazo Fischer, miembro del equipo de proyectos.

Solución dispersa

El proyecto definitivo se integró por la elaboración de un conjunto de recintos disgregados y posicionados aparentemente de forma aleatoria en el terreno; todos ellos tienen la finalidad de alojar

los servicios productivos de un campo vitivinícola, que consta de cuatro grupos principales: oficinas de administración, casino y vestidores para personal del campo, las bodegas de maquinarias o equipo pesado y los productos agrícolas y servicios generales. Mencionando con más precisión el programa de necesidades debía integrar adicionalmente la portería principal, casas del personal residente, caballerizas, casetas de riego, senderos, miradores, comedores de campo, etc. Todo para configurar una red de instalaciones que ordenan y estructuran la vida y sus actividades laborales en contacto con la naturaleza. Es así como a la forma accidentada y la vegetación existente del lugar son el marco ideal para adecuar estos pabellones de geometrías

asimétricas y poco ortogonales que se abren visualmente hacia determinadas direcciones para resaltar el diálogo por mimesis con el paisaje asumiendo sus colores y rotundez de formas. "Se asume una correlación periférica con el paisaje, evitando la frontalidad, buscando siempre devolver la vista sobre el entorno, pero de forma controlada y seleccionada", comentó para CyT, Erazo Fischer.

Es importante mencionar que todos los modelos prediseñados de cada unidad (pabellón) se fueron adecuando a las curvas de nivel, las condiciones climáticas y los dominios de vista buscados de manera conciente para definir lugares únicos a la escala del paisaje. Para ello se echó mano de diversos materiales (piedras de río, maderas, acero) que aportaron textura,





color e imagen a los recorridos generados entre edificios y que más tarde serían experimentados por los usuarios. El valor de estos vínculos espaciales es la cualidad que tienen de desplegar los espacios interiores a la solidez de los muros de concreto aparente que manejan con prudencia la necesaria relación entre comunidad y privacidad, propia de una relación social que congrega a muchas familias y actividades diversas en un todo continuo.

Concreto total

En su gran mayoría todos los edificios se realizaron empleando un sistema estructural mixto que se evidencia por las columnas de acero que soportan algunos de los volados de concreto. “El concreto actúa como soporte estático vertical entre las cubiertas y la cimentación. El papel de la subestructura y los muros del edificio es absorber todos los esfuerzos generados dentro del criterio sísmico ya que todo el tema dinámico es canalizado por los muros de concreto aparente”, apuntó Martín Hurtado.

Con el criterio explicado se solicitó un concreto de alta plasticidad que pudiera adecuarse a la cimbra de madera utilizada y obtener así una huella evidente de su textura en bruto utilizada



Datos de interés

Nombre del proyecto: Finca Izaro.
Arquitectura: Martín Hurtado Arquitectos Asociados.
Ubicación: Chile.
Proyecto: Servicios Productivos Agrícolas IZARO.
Colaboradores: Ignacio Correa, Iván Salas, Andrés Suárez.
Proyecto electromecánico: Óscar Soto.
Proyecto estructural: Alberto Ramírez.
Volumen de concreto empleado: 120 m³.
Proveedor de concreto premezclado: Ready Mix.
Tipo de concreto: H-25.
Agregados o aditivos especiales: Sika 1 (impermeabilizante).



en todos los elementos. Los arquitectos nos recuerdan que “para la realización del concreto aparente se debe poner especial cuidado en confeccionar todos los moldes con modulaciones previamente acordadas, ya que poco puede ser improvisado con este material”.

El sistema de cimbra fue modulado en base al entablado de madera de pino de 1 x 4" machihembrado; con ello se formaron tableros reutilizables de 1.20 x 3.2 m utilizados alternadamente en forma horizontal y vertical, considerando cuatro usos por tablero. Para la junta de concreto fueron necesarios ángulos de 20 x 20 mm de manera que se consiguiera una línea continua. Como separadores de la cimbra se utilizaron calzas de este mismo material. En pocos casos se contempló el uso de moldes metálicos

vigilando que fueran lo suficientemente sólidos y rígidos para no deformarse durante el vaciado de concreto.

Máxima satisfacción

Es motivo de orgullo para los creadores mencionar que hubo un esfuerzo evidente por que los materiales e insumos empleados pudieran encontrarse en la ferretería más cercana con el cometido de producir elementos de bajo costo y nulo mantenimiento. Por ello, la plástica de los edificios intenta construir gestos y detalles con elegancia para provocar mayor interés en el espacio abierto. El proyecto considera los modelos de arquitectura local en cuanto a la utilización de energía solar pasiva en base a incorporar las ganancias

térmicas con el ingreso de métodos tradicionales de construcción asociados a una zona rural. La obra demoró 14 meses en construcción y seis meses en su fase de diseño. A decir del despacho: “Esta obra representa la oportunidad única de configurar un valle geográfico completo de más de 2000 hectáreas y darle a todo una unidad espacial y constructiva, entendimos bien el reto que era desarrollar un total de diez edificios de diferentes programas y dimensiones para emplazarlos en un terreno muy basto y con ellos urbanizar un valle completo compatibilizando las labores agrícolas con la continuidad del paisaje rural. Sin duda nuestro mayor orgullo es que en el contexto natural el proyecto integra en un manto continuo el paisaje natural y el creado por el hombre”. c

Un colorido paseo marítimo

Gabriela Celis Navarro

Fotos: Alejo Bagué



Benidorm es una ciudad de la comunidad valenciana (en España) de alto flujo turístico. De ahí la necesidad de espacios públicos de calidad que además, sean amigables con su entorno.



El Paseo marítimo de la playa poniente en Benidorm, España es una de las obras más recientes en materia de equipamiento urbano, que fuera proyectada por el despacho comandado por el arquitecto Carlos Ferrater (con

sede en Barcelona). Esta obra, a decir del propio despacho, plantea una renovación radical respecto a lo que en la actualidad se conoce como paseo marítimo. “Como principio, los paseos marítimos se plantean con el objetivo de definir una línea de borde que proteja a las poblaciones del embate del mar, al tiempo que organizan una circulación paralela a la costa, construyendo sobre ella las fachadas marítimas de las población”, informan.

En el caso del Paseo Marítimo de la Playa Poniente de Benidorm, el planteamiento del Ferrater y su equipo de trabajo quedó estructu-



rado como una franja de transición que permite no sólo solucionar los diferentes problemas que se plantean como fueron los colectores de alcantarillado, los cauces de aguas pluviales, los accesos sin barreras arquitectónicas a la playa, la comunicación con estacionamientos subterráneos ubicados bajo el

paseo, entre otras soluciones ahí desarrolladas que hoy hacen del turístico lugar un espacio limpio que se muestra pleno de “vida propia”.

Entorno y construcción

El interesante trazado de este paseo marítimo en Benidorm rememora a los acantilados y al oleaje. Éste se proyecta con superficies alveoladas mórbidas que generan diversas áreas de luz y de sombra, así como convexidades y concavidades que ayudan a para construir un lúdico escenario de plataformas y niveles que permiten su utilización ya sea como zonas de juego, para el ocio o para la meditación. Cabe decir que el material preponderante es el concreto blanco, “incorporando los bancos y elementos de mobiliario urbano en las formas, y diferenciando mediante texturas y colores los acabados de los pavimentos”.

La estructuración de este impresionante paseo fue realizada en capas, lo que resulta además lo más destacado de todo el

planteamiento constructivo. Sobresalen una serie de estratos que buscan tratar de salvar un desnivel de entre tres y cuatro metros de altura, adaptándose de manera equilibrada a la topografía, así como a los objetivos funcionales requeridos desde un primer momento. El primer nivel de este relieve es un muro de concreto blanco el cual quedó sustentado mediante contrafuertes. Además, también quedó configurado por repetidos módulos curvados lo cuales están rematados por márgenes alabeados que generan zonas de sombra. Sobre este molde fue dispuesta una segunda capa, la del pavimento, el cual se trata de una superficie que presenta un acabado con un motivo decorativo de círculos tangenciales, que fueron pigmentados con distintos colores que se distribuyen agrupados en gamas cromáticas. La última capa del recorrido está constituida por el mobiliario urbano y la vegetación que fue agrupada en “zonas verdes”, conformadas por la combinación de especies arbóreas, arbustivas o herbáceas, endémicas o adaptadas a la región.



Numeralia y diseño

En este Paseo fueron surcados más de 1,200 metros lineales a través de la costa. También, fueron movidos 35 mil metros cúbicos de tierra y se usaron más de 10,000 metros cúbicos de concreto. Por su parte, el diseño vanguardista emanado del despacho de Carlos Ferrater —que apostó por la combinación de tecnología constructiva y naturaleza— discurre de manera paralela al mar ocupando todo lo largo de la avenida de la Armada Española. En total, son 250 muros de concreto y otros tantos de armazones de madera, elaborados de manera artesanal que dieron por resultado formas sensualmente curvilíneas que

están presentes desde el mismo esqueleto de la obra.

Visto desde las alturas, este paseo marítimo de Benidorm pareciera adentrarse en la arena y el agua al haberse logrado eliminar los obstáculos visuales, mezclándose de manera orgánica con el horizonte y el paisaje. Por su parte, el ancho del paseo cuenta con cerca de 12 mil metros cuadrados de pavimento de porcelana de diferentes colores; esta anchura, por cierto, varía entre los 20 y

los 25 metros a lo largo de su recorrido, dependiendo de cuando se adentre o, al contrario, se aleje de la playa, creando así un vistoso mosaico de texturas.



Acerca del costo de la obra se informa que fue de más de 13 millones de euros que fueron aportados por la Generalitat valenciana con el fin de reinventar uno de los escenarios esenciales del Benidorm turístico, siendo éste uno de los espacios más concurridos por viandantes, corredores o fanáticos del patinaje.

Una arquitectura orgánica

Este paseo costero destaca sobre todo, por ese serpenteante trazado que reptaba por la arena con naturalidad y sosiego y que muestra líneas de diseño inspiradas, como ya se dijo, en la naturaleza, en los acantilados y en las mareas. La metodología creativa presentada por Carlos Ferrater, logra suavizar la fuerte transición entre ciudad y mar, neutralizando las sensaciones de bullicio y ajetreo, propias de un núcleo urbano, con la calma y el recogimiento que transmite el medio natural. Así, entre sus ondulantes líneas entrelazadas se configuran espacios con formas orgánicas que acogen estancias de descanso, rampas de acceso o parterres. Más de veinte colores se materializan a través de los pavimentos y se combinan con las tonalidades de la vegetación, la de sus flores, frutos, hojas y tallos. Cabe decir que con este proyecto hecho realidad se logró ampliar el espacio libre peatonal en detrimento del destinado a tráfico rodado, de común acuerdo con las disposiciones establecidas por la Ley de Costas para salvaguardar y delimitar las riberas. Así, pasear, vagabundear o simplemente contemplar la lontananza se convierte en un momento de enorme privilegio y confort por todos los espectros visibles de colores que enmarcan esta franja de la playa de Poniente. **C**

Datos de interés

Nombre del proyecto: Paseo Marítimo de la Playa Poniente.

Lugar: Benidorm, Valencia, España.

Cliente: Generalitat Valenciana/Ayuntamiento de Benidorm.

Fechas de construcción: 2005-2009.

Arquitectos: Carlos Ferrater Mora, Xavier Martí Gali.

Equipo: Luca Serullo, Nuria Ayala, Sofía Machado dos Santos, David Jiménez, David Abondano.

Estructura: PONDIO, Juan Calvo.



En pro de la **protección**

La sustentabilidad es un reto para el mundo entero; por ello, resulta tranquilizador que una de las empresas de mayor prestigio en el mundo tenga plena conciencia de lo que significa el manejo y la protección de los recursos naturales.

Juan Fernando González G.

Fotos: Cortesía CEMEX.

La responsabilidad social y la sustentabilidad son para CEMEX parte fundamental de su razón de ser, y no podría ser de otro modo para esta compañía que nació en 1906 y que ahora mismo tiene presencia en más de 50 países.

CEMEX, estandarte de la pujanza del norte de México, tuvo ventas globales netas por 14 mil 544 millones de dólares en 2009, lo cual le permite mantener su posición de liderazgo en la industria de los materiales de la construcción ya que es el mayor proveedor de concreto del mundo. Sin embargo, y sin temor a equivocarnos, se puede afirmar que el mayor activo de la empresa son los casi 50 mil empleados



que están distribuidos en todo el planeta, los cuales comparten un mismo *Código de ética y conducta*, vigente desde hace diez años.

De arriba abajo

En la carta de presentación del *Informe de Desarrollo Sustentable 2009*, el octavo en su historia, Jaime Elizondo, presidente de CEMEX México, dejó en claro que las acciones que desarrolla la empresa regiomontana se basan en cuatro ejes fundamentales:

- Calidad de vida en la empresa, renglón que busca impulsar el crecimiento y el desarrollo integral de sus colaboradores.

- Vinculación con la comunidad y compromiso con su desarrollo, lo que se materializa en una alianza con los vecinos de sus instalaciones para trabajar a favor del desarrollo de sus comunidades.

- Cadena de valor, cuyo objetivo es compartir el crecimiento con los proveedores, contratistas, distribuidores y clientes.

- Cuidado y preservación del medio ambiente, "en el que llevamos a cabo acciones para proteger y mejorar el entorno natural con acciones como el uso de energías alternativas y el aprovechamiento responsable del agua, entre otras cosas".

Elizondo enfatiza que en los últimos nueve años se han realizado, a través de los 12 Centros de Desarrollo Comunitario que CEMEX México ha establecido en nueve estados de la República, "alrededor de cuatro millones de acciones individuales en beneficio de los habitantes de las comunidades donde operamos. En el mismo sentido, seguimos impulsando otras soluciones sociales a las necesidades básicas de vivienda, como Patrimonio Hoy y Centros Productivos de Autoempleo, pro-



Juan Pablo García Garza, director de Relaciones Institucionales, de CEMEX y Osmín Rendón, presidente ejecutivo de la Cámara Nacional del Cemento.

yectos que fueron premiados por el Consejo de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN_Hábitat)".

CEMEX amplió durante 2009 el alcance de las iniciativas para el mejoramiento ambiental, apuntó Elizondo, "a través del uso de combustibles alternos y de la aplicación de proyectos de mayor eficiencia

energética en nuestras operaciones. Destaca Eurus, proyecto de generación de energía eólica que inició operaciones en 2009 y



que permitirá cubrir el 25% de las necesidades de energía eléctrica en nuestras plantas de cemento en México. Este tipo de iniciativas se han complementado con la instalación de nuevos viveros y microviveros en nuestras plantas de cemento y de concreto”, dice el directivo, quien señala que “los árboles y las plantas que en ellos se producen son aprovechados en la rehabilitación de canteras y en la reforestación de áreas públicas en diversas entidades del país, en jornadas en las que los empleados y familias de las comunidades participan voluntariamente”.

Palabras claves: Vinculación y compromiso

Gracias al vínculo con las comunidades, CEMEX ha apoyado a más de 420 localidades en el desarrollo de infraestructura, al tiempo de poner en marcha programas que refuerzan las relaciones comunitarias. Algunos de los logros obtenidos en 2009 son los siguientes:

- Afiliación de más de 33 mil nuevas familias al programa Patrimonio Hoy, que provee soluciones integrales y accesibles para la construcción de vivienda a familias de escasos recursos.
- Edificación de 37, 560 nuevas habitaciones, con un promedio de 10 metros cuadrados cada una.
- Mediante el plan Mejora tu calle, se pavimentaron 100 mil metros cuadrados de calles, lo que benefició directamente a más de dos mil familias en Sonora y San Luis Potosí.
- El compromiso siguiente es conseguir la afiliación de al menos 30 mil nuevas familias al programa Patrimonio Hoy, y la pavimentación de un total de 305 mil metros cuadrados de calles, en beneficio de 5 mil familias.

Cifras sustentables

- Nace CEMEX Vivienda, para apoyar a nuestros clientes con la construcción de comunidades sustentables, introducir sistemas de construcción y esquemas de financiamiento innovadores.
- Se logró disminuir el consumo de agua por tonelada de cemento en 3.4%, respecto al 2008,
- El 100% de las canteras de plantas de cementos cuentan con planes de rehabilitación.
- La operación de CEMEX Transporte muestra una reducción de más de 39 mil toneladas de CO2 emitidas.
- El porcentaje de sustitución de combustibles alternos pasa de 5.4% en 2008, a 8.3% en 2009.

Especial atención merecen los Centros Productivos de Autoempleo (CAP), los cuales operan bajo un esquema sumamente novedoso y rentable. CEMEX es el responsable de capacitar al encargado del Centro, quien posteriormente, hará lo mismo con los empleados. A continuación, se forman cuadrillas de entre tres y cinco personas para trabajar en la producción de materiales para la construcción. Si se trabaja en la elaboración de block, por ejemplo, la mitad de la producción se quedará en el Centro para que pueda ser comercializada por la cadena de valor, y la otra mitad (dos mil blocks por persona) se la lleva el trabajador como pago a su colaboración. De

esta manera, tendrá el material para construir su propia vivienda.

Durante 2009, gracias a este programa se fabricaron 676 mil blocks, lo cual benefició directamente a 911 familias. Además, se logró la diversificación de materiales, toda vez que, además del block, se elaboró piedra de pavimentación, castillos de acero, postes de concreto y mobiliario urbano. Los ladrillos se sustituyeron por blocks, debido a que éstos son más respetuosos del medio ambiente. El compromiso para el siguiente año es la apertura de 22 CPA en toda la geografía nacional y el impulso a la rentabilidad y la integración de nuevas técnicas de vivienda sustentable en los ámbitos urbano y rural.



Eficiencia en el consumo de materiales

- Co-procesamiento de mayores cantidades de materiales alternos en sustitución de materias primas naturales, y uso de combustibles alternos.
- Optimización del uso energético y la eficiencia operativa.
- Optimización del factor de clinker en la elaboración del cemento.
- Estricta planeación de la producción y el manejo logístico de los recursos.
- Máximo rendimiento de los equipos.
- Impulso al desarrollo de técnicas innovadoras y con más alta confiabilidad para el mantenimiento de equipos e instalaciones.
- Reciclaje de concreto de retorno.

Viveros al por mayor

Uno de los programas que ha adquirido una gran fuerza son los Viveros CEMEX Cerca de ti, esfuerzo que se traduce en el establecimiento de un total de 15 mil viveros y microviveros que producen más de un millón 581 mil plantas y árboles nativos anualmente. Todos estos recursos naturales sirven para reforestar áreas verdes, canteras, terrenos aledaños a las plantas y espacios públicos. En 2009, Cemex donó más de 93 mil árboles.

Otro ejemplo tangible del apoyo que CEMEX brinda a la naturaleza es el de la sierra del Abra Tanchipa, una reserva natural de 21, 464 hectáreas que se localiza a dos kilómetros de distancia de la planta de cemento localizada en Tamuín, San Luis Potosí. En esa región Cemex colabora en proyectos de mejora comunitaria y de promoción para el cuidado y respeto de las áreas naturales. Los viveros comunitarios han sido determinantes para la producción de especies endémicas nativas, como es el caso del "soyate", planta conocida popularmente como "pata de elefante". Para el 2010, quedó basado en la siembra de más árboles en espacios comunes; en incrementar el número de voluntarios y los lugares a reforestar; en reforzar alianzas con escuelas, comunidades e

instituciones públicas y privadas; en construir nuevos viveros en las plantas de Monterrey, Ensenada y Barrientos (Estado de México), así como en instalar un microvivero en Tijuana.

Cambio climático y sustentabilidad del cemento

CEMEX fue una de las primeras empresas en levantar la mano para seguir con rigor las recomendaciones de la Convención de la ONU sobre Cambio Climático, y es por ello que ha tomado diferentes determinaciones en el campo de la eficiencia energética, el uso de materias primas y combustibles alternos y otras fuentes de ener-

gía renovable. Asimismo, trabaja desde hace tiempo en el desarrollo de diversas investigaciones para explorar nuevas tecnologías de captura y almacenaje de carbono. Derivado de estos preceptos, la cementera logró en 2009 una reducción de 6.3% en las emisiones de CO2 absolutas totales en el proceso de fabricación de cemento respecto del año anterior; es decir, una disminución de 944,910 toneladas. Redujo, asimismo, las emisiones directas de CO2 al pasar de 13 millones 803 mil en 2008 a 12 millones 64 mil en 2009.

La visión de la cementera es realista y espera abatir mucho más este tipo de contaminantes a la atmósfera en los próximos años. De tal suerte, la visión que tienen para el año 2015 se enfoca "en reducir en 25% las emisiones específicas de dióxido de carbono, contra la línea base de 1990. Un importante avance para alcanzar esta meta se dio en CEMEX México en 2009, con la reducción en 7% de las emisiones de CO2 totales directas, en comparación con las del año anterior. Esto representa para México una reducción acumulada de más de 15% en comparación con el 2007". c



Cambiando paradigmas

Uno de los lugares más bellos de la zona conurbada de Monterrey es, sin duda alguna, Santa Catarina donde la historia y la impactante naturaleza son motivo de celebración. Y es en este lugar donde se encuentra Las Anacuas.

Texto y fotos: Yolanda Bravo Saldaña

El conjunto de viviendas denominado Las Anacuas, en el municipio de Santa Catarina, Nuevo León fue recientemente uno de los honrosos finalistas del Premio Obras CEMEX (en su edición XIX), dentro de la categoría de Vivienda de Interés Social. En términos generales se trata de





un interesante proyecto hecho realidad que demuestra que se puede hacer vivienda de interés social, en donde puedan cumplirse cabalmente con los estándares de calidad a que toda familia tiene derecho.

El proyecto surgió en el mes de noviembre de 2008 con la idea de demostrar a los desarrolladores de Nuevo León que sí es posible construir vivienda económica, a pesar del alto costo de la tierra. Cabe señalar que Las Anacuas—cuyo nombre proviene de un árbol propio de la zona— es un fraccionamiento conformado por 14 edificios que, en su conjunto, suman 70 viviendas, además de poseer 2,200 metros cuadrados de áreas verdes. En cuestiones monetarias, conviene subrayar que el precio final de

estas unidades habitacionales se encuentra en un rango de entre 260 a 290 mil pesos, costo cercano a lo que propone actualmente el Instituto de la Vivienda de Nuevo León, promotor de la obra.

Datos de interés

Nombre de la obra: Las Anacuas.

Ubicación: Santa Catarina, Nuevo León.

Superficie construida: 5,797 m².

Construcción: Axis de Monterrey SA de CV.

Proyecto arquitectónico: Elemental SA Chile.

Diseño estructural: Instituto de la Vivienda de Nuevo León (IVNL).

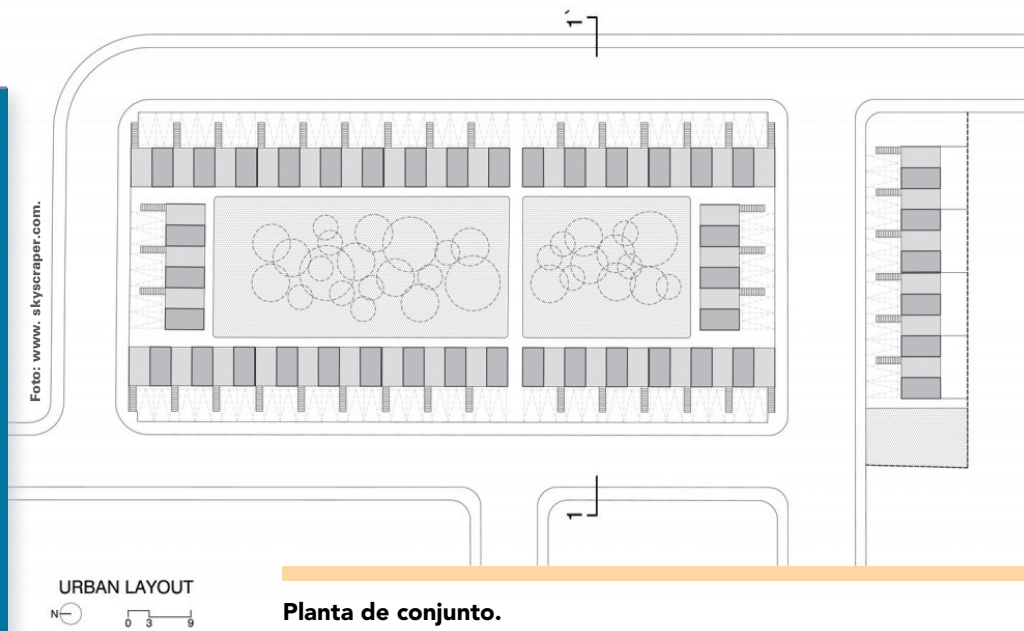
Materiales: Concreto armado y bloque de concreto.

La construcción y comercialización de la obra quedó a cargo de la empresa Axis de Monterrey. Por su parte, el Gobierno del Estado de Nuevo León le encargó al despacho de Roberto Aravena, de la Empresa Elemental, diseñar el citado conjunto de 70 viviendas las cuales quedarían desplantadas en un terreno de 0.6 hectáreas, localizado en un barrio cuya característica principal es el encontrarse en una ladera dentro del municipio de Santa Catarina.

El proyecto de Las Anacuas planteó el desarrollo de un edificio continuo de tres pisos de altura, en cuya sección fueron superpuestos una vivienda, en primer nivel, y un departamento dúplex, en segundo y tercer niveles. Ambas unidades

Los datos del concreto

- $F'c=200 \text{ kg/cm}^2$ (TMA 20MM). Cimentación (Zapatatas). 19m^3 (Cantidad por edificio); 266 m^3 (Cantidad por proyecto). Concreto dispuesto por tiro directo.
- $F'c=200 \text{ kg/cm}^2$ (TMA 20 MM). Losas y escaleras. 43 m^3 (Cantidad por edificio). 602 m^3 (Cantidad por proyecto). Concreto dispuesto de manera bombeable.
- $F'c=150 \text{ kg/cm}^2$ (TMA 20MM). Contracimiento y firme. 14 m^3 (Cantidad por edificio). 210 m^3 (Cantidad por proyecto). Concreto dispuesto por tiro directo.
- $F'c=100 \text{ kg/cm}^2$ (TMA 20MM). Banquetas. 16 m^3 (Cantidad por edificio). 224 m^3 (Cantidad por proyecto).



Planta de conjunto.

fueron diseñadas con el propósito de facilitar de manera técnica y económica al estándar final del posible habitante –de clase media–, una vivienda de 40 m^2 . Las partes difíciles de la casa, como son baños, cocina, escaleras y muros medianeros, fueron diseñados para un escenario ampliado; es decir, para una vivienda de más de 58 m^2 y un dúplex de aproximadamente 76 m^2 .

Dado que casi el 50% de los metros cuadrados del conjunto de Las Anacuas fue realizado con auto-construcción. El edificio es poroso para que los crecimientos ocurran dentro de su estructura. Por una parte, señalan los miembros de Elemental, se quiso enmarcar y ritmar (más que controlar) la construcción espontánea para evitar el deterioro del entorno urbano en el tiempo y por otra parte, para hacerle más fácil el proceso de ampliación a cada familia. En este sentido, la cubierta continua que fue propuesta en el proyecto sobre llenos y vacíos, protege de la lluvia las zonas de ampliación al tiempo que asegu-

ra el perfil definitivo del edificio frente al espacio público.

“La experiencia nos dice –señalan sus creadores– que en barrios de clase baja las áreas verdes tienden a ser ‘de tierra’, debido a la escasa manutención y a la distancia que existe entre área verde y casa, lo que impide a los vecinos que la puedan cuidar”. En este aspecto, lo que los creadores de Las Anacuas hicieron fue “rodear” el área verde con el edificio, reduciendo así al

mínimo la distancia entre el espacio comunitario y las viviendas. Esto permitió definir un espacio colectivo de accesos resguardados, que da lugar a la interacción de las redes sociales, generando las condiciones favorables para que la manutención y cuidado suceda por la misma proximidad de las casas. Así, todos los departamentos tienen acceso directo desde el espacio público y estacionamiento, condición especialmente relevante en un país



en el que cualquier familia puede acceder a un automóvil. La blancura de la obra; su simétrica proporción; las impresionantes vistas que se tienen por cualquier punto cardinal, hacia la cercana serranía y la calidad compositiva destacan sobremanera en esta pequeña gran obra de vivienda de interés social que sin duda alguna, tiene todos los elementos para convertirse en paradigma en materia de vivienda de interés social

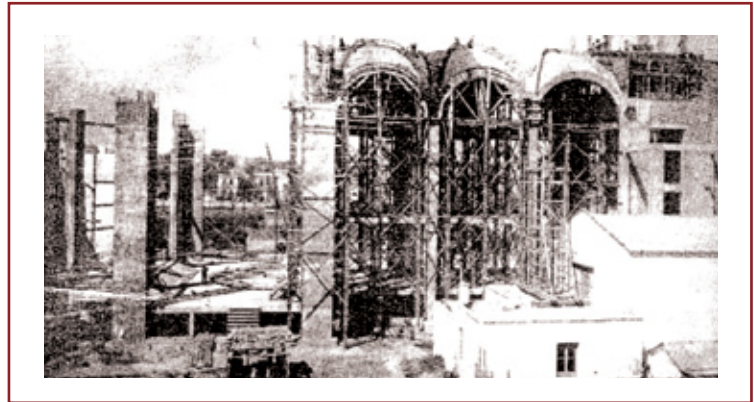
Importantes reconocimientos

El conjunto de viviendas de interés social Las Anacuas de Santa Catarina, Nuevo León, no sólo resultó ser un selecto finalista en la pasada XIX edición del Premio Obras CEMEX. Cabe decir que con anterioridad, también fue galardonado por el Museo del Diseño de Londres, Inglaterra, con un premio denominado *Brit Insurance Design Award*, el cual está considerado por muchos como el "Óscar del diseño". Este importante galardón reconoce a los diseños más atractivos y de carácter progresista en el ámbito internacional a través de siete categorías, a saber: Arquitectura; Moda; Muebles; Gráficos; Interactivos; Productos y Transportes. La valiosa presea del Museo del Diseño –en el caso del conjunto de viviendas Las Anacuas–, reconoció la vocación social del diseño elaborado por Elemental ya que en este conjunto habitacional, la firma implementó un concepto de diseño innovador caracterizado por la construcción, en una primera etapa, de la "parte difícil" de una vivienda (dado el bajo presupuesto disponible), pero bajo una estructuración tal que facilita la ampliación futura de la vivienda, a menor costo, sin detrimento de la estética del conjunto. ©





Templo de la Sagrada Familia.



Estructura del Templo de la Sagrada Familia.

La labor de un visionario

En un libro que resulta un verdadero tesoro para la historia del concreto en México, el ingeniero veracruzano Miguel Rebolledo da una visión general del estado del material en la primera mitad del siglo XX.

“El cemento armado tiene un lenguaje que sólo sus adeptos lo entienden; tiene oídos, tiene voz; una voz misteriosa que nos dice de sus triunfos”.

Hennebique

Gabriela Celis Navarro

Impreso por Editores e Impresores Beatriz de Silva SA, el libro *Cincuentenario del concreto armado en México* (1902-1952), escrito por el ingeniero Miguel Rebolledo es una de las escasas obras de la época publicadas en México que da cuenta del uso del concreto en los primeros cincuenta años del siglo XX. Y quién mejor que el ing.

Rebolledo, responsable en mucho de los inicios del concreto en nuestro país, para hacer esta joya bibliográfica de la construcción.

Acerca del autor

El ingeniero Miguel Rebolledo –nacido en Perote, Veracruz en 1868– fue el introductor el sistema de concreto armado en México. Este destacado profesionalista que estudió en el Colegio Militar, fue enviado a Francia para estudiar ingeniería naval. Tiempo después, fue funcionario

de la Secretaría de Guerra y Marina por lo cual realizó diversas obras portuarias. En sociedad con el contralmirante Ángel Ortiz Monasterio introdujo en México el concreto armado en 1902.

Entre las obras construidas por Miguel Rebolledo –las cuales son mencionadas y descritas en el libro anteriormente citado– están el Edificio Gante, localizado en la calle del mismo nombre, esquina con Francisco I. Madero, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Este inmueble, cabe decir,

fue construido en 1922, con planos del arquitecto Silvio Contri y del ingeniero Carlos Burgatta. Otra obra importante realizada por el ing. Rebolledo es el Templo de la Sagrada Familia, en la colonia Roma.

Información de gran valor

En los primeros párrafos de su libro, Miguel Rebolledo cuenta que el ing. Ortiz Monasterio, quien fuera su profesor de Astronomía en el Colegio Militar, estableció en 1901 una pequeña oficina;

insignificante": un sótano de una pequeña casa comercial localizada en la esquina de las calles de París y Artes donde creó, con el ingeniero Sánchez Facio "cimientos de poca importancia". Para fines de 1902 viaja a Francia y visita la casa Hennebique. Ahí consigue la representación del sistema de pilotes de concreto armado llamado Compressol (Compresión del suelo), un sistema que estaba de boga en Europa. Reconoce que los pilotes Compressol fallaron en algunas aplicaciones "tal vez por su poca profundidad".

al Banco Hipotecario, ubicado en la calle de República de Uruguay. Esta obra consistía en "una plataforma de cimentación, muros del primer cuerpo de 12 cms los del segundo y de 8 cms del tercero". Todos los pisos y las escaleras también eran de concreto armado, "constituyendo así un verdadero cajón con mamparos divisorios". Para Rebolledo, éste era el tipo de uso de concreto más conveniente para la Ciudad de México por su peso poco relativo, su indeformabilidad, así como por su gran resistencia contra los sismos. Reconoce



Banco Hipotecario.



Casas del ingeniero Rebolledo, construidas en la calle de Nogal.



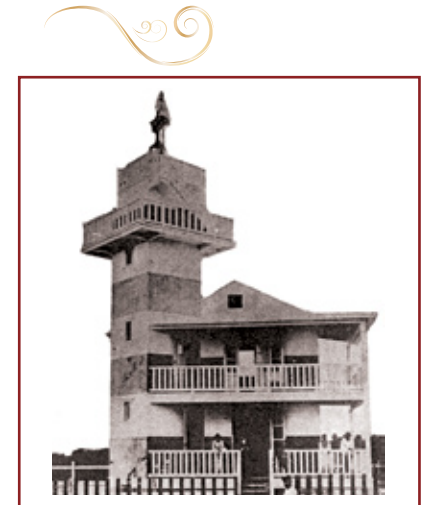
hecho importante para la futura relación profesional. Después de haber sido su profesor, fue su jefe y fue en esa dupla que en que se hicieron socios e introdujeron en México, según se lee "el novísimo sistema de construcción llamado en ese entonces *cemento armado* y en la actualidad *concreto armado*". El autor reconoce que la idea la tuvo desde tiempo atrás cuando estando en Francia, "país de origen del cemento armado".

Rebolledo señala que la primera vez en la cual es implantado el sistema de "cemento armado" fue en lo que él consideró una "obra

En 1904, señala Rebolledo, hizo una obra de importancia en concreto armado, el edificio destinado



Anfiteatro Simón Bolívar.



El Faro de Nautla.



Cuartel de Artillería por San Lázaro.



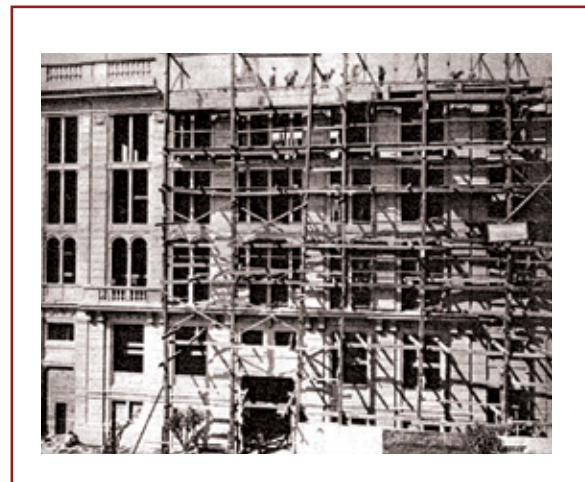
Hotel Regis.

que el sistema resultaba caro por lo cual tuvo la necesidad de adaptarlo, para casas de dos y tres pisos, en un sistema mixto que consistía en hacer muros delgados de 14 cm de tabique de barro, ligados entre sí por columnas ligeras, llamadas después castillos y sus cadenas de concreto armado. En este caso, el autor pone por ejemplo, las casas de su propiedad, construidas en la calle de Nogal.

Para 1905 se hacen los cimientos del icónico edificio de La Mexicana, localizado frente a la Iglesia de la Profesa, en el centro Histórico, así como los faros de Nautla y Tecolutla. Dos años después, con el arq. Samuel Chávez, realizan en concreto armado una de las obras más notables de la arquitectura propiedad de la UNAM, el Anfiteatro Simón Bolívar, que formó parte de la ampliación a la entonces Escuela Nacional Preparatoria. Resulta interesante la fotografía que



de este recinto presenta en su libro Rebolledo, entre otras razones, pues es anterior a la realización del famoso mural de Diego Rivera que todos conocemos.



Periódico Excélsior.

La iglesia de la Sagrada Familia

Para Miguel Rebolledo, una de las obras más importantes de su curriculum es el Templo de la Sagrada Familia, cuya estructura fue terminada en 1908. De ésta explica los detalles: "Pilotes Compressol de cemento armado, sobre ellos una plataforma muy importante, columnas, cúpula, torre y bóvedas del mismo material". Esta obra fue proyectada por el arq. Manuel Gorozpe quien, a decir del ing. Rebolledo "desde años atrás se había declarado partidario del cemento armado". Con Gorozpe, Rebolledo realizó otros notables trabajos con cemento armado, como fueron las obras de ampliación del Seminario Conciliar de la calle de San Jerónimo.

En 1909, señala el autor, "hice la ricimentación del Cuartel de Artillería por San Lázaro, con Compressol, y en 1910 [año de la conmemoración del Centenario de la Independencia], los cimientos y estructura del Monumento a Benito Juárez en la avenida Juárez. Para esa obra, además del sistema Compressol, colocó una plataforma de cimentación.

Subraya que el terreno donde había sido desplantado el monumento "era muy malo, no podía soportar más de 250 gramos por centímetro cuadrado". También de 1910 son las obras que hace para el edificio del periódico El Imparcial, proyecto del arq. Vallejo. Esta obra, con el paso de la Revolución cam-



El edificio Thermidor

bió de dueño y función, convirtiéndose en el Hotel Regis.

La etapa revolucionaria

Así describe esos años el ing. Miguel Rebolledo: "Llegó el año de 1911, caída del régimen porfirista. La Revolución no se contuvo con la desaparición del general Díaz; sucedieron levantamientos y una lucha intestina que nos crispera los nervios al recordarla. Se hundió el país en la miseria, mientras la lucha fratricida tenía lugar en todo él. Se agotaron todos los recursos, se acabaron las obras, los que tenían recursos propios se los fueron comiendo, los que no los tenían se dedicaron muchos de ellos a la guerra, otros a vivir al día. Puedo decir que de 1912 a 1919 no se hicieron obras de ninguna especie en la ciudad y en todo el país". Para 1919, Rebolledo logró el contrato para la ampliación del Hotel Regis, la obra de una casa comercial en Jalapa, Ver., y alguna que otra casa habitación, según menciona.

A partir de 1922, Rebolledo trabaja de manera prolífica en

obras como el edificio del periódico *Excelsior*, en Bucareli y Reforma; el de High Life; el del Correo Francés; en la ampliación de los almacenes del Palacio de Hierro; la Fábrica de Cerillos "La Imperial"; la Fundación Mier y Pesado; el Hotel La Marina, en Acapulco Guerrero, (primer proyecto del arquitecto Carlos Lazo); el edificio "Industrial", en avenida 20 de Noviembre; el edificio Thermidor, en la esquina de las calles de Palma y Venustiano Carranza; el edificio "Juana de Arco", en 20 de noviembre; el Templo del Inmaculada Concepción de María, en la colonia del Valle, proyectada por el arq. Antonio Muñoz, entre otras obras.

Rebolledo reconoce que con el paso del tiempo, los pilotes Compressol no dieron los resultados que él buscó, "por ello tuve que abandonarlos, convencido como estoy de que con pilotes de cemento armado se consigue el sistema más adecuado de cimentación para edificios altos, estuve ensayando varias soluciones para ese problema: por una parte, el clavado, en el contorno de varios sótanos importantes, de

tablestacas de concreto armado, de 5 a 6 metros de profundidad, perfectamente ligadas a la plataforma de cimentación trabajando como ménsulas para formar un cajón invertido y evitar que se escape el terreno lateralmente". Posteriormente, utilizó pilotes tubulares de concreto armado —en el Hotel del Prado—, con diafragma, cortos, voluminosos cuya parte inferior constaba de un pequeño cajón cilíndrico individual, dentro del cual quedaba encerrada una fracción del terreno sin posibilidad de escape lateral. Para 1930, y después de haber probado con otro tipo de cimentación y de pilotes, pensó que para ejercer una buena competencia contra los de madera, debía hacerlos con una capacidad de carga considerable para que el número de pilotes disminuyera y los refuerzos de las vigas de cimentación por las contracciones de la reacción del pilote, resultarían de menor importancia gracias a que se pudieran colocar lo más cerca de las bases de las columnas; éstos serían los pilotes largos de concreto armado, a los cuales les dedicó un folletín aparte.

Para 1950, el ingeniero organiza la sociedad Construcciones Ingeniero Rebolledo y continúa su trabajo en obras tan emblemáticas como las estructuras del Club España; la iglesia de la Gualupita y, de manera sobresaliente, en las obras de construcción de la Biblioteca Central de la naciente Ciudad Universitaria. A punto de cerrar su escrito, Rebolledo cita a Hennebique, con una frase a la vez que contundente, bella: "El cemento armado tiene un lenguaje que sólo sus adeptos lo entienden; tiene oídos, tiene voz; una voz misteriosa que nos dice de sus triunfos". **C**

Heredero y maestro

La arquitectura de un país es parte sustancial de su cultura; resulta la manifestación más perdurable de su historia e idiosincrasia. Así, a través de sus edificios, algunos tan altos que desafían la vista, o tan hermosos como una escultura para habitar, los seres humanos han plasmado sus deseos de trascendencia, así como las mismas etapas de su evolución. En este sentido, en México, los proyectos culminados por el arquitecto Javier Sordo Madaleno Bringas, son huellas imborrables en la fisonomía toda de nuestra nación.

Su quehacer constructivo se ha caracterizado por lograr espacios claros y definidos, de gran fuerza y personalidad gracias a diversos elementos visibles en el manejo de la luz, en la textura y el color e inmersos en una volumetría evidente; todos ellos componentes fundamentales en sus obras. Sobre este punto, Sordo Madaleno expresa: "Para mí, los materiales con los que trabajo expresan cosas, por lo que se deben seleccionar dependiendo de la obra que vas a realizar y lo que quieres expresar. Los materiales son una forma de expresión del arquitecto y a mí particularmente, me gustan más los materiales naturales. En el caso del concreto, éste ha permitido a la arquitectura actual hacer grandes cosas gracias a su eficiencia como el poder con el concreto, librar enormes claros estructurales. Para mí, el concreto es un elemento muy interesante en nuestro país".

Ícono de la arquitectura

A través de más de 28 años dedicados a la arquitectura, Javier Sordo Madaleno es uno de los más destacados exponentes de esta disciplina a nivel internacional, entre otras razones, porque ha abarcado las más diversas tipologías. Entre sus obras más destacadas están la construcción de los Hoteles Westin Regina de Puerto Vallarta y Los Cabos, el Club de Industriales, la Torre Centenario, las Salas Cinematográficas del Centro Nacional de las Artes, el Corporativo Cuervo, el Corporativo Hérdez, así como el Centro Cultural Arte Contemporáneo, además de numerosas residencias ubicadas en diversos países del mundo.

Rocío Nava Quintero

Retrato: A&S Photo/Graphics

Uno de los arquitectos más prolíficos de México es sin lugar a dudas, Javier Sordo, un personaje que ha labrado con calidad un camino de triunfos arquitectónicos.



Su prolífico trabajo, lo ha llevado a recibir a lo largo de su trayectoria reconocimientos nacionales e internacionales que lo motivan a seguir diseñando y proyectando, a continuar construyendo edificaciones que superen a las anteriores en todos los aspectos. “Los premios y reconocimientos que he recibido me empujan a seguir creando cada vez mejores edificios para dejar un impacto positivo en la zona donde se desarrollan”.

Javier Sordo realizó sus estudios en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Iberoamericana entre 1974 y 1979, para luego, en 1982, integrarse al despacho Sordo Madaleno Arquitectos, fundado por su padre, el reconocido arquitecto Juan Sordo Madaleno. “La más grande de las enseñanzas que me dejó mi padre fue definitivamente, la creación de espacios y la permanencia de la arquitectura en el tiempo”. Así reflexiona al recordar los más de 50 años que este despacho ha estado involucrado en el rubro inmobiliario de México, siendo precursor de los primeros centros comerciales como Plaza Universidad y Plaza Satélite, lugares que hasta hoy son ejemplo de atemporalidad.

Ya como Presidente de la firma, Javier Sordo ha participado en la construcción de edificaciones comerciales tan representativas en nuestro país como el Centro Comercial Santa Fe, el conjunto Moliere 222, Angelópolis –en la ciudad de Puebla–, el exclusivo centro comercial Antara en la capital mexicana y en Guadalajara, así como una de sus más recientes creaciones, el centro comercial Andares, al que define como “un espacio comercial que nos invita a estar, permanecer y pasear en él, dejando atrás la percepción de una máquina sólo de consumo, concepto al que todos los centros comerciales se dirigen. Andares



Foto: upload.wikimedia.org.

es un lugar en el que espero que la gente que lo visite pase un rato agradable, pueda gozar un poco de la naturaleza y al mismo tiempo, tenga todos los servicios y comercios que necesite”.

Acerca de su propia evolución como arquitecto, Javier Sordo –quien también es notable ganadero de toros de lidia– reconoce que conserva mucho de las bases con las que se inició, sin embargo, “lo bonito que tienen los años es la experiencia que te va abriendo el panorama, por eso hoy estoy haciendo mejor arquitectura que al inicio de mi carrera, pues actualmente no sólo los espacios públicos, sino también los habitacionales, son cada día mejores, más eficientes y toman más en consideración al ser humano”.

Hacer ciudad con responsabilidad

Su contribución en el desarrollo urbano del Distrito Federal, lo ha hecho participe también de las necesidades que en el rubro arquitectónico presenta una de las urbes más grandes en el mundo,

pero también de las soluciones que requiere; “las obras públicas son importantes en una ciudad como ésta ya que ofrecen mejores espacios y renuevan las áreas de la metrópoli para que la gente que las habita las disfrute y aproveche”, dijo al referirse a los diversos trabajos que actualmente se desarrollan en distintos puntos de la ciudad de México y su área conurbada. Sin embargo, reconoce que quedan muchas cosas por hacer para que la capital de nuestro país sea reconocida como un lugar arquitectónicamente equilibrado. “Para mí, lo más interesante sería la recuperación integral del Centro Histórico y la elaboración de un plan maestro a largo plazo, que ofreciera la oportunidad de crear obras para su rescate, mediante un método que permita un desarrollo congruente para los próximos 25 años”.

El arquitecto Sordo Madaleno abundó en el tema del futuro a mediano y largo plazo no sólo a nivel nacional, sino de manera globalizada, al referirse a la importancia que la sustentabilidad ha cobrado en todos los aspectos de la vida del ser humano, ya que después de un crecimiento desordenado y de la explotación irracional de los recursos naturales, es preciso detener el paso y hacer planes para no continuar con esta sinergia destructiva. “La sustentabilidad es un tema vital; vamos a tener que ser más conscientes de ella. Debemos conservar nuestro entorno agradable para que nuestro hijos y nietos tengan un mundo mejor donde vivir; por eso es preciso aprender a respetar más la naturaleza”, compromiso que sin duda es también ahora mismo, punto



Foto: Yolanda Bravo Saldaña.

focal a la hora de proyectar y llevar a cabo la construcción de cualquier edificio u obra pública. Asimismo, nuestro entrevistado señaló que hay muy buenos arquitectos en nuestro país, con muchas posibilidades de crecimiento y proyección, por lo que instó a las nuevas generaciones y a los que ahora mismo están realizando diversos proyectos, a buscar una participación más activa en el mercado internacional, dando a conocer la propuesta que México ofrece al mundo entero. Al mismo tiempo, reconoció que en este momento la situación constructiva local se está recuperando significativamente, ya que las posibilidades de desarrollar proyectos importantes son ahora más y mejores, pues se han reactivado obras que hasta el año pasado habían permanecido detenidas.

Una historia de éxito

Su creatividad no cesa, sigue enfocada en la instauración de espacios donde la luz, la textura y los matices hablen de su experiencia, de su ge-

nio creativo; provocando asombro y ofreciendo no sólo un sitio para vivir, para convivir y estar, sino un lugar donde cada metro cuadrado exprese equilibrio y funcionalidad, belleza y servicio, comodidad y calidez. "En este momento, estoy realizando un proyecto muy importante en la ciudad de Querétaro, se trata de un centro regional de gran interés; también estoy diseñando mi segunda iglesia y en la ciudad de Monterrey, desarrollando otro proyecto muy significativo".

Cabe decir que en noviembre del 2009, el arquitecto Javier Sordo Madaleno fue galardonado con el Premio al Mejor Edificio en la Categoría Health, por el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón ubicado en la ciudad de Tampico, y lo recibió en el marco del World Architecture Festival celebrado en Barcelona, España, siendo el único arquitecto mexicano que ha sido nominado en la categoría de salud dentro de este festival, en el que se tomó en cuenta el concepto de un edificio innovador, creativo y al servicio de la comunidad. También,

el Centro Comercial Andares ubicado en Guadalajara, Jalisco, recibió el Gold Award de Diseño como el mejor Diseño Innovador, una importante premiación organizada por el International Council of Shopping Centers, dentro de la celebración de la Primera Convención de Centros Comerciales de Latinoamérica, que se llevó a cabo en la ciudad de Panamá. Es de destacar que en este proyecto, Sordo Madaleno Arquitectos plasma todo su concepto de espacios grandes y abiertos, lleno de colores que dan vida; que se distingue por ofrecer un estilo completamente diferente a lo que hasta hace poco tiempo se podía disfrutar en un conjunto comercial, lo que lo ha llevado a convertirse en el más grande e importante del occidente mexicano.

El arquitecto Sordo Madaleno ha participado también activamente dentro de organizaciones relacionadas con su gremio y con otros aspectos de la vida nacional, ya que es miembro del Colegio de Arquitectos de México, integrante de la Sociedad Mexicana de Arquitectos y de la Academia Nacional de Arquitectura, de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios y del Patronato del Teletón; consejero del Club de Industriales, de los Hoteles Intercontinental y de importantes centros comerciales como Plaza Satélite, Plaza Universidad, Antara y Angelópolis. En suma, su trayectoria y su visión constructiva lo colocan en la cúspide de la arquitectura global, marcando importantes pautas en lo que a espacios públicos de convivencia se refiere, estableciendo modelos a la hora de diseñar una residencia o un corporativo, participando activamente en el desarrollo mismo de nuestro país, compartiendo pasiones como la fiesta de los toros y viviendo intensa e incansablemente su momento, en el tiempo y en el lugar ideal. c

Lo más reciente

Apenas el 18 de noviembre pasado, Grupo Sordo Madaleno inauguró la ampliación del Centro Comercial Premium Outlets Punta Norte, que cuenta con 30 nuevos locales comerciales más ubicados en dos plantas, lo que representa una inversión de más de 40 millones de pesos. Durante la ceremonia inaugural, Javier Sordo señaló que: "El concepto outlet está probado en otras partes del mundo y ha sido muy exitoso; por tanto, el futuro de los centros comerciales de este tipo es prometedor, no sólo porque en tiempos difíciles de la economía los potenciales clientes buscan ofertas, sino también porque el consumidor hace compras más inteligentes".



Foto: Yolanda Bravo Saldana.

Ornamentando con...

Juan Fernando González G.

Durante los primeros años del siglo XX se desarrolló lo que más tarde se configuraría como el Art Déco, un estilo que surgió por la preocupación de un grupo de diseñadores y arquitectos europeos que buscaban revalorizar el diseño decorativo, que hasta entonces era considerado como un arte menor.



Con el paso del tiempo, la corriente Art Déco, llegó a tierras estadounidenses para luego hacer una escala en México y seguir su paso hacia el sur del continente americano. Vale la pena recordar que el diseño Déco es una mezcla variada de estilos pero con sellos particulares que permiten su fácil identificación. La geometría es la base del diseño, con sus líneas simples y bien trazadas; sus colores vibrantes y sus patrones que suelen repetirse una y otra vez. El Art Déco se inspira también en la naturaleza, y es por ello que inserta figuras humanas y animales dentro de las líneas geométricas ya citadas.

La expansión de este estilo pudo ser posible gracias al surgimiento de una nueva clase media que podía adquirir objetos de lujo a precios razonables. Es aquí donde entra en acción el cemento, un material relativamente nuevo para aquella época, que empezó a ser utilizado para crear un gran número de elementos arquitectónicos que fueron considerados de buen gusto, e incluso lujosos, pero a un precio sumamente accesible. Cabe subrayar que las colonias de la Ciudad de México en las que este tipo de ornamentos lucieron por mucho tiempo fueron Condesa, Roma, Juárez y Polanco, entre otras, verdaderas obras de arte que hoy sucumben ante los cambios que exige la modernidad.

Mejor por su costo

Las molduras para fachadas son piezas importantes en el diseño de los edificios, toda vez que cumplen con la función estética de adornar y proteger la parte exterior. Al mismo tiempo, generan un contraste con las áreas planas eliminando la monotonía constructiva. Mucha gente opta por colocar fachadas de cantera, un material muy caro, que de ninguna manera se compara con el concreto celular aligerado, el cual es 50% más económico y más rápido en su corte e instalación.

Cien años

Heredero de una empresa con gran tradición, Gabriel Moreno Chávez, director general de Molduras y Ornamentos Roa, recibe a *Construcción y Tecnología* en el mismo lugar en que el ingeniero Fernando Chávez Roa empezó a diseñar y construir innumerables piezas de concreto, las cuales vistieron una gran cantidad de casas y edificios de las colonias con mayor abolengo del México de principios del siglo XX.

La empresa mexicana, localizada en la colonia Escandón, de México, DF, se dedica a la fabricación de molduras y otros elementos arquitectónicos que ornamentan las fachadas y los espacios interiores de todo tipo de edificación. "Utilizamos yeso y poliuretano para la confección de diversas piezas", señala Moreno Chávez; pero es una realidad que el concreto es el elemento de mayor demanda entre nuestra clientela debido a sus múltiples propiedades".

Sin duda alguna, "el concreto ha probado ser un material sumamente duradero que permite, además, lograr un magnífico acabado y manejar un costo bastante razonable para el público", dice el entrevistado, quien señala que los arquitectos e ingenieros son sus principales clientes, aunque a últimas fechas las casas de materiales de construcción se han interesado en la línea de productos que manejamos.

Mejor por su rentabilidad

Como los ornamentos de concreto se realizan mediante un proceso artesanal, no se requiere de maquinaria costosa ni de alta tecnología. Por ello, los costos al público son accesibles y la ganancia para el fabricante es rentable.

Lo que el tiempo se llevó

La revista cubana *Opus Habana* destaca que la arquitectura desarrollada durante los primeros años del siglo XX puede definirse como ecléctica, debido a las múltiples influencias que se combinan en los elementos decorativos que la distinguen. Es un hecho, señala la publicación caribeña, que la ornamentación se nutrió de la inventiva popular y de los numerosos talleres dedicados a la producción de motivos ornamentales prefabricados que se adquirían por unidades o metros lineales.

Resulta sumamente interesante el relato que hace la publicación acerca de la atmósfera que se respiraba en aquella época: "El tipo de producción variaba entre un taller y otro. Algunos combinaban la elaboración de piezas ornamentales con la fabricación de otros



Mejor por el ahorro de tiempo

Existen empresas que hacen uso de la cimbra en la misma construcción, pasando por alto que es más rápido colocar un ornamento prefabricado

Mejor por su durabilidad

El cemento y el concreto se han utilizado en este tipo de ornamentos desde hace más de un siglo, tiempo durante el cual han corroborado cada una de sus propiedades. Las viejas edificaciones que siguen en pie son la mejor muestra de los atributos de este material, el cual pareciera haberse colocado apenas hace unas semanas.

elementos constructivos como bloques de hormigón, mosaicos, pisos de terrazo, entre otros. Se producían también elementos de yeso y escayola. Metros y metros lineales de escocias y molduras fueron vendidos en unidades de un metro y 40 centímetros aproximadamente para la decoración de los interiores, así como todo tipo de florones, guirnaldas y, en general, una variedad casi infinita de elementos que sería imposible enumerar. Con arena, cemento y cal, o con yesos y escayolas, se podía obtener un capitel o una cariátide helena; una réplica del casetonado interior de la cúpula del Panteón de Roma; rosetones o pináculos góticos; medallones renacentistas; ménsulas manieristas; cornisas cóncavo-convexas... regresar a la austeridad del dórico toscano, o quizás inspirarse en la legendaria Alhambra", expresa la publicación.

Al cliente lo que pida

El trabajo que realizan los trabajadores de Molduras y Ornamentos Roa se encuentra en la frontera de lo artesanal y lo artístico, ya que muchos de los modelos se distinguen por su belleza y, además, son diseños únicos e irrepetibles. "Tenemos un catálogo muy amplio, —asevera Moreno Chávez— porque de vez en vez le vamos agregando piezas especiales que nos encargan los clientes. Nuestras obras parten de un diseño original, para luego convertirse en un plano que se le entrega al escultor. Con esa guía, se procede a fabricar el molde que puede ser de yeso, arcilla o plastilina, para finalmente realizar el vaciado en concreto", relata.

"Hasta el momento hemos usado cemento común y corriente, pero a últimas fechas hemos visto la necesidad de contar con un concreto más ligero", señala el entrevistado, quien subraya que: "Hemos recibido muchas propuestas en este sentido; pero considero interesante que sea el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, AC (IMCYC) el responsable de hacer un estudio al respecto y darnos una solución. El volumen que manejamos no es muy grande; pero de cualquier manera requerimos de una asesoría para poder brindar opciones a nuestros clientes. Quizá seamos los primeros en ofrecer este tipo de piezas ligeras, lo cual nos permitirá diferenciarnos de la competencia", asegura.

Los atributos del concreto

Moreno Chávez reconoce que la demanda en este tipo de productos ha bajado en los últimos tiempos, lo que puede deberse a ciertos errores en la preparación de los nuevos arquitectos. "No creo que la imaginación haya desaparecido, por lo que me inclino a pensar que ahora, por un asunto de costos y de espacio, ya no se construyen casas de doble altura ni con acabados ornamentales como los que fabricamos". No obstante, dice el entrevistado, "creo que este estilo está resurgiendo porque en todas las revistas de decoración interior hay piezas como las que nosotros producimos. Definitivamente, el concreto es la mejor opción en este tipo de accesorios, aunque no hay duda de que existen otros materiales, como el yeso o el poliuretano, que cubren también algunas necesidades".

Una opinión por demás valiosa es la del contador José Cervantes Velázquez, ejecutivo de la Pechos, Pechitos y Pechotes, empresa especializada en la





imcyc

Un mundo de soluciones

en concreto

Publicaciones



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

Oficinas

Av. Insurgentes Sur No. 1846
Col. Florida, C.P. 01030
Del. Álvaro Obregón
México, D.F.
Tel: 01(55) 5322 5740
Fax: 01(55) 5322 5743
Email: imcyc@mail.imcyc.com

Laboratorio

Constitución No. 50
Col. Escandón, C.P. 11800
México, D.F.
Tel: 01(55) 5276 7200

www.imcyc.com

Novedades editoriales

Guía para el Curado del Concreto

\$130.00

Se proporcionan las técnicas de curado más recientes, los métodos comúnmente aceptados, los procedimientos y los materiales. Se presentan métodos para el curado de pavimentos y de otro tipo de losas apoyadas en el terreno, para estructuras y edificios, así como para concreto masivo. En este documento se comentan métodos de curado para varias categorías específicas de productos a base de cemento.



Guía práctica para la Colocación de Concreto Arquitectónico en el Sitio

\$170.00

El concreto arquitectónico requiere de técnicas y materiales especiales de construcción, y cada proyecto tiene requerimientos especiales. Las recomendaciones específicas y la información presentadas en esta guía se deberán usar de manera congruente



Guía para el Concreto Estructural de Agregados de Peso Ligero

\$145.00

Esta guía resume el estado actual de la tecnología. Presenta e interpreta los datos sobre concreto de agregados de peso ligero de muchos estudios de laboratorio, de la experiencia acumulada en aplicaciones exitosas, y del desempeño en servicio del concreto de agregados de peso ligero.



Socios Activos



producción y comercialización de molduras, cornisas, cenefas, cornisas y demás artículos decorativos. Una de las líneas más aceptadas por el público es la que se refiere a las molduras de concreto celular aligerado, dice el directivo de la empresa asentada en Toluca, Estado de México, quien explica que este tipo de accesorios se utilizan preferentemente como marcos de ventanas y puertas. "Este tipo de material no requiere mucho mantenimiento y es duradero, además de que su instalación es sencilla (solamente se necesita pegazulejo o pegamento blanco). Las molduras son excesivamente ligeras, tanto, que una que mida un metro lineal pesa aproximadamente 300 gramos".

Mejor por su diversidad

Los productos ornamentales que se pueden fabricar con cemento y concreto son:

- Rosetones.
- Cornisas y molduras ornamentadas.
- Cornisas y molduras lisas.
- Molduras de combinación.
- Esquineros para moldura.
- Círculos decorativos.
- Adornos.
- Capiteles completos.
- Medios capiteles.
- Ménsulas.
- Repisas y luces indirectas.
- Sobrepuertas.
- Conchas y rinconeros.
- Pedestales.
- Columnas.

El ejecutivo de la compañía mexiquense establece que el aspecto de este tipo de piezas es agradable y que incluso, se asemeja a la cantera, lo cual le da un valor adicional. Por si fuera poco, concluye el entrevistado, la colocación de estas piezas es muy sencilla cualquier persona puede hacerlo. Por su parte, Desarrollo e Inversiones La Silla (DISSA) es el nombre de la empresa regiomontana que produce diez diferentes modelos de estas figuras ornamentales, y que también desarrolla, fabrica y comercializa otros productos prefabricados de concreto, como bardas, muretes, topes de estacionamiento, escalones y bancas.

Otras ventajas

Moreno Chávez dice que las molduras que su empresa fabrica se colocan de manera sencilla, ya que, al tra-



tarse de un elemento prefabricado, se preparan con ganchos de alambón que le facilitan al trabajador amarrar las piezas a las fachadas o a las varillas de la obra negra. Si la obra ya está concluida, el trabajador puede usar desde taquetes expansivos hasta clavos de concreto y luego pegarla con el mismo concreto.

El mantenimiento que se le debe dar a las figuras de concreto es mínimo, toda vez que es un material sumamente duradero, comentó el director general de la centenaria compañía, quien dejó en claro que la mejor manera de corroborar su aseveración es observar los edificios o casas antiguas que optaron por este tipo de decoración. Una pieza de éstas, señala, "rebaso con facilidad la vida de cualquier persona".

Los ornamentos de concreto no son, por supuesto, infalibles. Siempre existe el riesgo de que sufran algún deterioro por la irrupción de un fenómeno natural, un sismo o una inundación. Sin embargo, ante una eventualidad de ese tipo basta con aplicar una pasta de cemento, un poco de pintura y listo, todo queda como si no hubiera sucedido nada, comenta Moreno Chávez. **C**

DIVIÉRTETE EN UN
ABRIR Y CERRAR
DE HOJAS.

LEE
EMPIEZA HOY



Consejo de la Comunicación
Voz de las Empresas



- **¿Quién está en la foto?:** Ale Chacra.
- **¿Dónde está?:** En el exterior del Museo Guggenheim, de Nueva York.
- **¿Porque decidió tomarse una foto en ese lugar?:** Porque este museo es uno de los íconos más notables de la arquitectura moderna y contemporánea. A más de 50 años de haber sido concebido, se muestra vigente y actual.
- **Dato relevante:** El Museo Guggenheim de Nueva York es el primero de los creados por la Fundación Solomon R. Guggenheim. Proyectado por el maestro Frank Lloyd Wright, su construcción tardó diez años y, desgraciadamente, fue inaugurado seis meses después de la muerte de su notable proyectista.



Estimado lector: ¡Queremos conocer tus fotos!
Mándalas a: ybravo@mail.imcyc.com

CONCRETO VIRTUAL

Gabriela Celis Navarro

NOVEDADES REVOLUCIONARIAS



Como se anuncia en su página de inicio, LHV es un "nuevo concepto de personalización del hormigón que está revolucionando el sector de la construcción a nivel mundial". El sistema consiste en unas láminas caracterizadas mediante una tecnología patentada por la firma Valero, las cuales están listas para ser aplicadas sobre cualquier tipo de encofrado, tanto vertical como horizontal, en obra o en plantas de prefabricados. Estas láminas dotan al concreto de diferentes texturas y relieves en su acabado final. La página web que le recomendamos visitar también trae las principales características del sistema; la colección que ofrece la empresa, así como un interesante simulador. Muy interesante en verdad la oferta de Valero. c

www.lhvformliner.com

Gabriela Celis Navarro



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

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

UN CARRETERA ESPECTACULAR

La Carretera del Atlántico es sin lugar a dudas, una de las obras de ingeniería carretera más impresionantes que se han construido en la historia de este tipo de trabajos. Esta vía va desde la costa continental noruega y después, pareciera “saltar” de isla en isla, hasta llegar a la población de Averoy, todo a través de un fantástico recorrido que incluye puentes que parecieran retorcerse sobre el mar en escorzadas curvas. Es tan impactante esta obra que está considera el segundo destino turístico de Noruega.

Esta vialidad fuera de lo común comenzó a construirse en 1983, terminándose seis años después. Se trata de poco más de ocho kilómetros de recorrido donde están incluidos ocho puentes; de éstos el denominado Storseisundet, el más largo de todos –con 260 metros de longitud– posee una curva verdaderamente espectacular, digna de cualquier Montaña rusa. Cabe decir que desde 2009 la Carretera del Atlántico continúa desde Averoy hasta Kristiansund a través de un túnel de peaje. ◻



Foto: www.hihostels.no

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

| | |
|----------------------------|--------------|
| MECANO | GATEFOLD |
| COMEX | 2º DE FORROS |
| DEACERO | 3º DE FORROS |
| EUCOMEX | 4º DE FORROS |
| IMPERQUIMIA | 1 |
| CICM | 3 |
| CTUCONGRESS | 23 |
| CONSEJO DE LA COMUNICACIÓN | 65 |

REPORTAJES TÉCNICOS PUBLICITARIOS

| | |
|-------------------|----|
| PUERTOS DE MÉXICO | 44 |
|-------------------|----|

En la revista Construcción y Tecnología toda correspondencia debe dirigirse al editor. Bajo la absoluta responsabilidad de los autores, se respetan escrupulosamente las ideas, puntos de vista y especificaciones que éstos expresan. Por lo tanto, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., no asume responsabilidad de naturaleza alguna (incluyendo, pero no limitando, la que se derive de riesgos, calidad de materiales, métodos constructivos, etcétera) por la aplicación de principios o procedimientos incluidos en esta publicación. Las colaboraciones se publicarán a juicio del editor. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de esta revista sin previa autorización por escrito del editor. Construcción y Tecnología, ISSN 0187-7895, publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., con certificado de licitud de título núm. 3383 y certificado de licitud de contenido núm. 2697 del 30 de septiembre de 1988. Publicación periódica. Registro núm. PPO9-0249. Características 22851419. Insurgentes Sur 1846, colonia Florida, 01030, México D.F., teléfono 53 22 57 40, fax 53 22 57 45. Precio del ejemplar \$45.00 MN. Suscripción para el extranjero \$80.00 U.S.D. Números sueltos o atrasados \$60.00 MN. (\$6.00 U.S.D). Tiraje: 10,000 ejemplares. Impreso en: Romo Color, SA de CV. Pascual Orozco. No. 70. Col. San Miguel, Deleg. Iztacalco, México, D.F.