

QUIÉN Y DÓNDE • Una postura social

INFRAESTRUCTURA • Un ícono arriba de otro

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

ABRIL 2010 Núm. 263

www.imcyc.com

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

Una
estación
estratégica



Haciendo ciudad

Muchos sucesos recientes –desafortunadamente trágicos– nos hacen ver la importancia de "hacer ciudad"; pero hacerla con calidad, siguiendo las diferentes normas y reglamentos y, algo fundamental, con planeación a mediano y largo plazo. Cuando un sismo irrumpe la cotidianidad, no sólo se siente un movimiento telúrico, también se sacuden conceptos, creencias y se cuestiona acerca de la preparación que puede tener una ciudad ante un embate de tal magnitud como el terremoto vivido en Chile recientemente. Aún hay mucho por hacer; sin embargo, México ha evolucionado en esta materia. Tuvimos que aprender dramáticamente en 1985; pero algo bueno emergió de esa tragedia: aprendimos de la necesidad de tener un compromiso real por parte de todos los diversos operadores que construyen un edificio o "hacen ciudad". Hoy, ejemplos como la Torre Mayor, y muchos más, muestran que México no se ha quedado quieto en materia de construcción antisísmica y por ende, de protección civil.

En otro punto, pero también dentro del tema de "hacer ciudad", presentamos en Portada una obra de beneficio comunitario que busca aligerar el difícil transitar de miles de personas que día a día necesitan moverse de la manera más rápida en esta congestionada zona metropolitana. Las estaciones intermodales son una opción que esperamos cumplan con sus funciones a mediano y largo plazo.

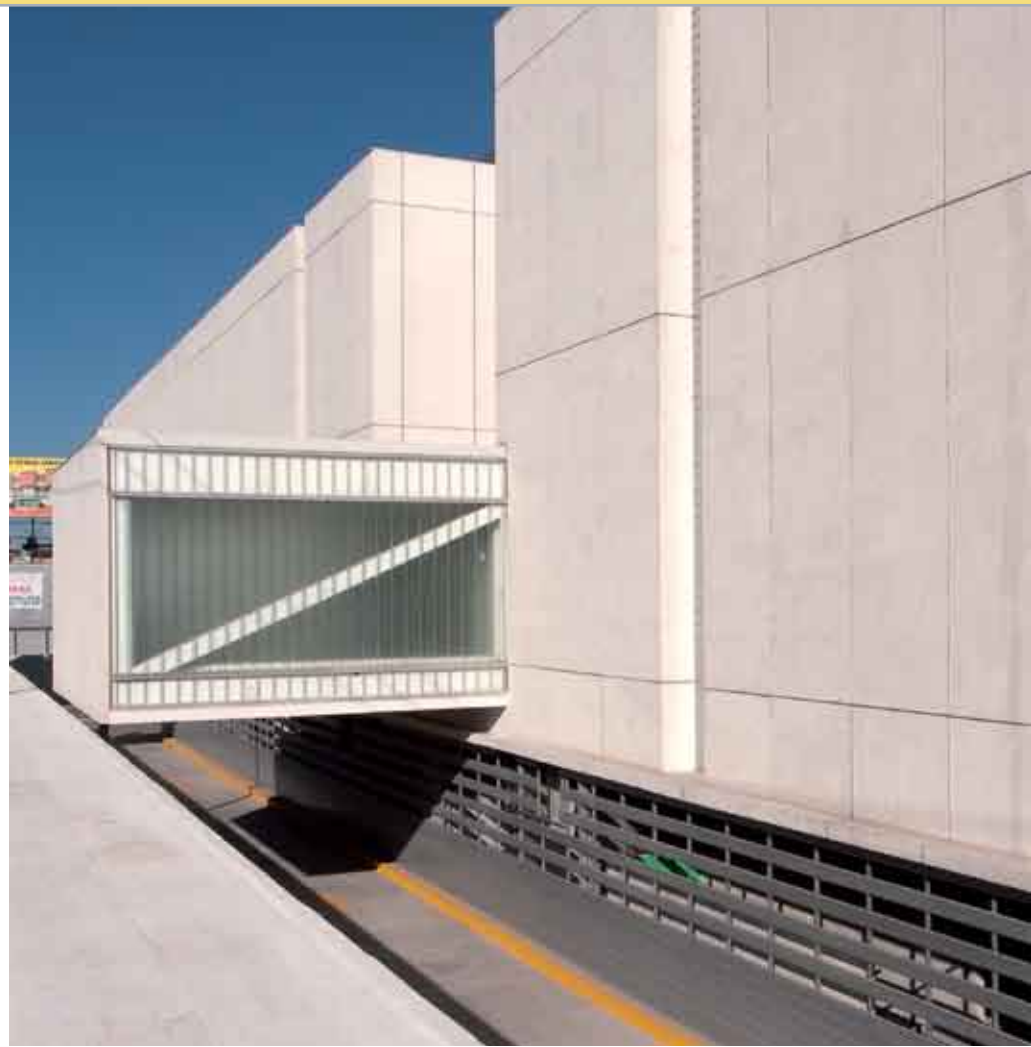
Finalmente, lo invitamos a maravillarse –como nosotros mismos lo hemos hecho– ante la grandiosa construcción de un puente cercano a la presa Hoover, del cual presentamos información en la sección Infraestructura. Sin duda, se trata de uno de los más ambiciosos proyectos estadounidenses de las últimas décadas. **c**

Los editores

PORTADA 14

Una estación estratégica

Los centros de transferencia intemortal están planteados para ser una solución real a algunos de los problemas de transportación humana en la Zona Metropolitana del Valle de México.



PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Determinación de terrones de arcillas y partículas deleznales.



67

- 2 **EDITORIAL**
Haciendo ciudad.
- 6 **NOTICIAS**
Re-Think Architecture.
- 10 **POSIBILIDADES DEL CONCRETO**
Agregados: De usos y características.
Bloques de concreto: Construcción de muros de contención.
Impermeabilizantes: Sellado del concreto.
Morteros: Morteros tradicionales y morteros secos. (Segunda parte).
- 20 **INGENIERÍA**
Planeación de la durabilidad para proyectos de infraestructura.
- 24 **TECNOLOGÍA**
Impermeabilización y protección contra la humedad.
- 28 **INFRAESTRUCTURA**
Un ícono arriba de otro.
- 32 **INTERNACIONAL**
Una isla artificial.
- 36 **ESPECIAL**
Cuando la naturaleza se impone.
- 40 **SUSTENTABILIDAD**
Vinculación universidad-empresa.
- 46 **PAVIMENTOS**
Para un mejor camino.



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

Imcyc

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

Ing. Guillermo García Anaya
Ing. Héctor Velázquez Garza
Ing. Daniel Méndez de la Peña
Lic. Pedro Carranza Andresen
Lic. Antoine Zenone

Tesorero

Arq. Ricardo Pérez Schulz

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

**Gerencia de Difusión
y Publicaciones**

Lic. Abel Campos Padilla

Gerencia de Enseñanza

Ing. Donato Figueroa Gallo

**Gerencia de Relaciones
Internacionales y Eventos Especiales**

Lic. Soledad Moliné Venanzi

**Gerencia de Promoción
y Comercialización**

Lic. Gerardo Álvarez Ramírez

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

**CONSTRUCCIÓN
Y TECNOLOGÍA**

REVISTA

Editor

Lic. Abel Campos Padilla
acampos@mail.imcyc.com

Coordinación General

Mtra. en H. Yolanda Bravo Saldaña
ybravo@mail.imcyc.com

Arte y Diseño

ESTUDIO IMAGEN Y LETRA
David Román Cerón, Inés López
Martínez e Isaís González

Fotografía

A&S Photo/Graphics, Luis Gordo,
Adán Gutiérrez, Luis Méndez
y Rigoberto Moreno

Colaboradores

Ángel Álvarez, Greta Arcila, Julieta Boy
Oaxaca, Gabriela Célis Navarro, Gregorio B.
Mendoza, Victoria Orlaineta, Antonieta
Valtierra, Ana Laura Salvador e Imelda
Morales

Publicidad

Lic. Gerardo Álvarez
Tel. (01 55) 53 22 57 44
galvarez@mail.imcyc.com

Lic. Fernando Álvarez Ramírez
(55) 5322 5740 y 5322 5740 ext. 218
falvarez@mail.imcyc.com

Lic. Héctor Rojas V. Vidal
(55) 5322 5757 y 5322 5740 ext. 231
hrojas@mail.imcyc.com

Lic. José Bueno Montalvo
(55) 53225758 y 5322 5740 ext. 216
jbueno@mail.imcyc.com

- 50 **PREFABRICADOS**
La importancia del molde.
- 54 **ESPECIAL**
Las actividades de enseñanza.
- 58 **QUIÉN Y DÓNDE**
Una postura social.
- 62 **MEJOR EN CONCRETO**
Deporte extremo en concreto.
- 66 **MI OBRA EN CONCRETO**
- 72 **PUNTO DE FUGA**
Cine y concreto.

IMCYC es miembro de:

FIP
Fédération Internationale de la Précontrainte.

SMIE
Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.

FICEM
Federación Interamericana del Cemento.

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

ANALISEC
Asociación Nacional de Laboratorios Independientes al Servicio de la Construcción.

El **IMCYC** es el Centro Capacitador número 2 del Instituto Panamericano de Carreteras.

PTI
Post-Tensioning Institute.

PCI
Precast/Prestressed Concrete Institute.

Re-think Architecture

El planteamiento de "RE-pensar, Think la arquitectura" fue el punto convergente que reunió a arquitectos de talla internacional en el Teatro Metropolitano de la Ciudad de México el pasado 8 y 9 de marzo en la XI edición del Congreso Arquine. Entre los personajes que destacaron y presentaron su obra se encontraron: Camilo Restrepo, Toni Gironés, Solano Benítez, Sebastián Mariscal, Germán del Sol, Peter Cook, Danny Wicke y Anne Lacaton; entre otros.

Todos los participantes –con sus diferencias culturales y de trabajo, pues sus oficinas se encuentran en Barcelona, París, Londres, Asunción, San Diego, etc.– abordaron desde su perspectiva los principales retos que enfrentan al intervenir los espacios desde una mirada crítica que procura reorientar la disciplina hacia el respeto al entorno y detener el urbanismo depredador y la arquitectura espectáculo. Característica, dijeron, más que alardeada en los años recientes y detenida a marcha forzada con la crisis económica global

que, por fin logró hacer un llamado a la congruencia y el control del derroche escenográfico.

Los ponentes interactuaron con los estudiantes reunidos en el foro a través de diversas reseñas de sus recientes proyectos que en todo momento manifestaron la capacidad por generar estrategias alternas a lo convencional y al conocimiento adquirido a través de la experiencia. La conclusión fue demandar mayor congruencia y provocar la reflexión ante una profesión en constante evolución. Esto mismo fue el marco para galardonar con el Premio Mario Pani 2010 al arquitecto británico Sir Peter Cook, quien fue reconocido por su gran trayectoria y aportación al urbanismo. El premio fue entregado por el arquitecto Bernardo Gómez-Pimienta. Cabe decir que con anterioridad, el premio también ha sido entregado a personalidades como Teodoro González de León, Peter Eisenman, Dominique Perrault y Rick Joy. ©

Texto y fotos: Gregorio B. Mendoza.



Firma de convenio

El pasado 9 de marzo se firmó un convenio entre el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC (IMCYC)

y la Asociación Mexicana del Concreto Premezclado AC (AMIC), cuyo objetivo, como se lee en el documento "es la colaboración entre las partes a fin de establecer un mecanismo de mutua cooperación para el cumplimiento de los objetivos

particulares que cada una de ellas tiene, y para el intercambio de información a efecto de coadyuvar a que los profesionales de la industria del cemento y del concreto de toda la República Mexicana mantengan altos estándares de competencia en el desarrollo de sus actividades, así como el apoyo mutuo en la promoción de aquellos productos, servicios o actividades que cada una de las partes preste a sus clientes y agremiados". En este sentido, la AMIC se comprometió a difundir y promover entre sus asociados los servicios que proporciona el IMCYC, a los profesionistas y empresarios de la industria de la construcción, de los cuales se enuncian en el convenio los eventos tales como conferencias, cursos, exposiciones, así como estudios de laboratorio y venta de publicaciones especializadas, entre otras actividades. Por su parte, el IMCYC, entre otros compromisos, pondrá a la disposición de la AMIC, un inventario consignado de publicaciones del Fondo editorial IMCYC, entre otras acciones. Ambas instancias se comprometieron a realizar acciones conjuntas en beneficio de la industria del concreto del país. Cabe decir que para el cabal desarrollo de las actividades quedará integrado un Comité de Seguimiento. Por parte del IMCYC firmaron el Lic. Jorge Luis Sánchez Laparade y el ing. José Daniel Dámazo Juárez; por la AMIC, el arq. José Ricardo Pérez Schulz y el ing. Claudio Calzado Wulff. ©



Foto: Archivo CyTs



Congreso Arquitectura Blanca

A principios de marzo tuvo lugar el Congreso de Arquitectura Blanca que nuevamente, logró reunir a importantes profesionales de corte internacional que mostraron sus proyectos "blancos". Arquitectos como R. Ricciotti, Sol Madrdejos, Félix Solaguren-Beascoa, M. Beck, Manuel Aires Mateus y Guillermo Vázquez

Consuegra dieron a conocer sus experiencias a través de sus obras más emblemáticas. Por su parte entre las obras mostradas estuvieron algunas proyectadas en la Comunidad Valenciana, donde se desarrolló el evento, como el Museo Valenciano de la Ilustración de Vázquez Consuegra, así como la ampliación del Museo de Arte Contemporáneo de Alicante, proyecto del estudio de arquitectos Sancho-Madrdejos. Importante también fue el hecho de que se publicará la cuarta edición del catálogo de la



arquitectura nacional e internacional construida con hormigón blanco. Destaca también la inauguración de la exposición "Cuatro obras" con la cual, tanto la Cátedra Blanca CEMEX, como la Fundación Fisac, hicieron un homenaje a Manuel Fisac, uno de los más notables arquitectos españoles. En esta muestra se presentaron obras como el Instituto

Laboral de Daimiel, la Iglesia de Santa Ana, el Instituto Ramón y Cajal, así como el Centro de Estudios Hidrográficos de Madrid. En el evento dedicado a este notable personaje, Ramón Ruiz Valdepeñas, presidente de la Fundación Fisac, señaló que este arquitecto "pertenece a una generación de arquitectos con una actividad relevante después de la Guerra Civil Española y que se ha convertido en un referente en la historia de la arquitectura". ©

Con información de: www.abc.es

Foto: sites.google.com

Premio en EUA

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) designó a CEMEX USA como el "2010 Energy Star Partner of the Year", por su administración energética y reducción de emisiones. La subdirectora de la EPA para el Aire y Radiación, Gina McCarthy, reconoció que el programa de administración de energía de CEMEX es un modelo que resalta la eficiencia energética en términos de costo. Así, a través de un comunicado, la cementera, tercera productora de cemento a nivel mundial, informó que el reconocimiento se llevó a cabo en Washington, capital del país vecino del norte el 18 de marzo de este 2010. Cabe decir que CEMEX USA forma parte del programa Energy Star, desde 2004. Durante 2009, la filial estadounidense redujo su intensidad energética en 2,2%, gracias al aplicación de su Programa de Administración de Energía. De esta manera, se ahorraron más de 1.1 millones de BTUs (unidades británicas para medir el calor mediante la implementación de medidas como la instalación de dos nuevas líneas de cemento con tecnología de punta). El ahorro de energía dio como resultado la reducción de 107,500 toneladas métricas de CO₂, lo que equivale a proveer electricidad a 14,900 hogares en los Estados Unidos durante un año, o el evitar la generación de emisiones de 19,700 vehículos de pasajeros. ©

Con información de: CNN Expansión.

Impulso a las energías renovables

El Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y CEMEX se unieron a través de un convenio para crear el Centro de Energías Renovables de Centroamérica. Sin duda alguna, se trata de un esfuerzo mancomunado por contribuir al mejoramiento ambiental, económico y social de Costa Rica. Con este proyecto regional también se espera desarrollar investigaciones y capacitación en tecnología, en el área de fuentes alternativas de energía amigables con el ambiente, que permitan un mejor desarrollo e incrementen la competitividad del país. En un comunicado Carlos González, director de CEMEX Costa Rica, comentó que para la empresa en que labora, es un privilegio ser parte de proyectos que impulsen la innovación y mejora continua en temas ambientales, especialmente en un país tan rico como Costa Rica. Por su parte, Giannina Ortiz –vicerrectora de docencia del TEC– consideró que tanto Costa Rica, como el resto de Centroamérica requieren invertir



en nuevas fuentes de energías, con el fin de reducir la dependencia de hidrocarburos.

Esta iniciativa compromete a los diversos sectores a trabajar en el tema y a desarrollar, con las potencialidades de cada una de las instituciones, el tema de energías. “El TEC y CEMEX son hoy un claro ejemplo de cómo deben orientarse los recursos hacia la investigación de manera conjunta, para asegurar un futuro que consolide altas condiciones de calidad de vida y competitividad para las y los costarricenses”, señaló el ministro de Competitividad, Jorge Woodbridge. ©

Fuente: El financiero.com

Foto: images.google.com.mx.

Inversión en Guadalajara

Recientemente, el Ayuntamiento de la ciudad de Guadalajara anunció que invertirá dos millones y medio de pesos en acciones para el mejoramiento de la imagen del primer cuadro de la ciudad, dentro de un programa denominado Centro histórico, verde, limpio y sano. Aristóteles Sandoval Díaz, presidente municipal de la capital jalisciense explicó que el programa comenzará a operar en el polígono de las vialidades Juárez, Independencia, Ocampo y Abascal y Souza, en el cual quedan circunscritas 22 calles del Centro histórico. Entre las actividades que se harán está el rehabilitar el mobiliario urbano, el balizamiento de las vialidades, la reforestación de camellones y jardines, así como las sustitución de árboles enfermos o muertos. Por su parte, la Dirección de Medio Ambiente y Ecología, cuya titular es María Magdalena Ruiz Mejía, informó que las avenidas de Juárez e Hidalgo serán promovidas en su consolidación como corredores verdes a través de la



reforestación prevista. También se le brindará atención médica a los equinos de las calandrias y se controlarán las poblaciones de palomas y roedores. El programa incluirá labores de limpieza y mantenimiento en nueve plazas públicas, como Guadalajara, de la Liberación, de Armas y Fundadores, entre otras, además del Mercado Corona. Cabe decir que casi un millón de pesos se destinarán a la creación de una campaña de sensibilización a la sociedad para promover una cultura de limpieza que beneficie al Centro Histórico, cuyos mensajes se difundirán a través de parabuses, comercios y de manera directa con promotores ambientales y folletos. ©

Con información de: www. Informador.com.mx

Fotos: www.skyscraperlife.com.

Exposición sobre el concreto

Recientemente fue inaugurada la exposición *Diseños en hormigón*, en el Museo Cemento Rezola. La muestra es un homenaje a las infinitas posibilidades del material, demostrando que el concreto también puede ser noble y empleado por artistas. La muestra colectiva estimula la revalorización de la plasticidad y flexibilidad del cemento con vistas a su aplicación en el campo de la decoración: mesas, sillas, muebles, lámparas, joyas... y otros productos en múltiples texturas, terminaciones y colores», explicó el director del museo Antonio Nolasco. Asimismo, reiteró el intento de "separar el hormigón de la imagen gris", ya que, en el caso de lo presentado, cada artista ha sabido imprimir a este material su personalidad y convertirlo en algo bello.

En la inauguración estuvo presente el concejal de Cultura Vasco Denis Itxaso quien destacó que "el hormigón comenzó siendo algo básico para la construcción, luego tomó una relevancia estética en el exterior y ahora, como podemos ver en la exposición, pasa al ámbito doméstico". También indicó que en San Sebastián, pronto se va a inaugurar un edificio donde el hormigón tiene una gran importancia estética como es la iglesia que ha diseñado en Riberas de Loiola el arquitecto Rafael Moneo". Álvaro Ledesma y Francesco Passaniti son de los artistas cuya obra fue representada en la exposición. El primero presenta una mesa sostenida con una especie de juncos en la que ha buscado dar la sensación de ingravidez. Passaniti, un reputado interiorista, ha traído una mesa, una lámpara, una especie de biombo y una escultura. ©

Con información de: www.diariovasco.com

Francesco Passaniti.



Foto: www.diariovasco.com.

Calendario de actividades (Abril del 2010)

Nombre: Construma 2010.

Lugar: Budapest, Hungría.

Fechas: 14 al 18 de abril.

Organiza: Hungaexpo.

Correo electrónico: szalai.levente@hungexpo.hu
(Levente Szalai, director de la exposición).

Página web: www.construma.hu ↗

Nombre: Expo-construcción 2010.

Lugar: Centro de Convenciones del CEART, Mexicali, BC Norte.

Fechas: 14 y 15 de abril.

Página web: <http://www.cmicbc.com/construtivo.htm> ↗

Nombre: Construlan 2010.

Lugar: Centro de Exhibiciones de Bilbao, España.

Fechas: 14 al 17 de abril.

Organiza: Centro de Exhibiciones de Bilbao, España.

Página web: www.construlan.com ↗

Nombre: Talleres IECA (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones), sobre la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)

Lugar: Almería, Jaén, Córdoba, España.

Fechas: 16, 22 y 29 de abril.

Organiza: Delegación Sur IECA; Colegio de Ingenieros, Caminos y Puertos demarcación Andalucía; Caja Sur; Caja Mar.

Página web: www.iecasur.com ↗

Nombre: Bauma 2010.

Lugar: Munich, Alemania.

Fechas: 19 al 25 de abril.

Organiza: Messe München GmbH Messengelände.

Página web: www.bauma.de ↗

Nombre: National Green Builders Products Expo.

Lugar: Las Vegas Conventions Center, Las Vegas, Nevada, EUA.

Fecha: 27 y 28 de abril.

Página web: www.NGBPE.com ↗

A cinco años de su realización

Este 2010 el Monumento al Holocausto, situado frente a la famosa Puerta de Brandemburgo, en Berlín (Alemania), cumple cinco años de haber sido inaugurado. Por tal motivo se han organizado una serie de actividades para reconocer el simbolismo de los 2,711 bloques de concreto de diferentes tamaños y que es uno de los espacios más visitados de esa ciudad. A partir del cinco de mayo y hasta diciembre, habrá diferentes exposiciones, conferencias y conciertos en una sala que tiene espléndidas vistas al memorial, en donde todas las creaciones artísticas que allí se presenten estarán inspiradas en el monumento y su significado. ©

Con información de: www.abc.es



Foto: www.wheresamtheman.com.

AGREGADOS

De usos y características

Los agregados ocupan un volumen de entre el 65 y el 75% del concreto; sus características tienen fuerte impacto en sus propiedades y comportamiento. Por eso es de vital importancia estar al tanto de la realidad de esta industria y de las principales investigaciones y trabajos que se realizan en el mundo. Se entiende como agregado para concretos a los materiales granulares inertes que no reaccionan con el cemento y los agentes medioambientales. Son de naturaleza inorgánica y pueden ser de origen natural o artificial. Hay tres tipos y se clasifican según su tamaño: el grueso, donde se utilizan tamaños mayores a 4 mm; el agregado fino, que se compone de arenas menores a 4 mm; y el filler o polvo, con dimensiones menores a 0,08 mm.

Su utilización disminuye el costo por unidad de volumen de concreto, aumenta su resistencia y disminuye las contracciones. Además, es un material abundante en casi todos los rincones del planeta, y permite una enorme diversidad de opciones para elegir. Claro que en la elección se tendrá en cuenta la calidad de concreto que se pretenda producir. Los agregados pueden ser silíceos, calizos o graníticos y tienen diversas características que los hacen más o menos adecuados.

En la elección intervienen los costos, las especificaciones concretas y sus características físico-mecánicas. Se evalúan, entre otros elementos, su densidad, dureza, resistencia, necesidad de agua, limpieza, porosidad, resistencia mecánica, adherencia y diversas características químicas (como componentes de sales y material orgánico). Si bien la problemática medioambiental es un tema que debe ser tomado en cuenta desde varios aspectos éticos tanto en lo personal como en lo empresarial, hay un elemento que va más allá y tiene un fuerte impacto en la planificación de los negocios de las empresas, En todo el mundo (fundamentalmente en los países desarrollados) se están tomando medidas drásticas en relación a la protección del medio ambiente a través de políticas activas desde el Estado y desde las principales empresas que



tienden al empleo de mecanismos sustentables de producción; un concepto, que incluye a todos los eslabones de la cadena productiva, desde la compra de materias primas producidas por mecanismos sustentables hasta el uso de concreto premezclado herramientas y sistemas productivos alineados a esta política.

La industria de la construcción es una de las más activas en este sentido y cuenta con normativas estatales o privadas que impiden o limitan compra de insumos que no cuenten con características sustentables e impulsan los materiales que sumen elementos medioambientales. La industria del concreto premezclado local debe dar los pasos necesarios para no quedar descolocada ante lo que será el futuro inmediato de la actividad. Cabe decir que, en el caso de los agregados –uno de los insumos principales de la producción de concreto premezclado– han sido realizados muchos trabajos que proponen el reciclado como uno de los aportes que esta industria puede hacer en ese sentido a la sociedad.

La relación con la industria

Distintos problemas aquejan a esta industria. El alto nivel de informalidad hace que en el país no existan estadísticas confiables acerca de la producción de agregados y, por lo tanto, del impacto real que tiene la actividad del concreto premezclado en ella. Sin embargo, se pueden dar algunos datos que orienten acerca de la importancia que tiene. Si se toma en cuenta una producción de concreto premezclado a nivel nacional de siete millones de metros cúbicos se puede calcular que esta industria utiliza aproximadamente 15 millones de toneladas de agregados. Otros datos dan la dimensión de esta industria. Por ejemplo se pueden tomar en cuenta las producciones de agregados en la provincia de Buenos Aires, que en el año 2008 alcanzó los 33 millones de toneladas y la de Entre Ríos, que en el mismo período fue de 7,8 millones de toneladas.

En resumen, se puede considerar que el concreto premezclado es uno de los mercados clave para la industria del agregado y ocupa un lugar fundamental en su estructura productiva, y una relación entre sectores productivos debe funcionar con el mayor entendimiento. Algunos de los temas claves que surgieron a partir de las pláticas que tuvo la revista *Hormigonar* con José Pizone, presidente de la Federación Argentina de la Piedra (FAP), fueron:

En el tema de las arenas: Cada vez se utilizarán más arenas de trituración debido a que existe una tendencia mundial a evitar la extracción de arenas naturales de las costas fluviales o marítimas (como en Brasil, donde está totalmente prohibido). Córdoba es un ejemplo de este tipo de prohibiciones.

Sobre la informalidad: Para poder producir agregados se debe tener un certificado medioambiental y el número de productor minero. Sin embargo, en muchos sitios se utilizan agregados del costado del camino sin declarar, sobre todo en zonas donde los agregados son de fácil acceso. Esto dificulta la generación de estadísticas confiables y la realización de controles pertinentes.

En torno a la sobrecarga de los fletes: Como el costo del transporte es, en muchos casos, mayor al costo del agregado, se suelen sobrecargar los camiones más allá de los límites permitidos por las reglamentaciones vigentes. Esta es una práctica que logra romper las rutas y castigar a quienes hacen bien las cosas a causa de una competencia desleal. **c**

Referencia: revista *Hormigonar*, núm. 17, abril de 2009.

BLOQUES DE CONCRETO

Construcción de muros de contención

Los muros de contención de bloques huecos de concreto (CRB) son cada vez más populares en el mundo por su costo relativamente bajo, la facilidad y velocidad de construcción, la capacidad de conformarse a cualquier contorno y lo adecuado que resulta este muro para la arborización y la vegetación. Sin embargo, el éxito de todos los proyectos depende de una planificación apropiada y de un procedimiento de instalación correcto. A continuación se dan algunas directrices para la correcta instalación de los muros de contención con base en bloques huecos de concreto de menos de 1.2 m de alto. Estos muros con base en bloques huecos para contener tierra por gravedad se conforman con los bloques entrelazados por la configuración de los bloques y con el relleno de piedra triturada o suelo del sitio.

Colocar la cimentación es crucial para el muro ya que determinará la posición de la parte superior

del muro. Los muros, en general, se construyen para contener un volumen de piedra, tierra o suelo con una pendiente de 70°. Debe tenerse en cuenta la altura y separación cuando se coloca la cimentación, ya que el colapso de un muro de contención se puede producir por volteo, deslizamiento o hundimiento. Hay que empezar excavando una zanja a lo largo de la posición planeada de cada nuevo muro. La zanja debe ser lo bastante profunda para alojar una capa delgada de material básico granular compactado (por ejemplo, grava o roca triturada) y la cantidad de bloque hueco básico necesario por debajo del nivel del suelo para empotrar el muro en su lugar. Para muros de hasta 1.2 m de alto, basta una capa de 75 mm de fondo por 300 mm de ancho de base compactada. Hay que empotrar una décima parte de la altura del muro.

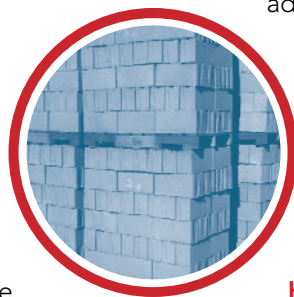
Instalación de la base

Hay que colocar la cantidad apropiada de material básico en la zanja. Se debe rastrear para que quede liso y nivelado, y compactar firmemente. Todos los muros deben construirse en un suelo estable y bien compactado para evitar un mayor asentamiento. Hay que colocar la primera hilada de bloques en la base compactada con el reborde elevado (si el bloque tiene un reborde) con la cara hacia fuera. Los bloques pueden colocarse con huecos entre las unidades adyacentes, o bien sin huecos; es decir, las unidades deben estar colocadas ajustadamente.

Conviene nivelar cada bloque de un lado a otro y de adelante hacia atrás. Hay que rellenar alrededor de los huecos del bloque básico con material granular y comprimir para cerrarlo. Debe comprobarse el nivel; vigilar la hilada básica y alisar curvas.

Hiladas adicionales

Hay que barrer el material sobrante de la parte superior de la primera fila de bloques y poner la nueva fila de bloques encima de la primera fila de modo que las uniones verticales se desplacen de los bloques de abajo. El "aparejo a soga" perfecto no es fundamental; pero se recomienda un desplazamiento mínimo de 75 mm; es decir un escalonado de juntas regular. Los bloques en la nueva fila deben tener una separación con relación a los bloques de abajo. Si los bloques tienen un reborde, éste proporcionará la separación necesaria. Compruebe que cada bloque tenga una alineación y un nivel apropiados. Deben rellenarse las cavidades del bloque hueco con material granular así como el



espacio restante detrás de la segunda hilada con tierra del sitio. Hay que compactar. Cada subsiguiente hilada se coloca en forma parecida hasta completar el muro. Debe nivelar el remate superior y, si es necesario, plantar semillas/bulbos en los bloques. **c**

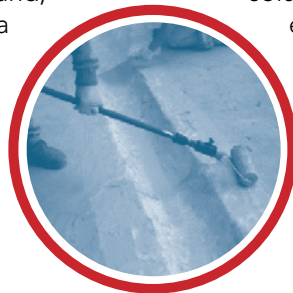
Referencia: Concrete Manufacturers Association, en PHI Hormigón Internacional, 11, 2009. www.cma.org.za

IMPERMEABILIZANTES

Sellado del concreto

El sellado del concreto adquiere un papel muy importante en la mayoría de los proyectos de construcción. La tecnología del sellado cristalino del concreto ha originado un cambio en el sellado y en la reparación de las construcciones de concreto. Esta tecnología cristalina se emplea desde hace más de 30 años en aplicaciones industriales y actualmente se está ampliando su ámbito de aplicación en la construcción de viviendas. La tecnología del sellado cristalino del concreto se basa en un polvo seco de cemento Pórtland, arena fina de sílice y una mezcla química específica para el material. La mezcla de los productos químicos cristalinos en el concreto o su aplicación sobre el concreto cataliza el crecimiento de los cristales. Los nuevos cristales, largos y delgados, bloquean el flujo de agua sellando los poros de aire naturales, los capilares y las fisuras finas del concreto.

Numerosos productos químicos cristalinos tienen un comportamiento pasivo en el concreto hasta que se reactivan con la penetración de agua. Si debido a la contracción del concreto las sedimentaciones de concreto o la actividad sísmica vuelve a entrar agua en el concreto a través de las fisuras, el agua activa de nuevo el crecimiento de los cristales, de manera que el concreto se sella quedando estanco a la penetración de agua. Con la propiedad exclusiva del autosellado contra la penetración de la humedad, la tecnología cristalina se convierte en una solución duradera para el sellado del concreto que a lo largo del tiempo es cada vez más efectiva y a largo plazo contribuye a reducir los costos de reparación y mantenimiento.



Aplicaciones

De los sistemas de sellado cristalino de concreto, ya sea en nuevas construcciones, como en la reparación de estructuras, se pueden beneficiar todas las estructuras de concreto que estén sometidas a la penetración del agua. Gracias a su resistencia contra altas presiones de agua, su inmunidad contra los daños y sus propiedades autosellantes, son la solución ideal para utilizar en cimientos subterráneos, en estacionamientos, en huecos de ascensor, en depósitos de retención de agua y en otras instalaciones hidráulicas, en puentes y en presas, así como en túneles y redes de canalización. En una construcción nueva, al concreto se le incorpora un aditivo cristalino, de manera que en el momento de su aplicación se crea un concreto de alto rendimiento, estanco al agua. Como el sellado cristalino tiene lugar en el mismo concreto, para la aplicación en una superficie de una obra no se requiere nada más. Los agentes de sellado cristalino de concreto empleados en una superficie de concreto se pueden aplicar manualmente con el cepillo o con el método de pulverizado como pasta de sellado en estructuras de concreto.

Ventajas

El sellado cristalino integral de concreto ofrece una solución respetuosa con el medio ambiente para el sellado del concreto. Se trata de un producto atóxico, incombustible e inodoro. El concreto tratado con este producto también se puede reciclar, algo que no es posible, con una membrana tradicional o un recubrimiento, de modo que se obtiene una solución duradera que a lo largo del tiempo se vuelve cada vez más efectiva. Resistencia térmica: puede soportar temperaturas entre -32°C y $+130^{\circ}\text{C}$, aparte de que la humedad, los rayos ultravioleta y el oxígeno no afectan a su resistencia. En cuanto a su versatilidad, se puede utilizar en aplicaciones con concreto *in situ*, concreto lanzado y en prefabricados de concreto. No existen limitaciones debido a esquinas, juntas o formas irregulares.

El ahorro de tiempo también es importante pues es eliminado el esfuerzo de tiempo y espacio necesarios para los sistemas convencionales de membranas. Se puede empezar inmediatamente con el relleno. Cabe decir que es de sencilla aplicación pues se incorpora directamente a la mezcla de concreto, de manera que al contrario de las aplicaciones con membrana, no es necesario contar con personal

para su aplicación de modo reduciendo los errores humanos. Por su parte, la protección del acero de la armadura protege la construcción de la penetración de sustancias nocivas disueltas en el agua y soluciones con cloruro, de manera que el acero de la armadura no se puede corroer. **C**

Referencia: Kryton Internacional Inc., en *PHI Hormigón Internacional*, 6, 2008. (distribution@kryton.com)

MORTEROS

Morteros tradicionales y morteros secos **2^{da} parte.**

Los aditivos para morteros inclusores de aire modifican el contenido de aire y la reología del mortero en estado fresco, generan burbujas de pequeño tamaño durante el mezclado aportando: La lubricación del mortero, mejorando su trabajabilidad. Al reducirse el agua de mezclado se obtiene una buena docilidad del mortero fresco, lo que reduce y evita la segregación y sangrado del mortero. El aire incluido en estado endurecido del mortero rompe la red capilar, impide la entrada de agua, se protege la mezcla del efecto hielo-deshielo y "mejora la durabilidad" del mortero.

Plastificantes y superplastificantes

Este aditivo provoca que aumente la docilidad del mortero en estado fresco. Se consigue mediante la dispersión temporal de las partículas de cemento. En los últimos años, se ha diseñado una última generación de aditivos basados en la química de los policarboxilatos con mayor densidad de ramificaciones químicas en su estructura molecular aumentando la reducción de agua en el mezclado. Estos aditivos consisten en polímeros que, además de contener los grupos polares necesarios para ser adsorbidos en la superficie del cemento y para conferir cargas eléctricas a las superficies, poseen largas cadenas laterales que penetran en el medio dispersante y se extienden a grandes distancias de la superficie del grano de cemento. Las largas cadenas de las moléculas adsorbidas generan fuerzas repulsivas de gran intensidad cuando los granos de cemento se aproximan; es decir, cuando estas cadenas intentan



penetrar en el campo de acción de las moléculas de otros granos de cemento. Es lo que se conoce como efecto estérico.

Retardantes

Estos aditivos son específicos para retrasar el tiempo de fraguado y/o endurecimiento del mortero. Los compuestos de estos aditivos consisten en materias inorgánicas, como los fosfatos o derivados de ácidos fosfóricos, las moléculas orgánicas de estas sustancias actúan combinándose con los iones Ca^{++} , que se encuentran en la superficie de los granos de cemento formando gérmenes de la hidratación. Al quedar desactivados estos gérmenes, por la combinación del calcio con la sustancia orgánica, se inhibe el crecimiento de los productos hidratados ya que los gérmenes son clave para el desarrollo de la hidratación. Las cantidades necesarias de este tipo de sustancias suelen ser pequeñas para retardar el fraguado respecto al cemento.

De este modo con el uso de estos aditivos aumenta el período necesario para que los morteros pasen del estado plástico al sólido, sin influir notablemente en la evolución de las resistencias finales del mortero.

Hidrofugantes

Son productos que reducen la hidrofiliadad de la superficie del concreto y evitan que el agua sea absorbida por la superficie y capilares del mortero endurecido. De esta forma el mortero no es impermeable, sino que su absorción al agua a baja presión (agua de lluvia) es mucho menor que un mortero que no incorpore este aditivo. Un mortero tradicional preparado en obra es a menudo una mezcla simple de cemento y arena. Los morteros así elaborados y combinados con agua, tienen una pobre trabajabilidad y adherencias que dependen en gran medida de las condiciones en las que se aplican. En consecuencia, su puesta en obra es un trabajo intensivo y delicado, especialmente en los meses de verano en virtud de las condiciones climáticas. La rápida evaporación o eliminación de agua del mortero se traduce habitualmente en baja trabajabilidad, así como en tiempos abiertos o de corrección bajos y en una insuficiente hidratación del cemento.

Referencia: "Últimos desarrollos de aditivos para mortero seco", Jiménez, Romero, Marcos; Díaz del Castillo, Pedro, en *Cemento Hormigón*, no. 922, Extraordinario 2008. **C**

Una estación estratégica

La Estación Intermodal de Ciudad Azteca es una de las obras más esperadas por los habitantes del noreste de la zona metropolitana del Valle de México.

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía CC Arquitectos
(Luis Gordo)





En la Estación Intermodal de Ciudad Azteca –localizada en Ecatepec, Estado de México–, el despacho CC Arquitectos –dirigido por el arquitecto Manuel Cervantes Céspedes– ha generado una estrategia de beneficios paralelos: se ha favorecido a la población regional que demanda servicios y nuevas instalaciones de vanguardia, así como a los inversionistas quienes han promovido que sea el Gobierno del

Estado de México el que recupere este espacio que durante casi una década fue como suele decirse, "tierra de nadie".

Rescate del espacio

Para conocer lo que implica la realización de una obra como ésta, buscamos al arquitecto Manuel Cervantes para que nos explicara no sólo el inicio de este proyecto sino la estrategia urbana para concretarlo. En entrevista, el profesional señaló que "la solución

consistió primordialmente en el reciclaje de un espacio existente en desuso". El predio en cuestión se ubica en el municipio más poblado del país, Ecatepec y había sido un remanente de las obras realizadas para la Línea B del Sistema Colectivo Metro, el punto exacto: Ciudad Azteca, la estación terminal. Cervantes acotó que "la falta de recursos por parte de los gobiernos estatales y federales, provocó un 'espacio basura'–tomando el concepto acuñado por Rem Koolhaas–, ocupado por la



anarquía y el desorden. La ventana de oportunidad que se presenta en estos predios convertidos en Centros de Transferencia Modal (CETRAM), como se les conoce en la Ciudad de México, provocó la inquietud de proponer un espacio intermodal que invitara a la iniciativa privada a invertir, aprovechando el atractivo flujo peatonal que ofrece el transporte colectivo".

Al mismo tiempo se visualizó la idea de generar espacios dentro de recorridos existentes con la idea de llevar los servicios al usuario y no lo contrario (llevar al usuario en busca de los servicios). Esto último, desde el punto de vista urbano, se traduciría en un beneficio directo en todos los sectores involucrados, ya que el usuario evita viajes (tiempo y gasto económico en transporte) y por otro lado, el inversionista tiene la oportunidad de trabajar en locaciones únicas en la ciudad.

Dentro de los objetivos operativos, la terminal de transferencia planteó desde el proyecto, el enlace de los distintos medios de transporte masivo tales como Metro, autobuses articulados, foráneos, minibuses y taxis, con el fin de brindar un servicio eficiente de interconexión a los usuarios en un entorno de seguridad y comodidad a través de la oferta de servicios complementarios tales como estacionamiento, bancos, servicios de conveniencia, hospital, escuelas, restaurantes, entre otros.

"El conflicto que tuvimos que resolver fue resultado de una faltante, no de un error. El proyecto Metro, no tuvo ni la visión ni la infraestructura económica para poder otorgar estos espacios. El problema existente en nuestro país es el que se observa a diario en todos los espacios donde se hacen transbordos de transporte.



Sobra mencionarlo, pero algunos ejemplos son: la falta de seguridad, de servicios sanitarios, de iluminación, de protección al clima (lluvias y sol), de señalización y sobre todo, de arquitectura para evitar accidentes", comentan en el despacho.

En funcionamiento

Desde la apertura de esta obra realizada a finales de 2009, la gente ha manifestado una aceptación positiva, ya que en poco tiempo han encontrado un lugar que dignifica al usuario y que contrasta con el caos urbano que prevalece en la zona. A decir de los constructores el proyecto está funcionando de manera eficiente. Sin embargo, reconocen que por ser un proyecto único en su clase en el país, se ha tenido que tomar decisiones sobre la marcha y actuar de inmediato en ellas. "Gracias a la experiencia y capacidad de respuesta de COMURSA e IDEAL –empresas vinculadas a la realización del proyecto– las cosas han logrado salir adelante. Aunque la complejidad que contiene un edificio de esta naturaleza, nos ha llevado a un

constante afinamiento en la parte operativa de la estación, con el fin de brindarle al usuario la mayor satisfacción posible", afirma Cervantes.

De la construcción

El edificio tuvo que cumplir con la siguiente premisa: establecer el balance entre la estética y la economía ya que el presupuesto era restringido, aunado a ello se exigía cumplir con módulos compatibles por lo cual el desarrollo arquitectónico fue realizado siguiendo las tendencias internacionales del manejo de los flujos peatonales y vehiculares privilegiando las actividades comerciales. Algo en lo que CC Arquitectos había profundizado visitando diversos proyectos similares alrededor del mundo.

Ya en la construcción se materializaría el edificio, a través de un sistema de cimentación con base en pilotes de concreto armado hincados a 28 m de profundidad. Sobre este espacio hipóstilo de más de 600 pilotes, se edificó un cajón de cimentación de 1.50 m de altura, el cual se encuentra



Datos de interés

Nombre de la obra: Estación Intermodal Ciudad Azteca.

Ubicación: Ecatepec, Estado de México.

Superficie del terreno: 20,600 m².

Superficie construida: 92,500 m².

Arquitectura: CC Arquitectos SA de CV.

Fecha de construcción: 2006-2009.

Construcción: PC Construcciones S.A. de C.V.

Volumen de concreto utilizado: 18,826 m³.

Varietades de concreto: Estructural, estampado, con impermeabilizante integrado e hidráulico.

Proveedor: Lacosa.

semi enterrado, con el fin de levantar el edificio completamente y así evitar inundaciones, problema conocido por la zona. Posteriormente se levantaron columnas de concreto armado de alma de acero, y fue incorporado el sistema de losas (losacero) en los entresijos hasta llegar a las azoteas donde fue dispuesto concreto con impermeabilizante integral. Todo el revestimiento de las fachadas se realizó con precolados de concreto en color

blanco. En contraste, las plazas de acceso se diseñaron con concreto estampado en color negro.

Se edificaron en el conjunto un centro de salud (hospital Vivo, de Starmedica, con 5,000 m² de construcción); centro educativo (escuelas de idiomas y técnicas); centro financiero (bancos y oficinas de gobierno); centro de entretenimiento, así como un centro comercial con más de 80 locales para expendio de comida, accesorios, servicios y ropa.

Concreto a la vista

Sin duda, el concreto aporta una jerarquía innegable: "Después de analizar varias opciones se optó junto con el cliente, por un material que garantizara una vida mínima de 30 años, periodo determinado por la concesión concedida por el Gobierno del Estado de México a la empresa inversionista. Fue cuando supimos que el concreto nos dejaría confiar en que el clima, los sismos y el paso del tiempo no

serían agresivos con el edificio. Además sabemos que en México el concreto es un material ideal. Para nosotros siempre ha sido una gran opción, debido a su fácil manejo y la mano de obra calificada que existe para producirlo, transportarlo y verterlo”, comentó Cervantes.

Por su parte, el director de proyectos de FAPRESA, el ingeniero Rafael Barona explicó la solución de las fachadas. “Podemos decir que lo principal que se buscaba era que el material fuera capaz de soportar su peso propio, la presión de viento y movimientos sísmicos para lo cual se utilizaron en las fachadas de concreto conexiones que permiten el libre movimiento de las piezas evitando su fractura; por último vigilamos que se obtuvieran los porcentajes de absorción y resistencia a la abrasión de la zona así como la facilidad de limpieza para que se conservara en el tiempo a un bajo costo”.

En términos específicos se realizaron paneles modulados con concreto arquitectónico a base de agregados naturales cero fino y cero grueso respectivamente para formar una capa de 2 a 3 cm expuesta en la fachada, el material restante es concreto estructural $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con acero de refuerzo a base de malla electrosoldada y varilla de 3/8” según cálculo estructural de cada tipología. Por cierto, a decir de Barona, una de las exigencias principales fue que la modulación aportara un textura adecuada y se fusionara con la esencia del proyecto, con la finalidad de encontrar la mejor logística de montaje de los prefabricados para producir una armonía en los tiempos de obra favoreciendo el avance de múltiples partidas que vienen después de cerrado el edificio con su piel exterior.

Una vez resuelta la modulación en conjunto con el proyectista, se

elaboraron más de 500 planos de taller. Conforme se iba ejecutando todo el diseño en paralelo, se pasaba al área de moldes y armados donde cada una de las partes procesaba su parte hasta llegar al vaciado del concreto sobre la nave de producción, lo que significó una coordinación absoluta para que cada medida y detalle previsto en el diseño quedara ejecutado como había sido indicado en el plano correspondiente. Finalmente, se desmoldó cada pieza a las 24 horas y se procedió a dar el terminado al concreto según la muestra aprobada por el arquitecto.

Dentro de los temas prioritarios en la producción de estas piezas se encontraban que todas debían cumplir con la geometría, con la finalidad de que pudieran ser fabricadas, transportadas e instaladas de la forma más sencilla posible evitando a toda costa la

utilización de maquinaria y equipos especiales que pudieran encarecer la maniobra. “Había que cuidar todos los detalles para aprovechar al máximo los moldes para poder ajustar el costo del producto a las necesidades del presupuesto”, señalaron en FAPRESA.

Carta de presentación

Para FAPRESA esta obra representa el poder contribuir con una solución duradera que en buena medida representa su idea de aportar a la construcción, edificios de calidad para nuestras ciudades. “Nos llena de orgullo el que soluciones que aparentemente son caras resultan de primera categoría por el trabajo conjunto de diseño y la coordinación entre todas las partes involucradas. La estación Intermodal Azteca es muestra de ello”, concluyen. **C**



Planeación de la durabilidad para proyectos de infraestructura



Hacer las cosas con un plan que cuente con los pasos a seguir, aunado a la precisión y experiencia dará por resultado trabajos exitosos.

El proceso de la planeación de la durabilidad para infraestructura depende principalmente de la previsión sobre cuánto material interactuará con el medio ambiente en el cual será colocado, tomando en cuenta los cambios en ese entorno como resultado de la construcción y la operación de la estructura. Al comienzo del proyecto es necesario establecer el proceso para la valoración de la durabilidad durante la duración total del proyecto. El proceso de planea-

ción tiene tres fases principales: Comprensión de las condiciones de exposición; predicción sobre cómo reaccionarán los materiales en las condiciones de exposición, así como la selección de los materiales correctos para satisfacer los requisitos de durabilidad para la vida de diseño.

Vida de diseño y durabilidad

La durabilidad se define como la capacidad del material de resistir el ambiente de exposición, man-

teniendo al mismo tiempo sus propiedades técnicas deseadas. En términos del proceso de la infraestructura, se requiere que los materiales de construcción sean durables para el periodo de vida de diseño nominado de la estructura.

Exposición ambiental

El primer paso importante en la planeación de la durabilidad es comprender el ambiente para el cual se está diseñando la infraestructura. Es importante saber si la atmósfera contiene medios agresivos de industrias cercanas, si el agua es potable o salina, y si el suelo puede retener sustancias agresivas. También es importante entender cuáles elementos agresivos están presentes en cada zona de exposición. Por ejemplo, un pilote de un puente puede estar

expuesto a un ambiente al aire libre, sumergido, o semienterrado, y posiblemente a una zona de mareas dependiendo de la ubicación. Con frecuencia, necesita considerarse el ambiente más agresivo para el todo el elemento a fin de asegurar que el elemento pueda ser rápidamente construido.

Ambiente atmosférico

Los principales elementos que causan degradación en el concreto son el CO_2 y las sales de aerosol base cloruros. Para todos los materiales, uno de los parámetros cruciales al determinar la amplitud de la degradación es el tiempo de humedad el cual es, esencialmente, el periodo de cada día en el cual hay la suficiente humedad en el aire para provocar que ocurra el proceso de degradación en la superficie del material. Por su parte, los contaminantes atmosféricos principales que influyen en la durabilidad de los materiales de construcción son como sigue:

- El dióxido de carbono (CO_2) en presencia de agua, vapor de agua, o agua en los poros en el concreto, forma ácido carbónico. El ácido carbónico a su vez reacciona con el hidróxido de calcio en la pasta de cemento para formar carbonato de calcio y agua, dando como resultado una disminución en el pH del concreto. Este proceso es conocido como carbonatación. Cuando el concreto se carbonata hasta la profundidad del acero de refuerzo, y el pH del concreto cae por debajo de 8.3, la capa de óxido de hierro pasivo que cubre y protege al acero de refuerzo contra la corrosión, deja de ser estable. Se ha demostrado que el dióxido de carbono es el agente principal que agota la alcalinidad del concreto.



Foto: Cortesía PCA.

- El dióxido de azufre (SO_2) en presencia de agua o de vapor de agua se hace ácido, corroyendo el acero expuesto y el acero galvanizado y agotando la alcalinidad del concreto.

- Los iones de cloruro de las sales de aerosol depositado en la superficie en estructuras de concreto, ingresan por el recubrimiento de concreto hasta que la concentración crítica es rebasada y pasa al acero de refuerzo, e inicia la corrosión del acero en puntos defectuosos en la película pasiva en el acero. En un ambiente marino, los iones de cloruro son los elementos más agresivos.

Estructuras enterradas

Para estructuras de concreto, la agresividad del suelo depende principalmente de una selección ligeramente diferente de factores, incluyendo el pH. En un ambiente enterrado es necesario determinar no sólo la concentración de elementos agresivos en el suelo, sino la rapidez de relleno para permitir una estimación a corto y largo plazo, de las tasas de degradación. En donde los elementos

enterrados forman componentes de la estructura de un túnel, se debe valorar el efecto de la presión de agua. Para túneles con rieles es necesario considerar el efecto de las tasas del flujo de aire. Las altas tasas del flujo de aire pueden incrementar la velocidad con que se jalan la humedad y las sales a través del revestimiento de concreto, reduciendo el tiempo para que empiece la corrosión. Para ambientes enterrados, los elementos principales que afectan la corrosión o la degradación del acero y el concreto incluyen:

- Concentración de oxígeno: Ya que la reducción de oxígeno es la reacción catódica predominante en ambientes enterrados, la difusión de oxígeno a través de los suelos es usualmente el paso para controlar la velocidad del proceso de corrosión. Además del oxígeno, se requiere de agua para permitir que ocurra corrosión, ya que provee condición electrolítica, completando el circuito electroquímico.

- pH/ácidos en el agua subterránea: El agua ácida del subsuelo que contiene CO_2 disuelto es agresiva con el concreto. Valores



Foto: Cortesía PCA.

por debajo de 5.5 se consideran agresivos hacia el concreto; valores entre 5.5 y 6.5 son débilmente agresivos, y valores mayores a 6.5 se consideran no agresivos.

- Iones de cloruro: Los suelos con alto contenido de cloruros son agresivos para el concreto reforzado. Estos iones se disuelven en el concreto. A concentraciones mayores que 0.06% por peso del concreto se iniciará la corrosión en el acero de refuerzo.

- Iones de sulfato: Concentraciones de iones de sulfato por encima de 150 ppm se consideran dañinos al concreto. El sulfato de magnesio es agresivo con el concreto en concentraciones por encima de 300 ppm.

- Agua suave del subsuelo: El agua suave puede dar como resultado lixiviación del hidróxido de calcio (cal) de la pasta de cemento hidratada en el concreto. Una vez disuelto el hidróxido de calcio, el silicato de calcio restante hidrata

la fase de aglomeración del gel y se vuelve químicamente inestable y empieza a descalcificarse, dando como resultado la disminución de la resistencia de la pasta de cemento, y por lo tanto del concreto. Las concentraciones de menos de 20 ppm se consideran potencialmente agresivas y representan un riesgo de lixiviación localizado.

- Los sulfatos activos que reducen las bacterias (SRB) son únicamente activos bajo condiciones óptimas que incluyen un ambiente anaeróbico, pH en el rango de 5.5–9.0, un mínimo de 30 ppm de iones de sulfatos y pequeñas cantidades de nitrógeno y fósforo en el medio ambiente y una fuente de carbón en los alimentos (nutrientes orgánicos). Los SRB activos pueden encontrarse en el suelo anegado, en el lodo del lecho marino, en aguas estancadas y bajo depósitos, o bajo colonias de otras bacterias. La manera en que afectan otras sustancias agresivas

al concreto se discuten en las normas DIN 40.30.

Concreto sumergido

Los ambientes sumergidos pueden variar de relativamente benignos a severamente corrosivos respecto al acero y al concreto. La corrosividad depende de varios factores, incluyendo el pH, las sales disueltas (cloruros, sulfatos), dióxido de carbón disuelto, tasa de flujo, contaminación y oxígeno disueltos. En algunos ambientes los organismos microbiológicos pueden acelerar la tasa de corrosión. Las pilas de puentes pueden ser severamente degradadas por este tipo de ambientes.

Cambios al ambiente de exposición

El ambiente de exposición puede ser cambiado de varias maneras:

- **Modo de construcción:** Por ejemplo, el proceso de perforación para las pilas coladas en el sitio en un suelo pluvial puede exponer suelos con sulfato potencialmente ácidos permitiendo la conversión a suelos con sulfatos y ácidos agresivos. Si se ha usado un pilote hincado en lugar de una pila colada en una perforación, es menos probable que ocurra exposición al oxígeno y la conversión resultante de ácidos agresivos.

- **Operación o mantenimiento de la infraestructura:** Por ejemplo, en un largo túnel de carretera la acumulación de humo por los tubos de escape puede dar como resultado un incremento drástico en los niveles de CO₂, SO₂ y otros gases que incrementan la corrosividad del ambiente atmosférico.

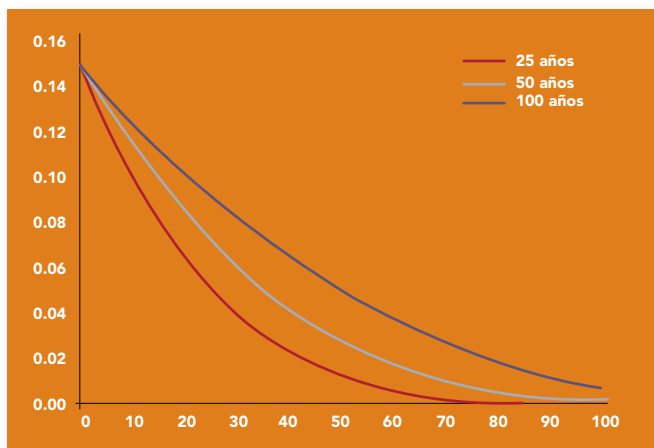
Valoración física del medio ambiente

Las pruebas para confirmar las condiciones de exposición son una parte importante del proceso de durabilidad. Para estructuras enterradas, incluyendo pilotes, tuberías y en sótanos de edificios, es necesario tomar muestras y probar tanto el suelo como el agua del subsuelo a la profundidad a la cual la estructura estará enterrada. Es importante que las muestras tomadas de los ambientes enterrados y sumergidos para las pruebas de laboratorio sean empaquetadas correctamente para evitar la degradación de las muestras previamente al análisis. Las muestras pueden degradarse debido a la pérdida de humedad o a degradación por UV. Éstas deben

empaquetarse, mínimo en contenedores impermeables al aire, preferentemente en condiciones oscuras y frescas. Si han de realizarse pruebas biológicas, todas las muestras deben ser recolectadas en contenedores estériles.

Métodos para lograr la durabilidad

La siguiente etapa en el proceso de planeación de la durabilidad consiste en determinar los requisitos básicos para limitar la degradación causada por las condiciones de exposición ambientales a niveles aceptables



durante la vida de diseño de la estructura.

Para proyectos de infraestructura mayores, el método de diseño ideal para proveer una estructura durable en ambientes agresivos será donde se requieren mantenimiento mínimo, monitoreo o reemplazo, durante la vida de diseño. Para estructuras de concreto, esta metodología se satisface más cuando el recubrimiento de concreto provee la durabilidad adecuada para el periodo completo de la vida de diseño. Dependiendo del ambiente, esto puede significar que el recubrimiento debe proveer, ya sea

resistencia adecuada al ingreso de cloruros o al bióxido de carbono. Para estructuras de concreto, esto no significa que la corrosión no debe iniciarse durante la vida de diseño, ya que esto con frecuencia producirá un diseño demasiado conservador. Idealmente, la mezcla de concreto debe ser diseñada para permitir que se inicie la corrosión sin que ocurra daño significativo. Los modelos típicos para modificar la mezcla de concreto incluyen la adición de material cementante suplementario o ceniza volante, escoria de alto horno o humo de sílice, y la reducción de la relación agua-cemento.

Cuando el recubrimiento de concreto no puede proporcionar durabilidad adecuada, es necesario implementar otras medidas. Estas medidas pueden incluir: recubrimientos protectores, prevención catódica, inhibidores de corrosión, refuerzo de acero inoxidable o una combinación de estas medidas. En situaciones en donde la corrosión no es aceptable y el mantenimiento es una función indeseable o simplemente imposible, se recomienda que se seleccionen materiales alternos con una mayor resistencia a la corrosión.

Una de las etapas finales importantes del desarrollo del plan de durabilidad es una revisión del diseño. Esta revisión se realiza para asegurar que la estructura pueda ser fácilmente construida con la incorporación de las metodologías seleccionadas para el mejoramiento de la durabilidad. ©

Referencia:

Extraído del resumen de Sarah Furman–Maunsell, AECOM. Este documento fue presentado primero en la Conferencia 2008 Sobre la Corrosión y su Prevención, de la Asociación Australiana para la Corrosión, Wellington, Nueva Zelanda, celebrada en noviembre 17-19 de 2008.

Impermeabilización y protección contra la humedad

La presencia de agua en la estructura, produce alteraciones en sus características físicas e incluso mecánicas que significan cuantiosas pérdidas de recursos para las empresas y los propietarios de inmuebles.

Fotos: Archivo CyT.

Para visualizar estas alteraciones baste recordar la dependencia que existe entre el aislamiento térmico y el contenido de humedad del material aislante, o los daños por incorporación de sales agresivas disueltas. Algunas de estas sustancias agresivas pueden ser sales contenidas en el suelo en contacto con las cimentaciones, como por ejemplo el sulfato de calcio y de magnesio, o bien gases agresivos. Así, el dióxido y trióxido de azufre, presentes en la atmósfera de ciudades altamente contaminadas, al combinarse con el agua de lluvia, originan las conocidas lluvias ácidas, por formación de ácido sulfúrico, que reacciona con los conglomerantes alcalinos de acuerdo al siguiente esquema de ataque.



Cuando la concentración de sulfato de calcio, en la solución intersticial, es suficientemente elevada se combina con los aluminatos hidratados del cemento formando una sal de sulfoaluminato de calcio hidratado de carácter fuertemente expansivo, denominada etringita, que es capaz de disgregar la estructura del concreto o mortero atacado. Por otra parte la presencia de

concentraciones elevadas de CO_2 atmosférico, puede provocar una paulatina disminución de la alcalinidad de los compuestos cementicios, debido a la transformación del hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en carbonato o bicarbonato de calcio, este último soluble en agua. La consecuente reducción del pH de la pasta de cemento,

por efecto de la transformación indicada, elimina la protección básica generada sobre el acero de refuerzo por el ambiente altamente alcalino, facilitando el inicio del fenómeno de oxidación (corrosión), en presencia de agua y oxígeno.

Independientemente del ataque químico indicado, la presencia de humedad en muros y losas, altera su capacidad de aislamiento térmico y facilita la proliferación de hongos y bacterias, produciendo las características manchas negras en el interior de las viviendas. Finalmente la penetración de agua al interior de materiales porosos, como ladrillos, morteros o concretos, puede disolver las sales solubles contenidas en los poros abiertos, produciendo manchas conocidas como eflorescencias

Mecanismos de penetración del agua

Los principales mecanismos que conducen a la absorción de agua por parte de un material son: Absorción por capilaridad; permeabilidad al agua de escurrimiento superficial, subterráneo o de depósitos, y condensación capilar.

Absorción por capilaridad

Todos los materiales de construcción absorben agua a través de sus capilares abiertos. Esto ocurre principalmente en superficies expuestas como fachadas y en los muros de cimentación, no impermeabilizados, en contacto con el terreno.

Permeabilidad

La presión de agua, incluso cuando es muy reducida, fuerza la penetración del agua a través de los capilares de mayor diámetro y poros abiertos, permitiendo su paso

al interior de las estructuras. No obstante lo anterior, los numerosos ensayos realizados han demostrado que la penetración de agua a través de elementos de concreto de alta resistencia, con contenidos de cemento iguales o superiores a 300 kg/m^3 y relaciones a/c inferiores a 0,5, es lenta y reducida, ya que difícilmente alcanza los 5 a 6 cm., incluso con una presión hidrostática relativamente elevada. En estos casos la permeabilidad de la estructura se produce principalmente a través de puntos de discontinuidad, tales como fisuras, grietas, concretos poco compactados así como juntas de concreto mal ejecutadas.

Absorción por condensación

Esta condensación ocurre cuando el aire a una determinada temperatura contiene una cantidad de agua, en forma de vapor, superior a su capacidad de retenerla (punto de condensación). El mecanismo de condensación capilar determina

la humedad de equilibrio propia de un material y depende de la cantidad y diámetro de capilares que este tenga. Este valor, conocido como higroscopicidad, puede verse alterado por la presencia de sales solubles que aumentan la humedad de equilibrio de un determinado material. De acuerdo con lo anterior, un material debe considerarse seco cuando contiene la humedad de equilibrio correspondiente al ambiente en el que está inmerso.

Como la humedad de equilibrio depende del ambiente que rodea los materiales utilizados y ésta necesariamente varía con los cambios climáticos estacionales, los elementos expuestos, como en el caso de fachadas, deben permitir el intercambio de vapor, propiedad que se conoce como difusión de vapor y que resulta fundamental en la protección de superficies expuestas. A este respecto la teoría de Künzel establece que una fachada o superficie expuesta a la intemperie estará protegida cuando su capacidad de difusión de vapor supera la capacidad de absorción de agua.

Protección e impermeabilizado

El incremento de la construcción en altura, producido por la necesidad de un mayor número de viviendas y el aumento del costo de los terrenos en zonas urbanas, ha generado la necesidad de proteger mayores superficies expuestas a la absorción de agua, como por ejemplo; terrazas, techos planos y subterráneos. Para cubrir esta necesidad actualmente existen un número importante de alternativas de protección e impermeabilización las que pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes criterios: Productos para protección





de parámetros expuestos que no estén sometidos a presión hidrostática, o productos impermeabilizantes capaces de resistir presión hidrostática.

Dentro de esta clasificación, para una adecuada elección del tipo de producto a utilizar en la protección de fachadas y paramentos verticales expuestos, dentro de la vasta gama de revestimientos y pinturas impermeables que ofrece el mercado, es necesario considerar su capacidad de difusión de vapor, a fin de no alterar la habitabilidad de los recintos en contacto con el paramento protegido. Por otra parte, los productos impermeabilizantes capaces de resistir presión hidrostática disponible, pueden clasificarse de acuerdo a distintos criterios entre los cuales están:

1. Según el material con que están constituidos: asfaltos, acrílicos, polietileno, PVC y otros.
2. Según su elasticidad: rígidos, semielásticos y elásticos.
3. Según su adherencia a la base: adheridos o flotantes.
4. Según su forma de aplicación: láminas prefabricadas adheridas o flotantes, láminas de formación in situ, productos que impermeabilizan por formación de cristales que sellan los poros abiertos, y productos impermeabilizantes incorporados al material, generalmente concreto, durante su elaboración.

Cada uno de los tipos de impermeabilización descritos presenta ventajas y desventajas que pueden resumirse como sigue:

El uso de láminas prefabricadas asfálticas y PVC tiene la ventaja de un espesor y características

constantes pero su colocación requiere de uniones soldadas por termofusión, lo que incrementa la posibilidad de fallas, producidas por errores de ejecución y a las tensiones generadas por la contracción del material al enfriarse. Sobre todo en el detallado de retornos en los encuentros con muros, ductos y pasadas, debido a las dificultades de ejecución que estos puntos presentan. Estas láminas son generalmente degradables cuando no están protegidas, lo que se traduce en una pérdida progresiva de su elasticidad.

Otra consideración que debe tenerse presente respecto a las láminas asfálticas, es su baja resistencia al ataque de solventes y ácidos orgánicos débiles, lo que limita su utilización, sin protección, en muros en contacto con suelos que contengan materias orgánicas o superficies expuestas a derrames de solventes orgánicos como gasolina y aceites, entre otros.

Las láminas de formación in situ, elaboradas sobre la base de emulsiones acrílicas, como los acrilatos de estireno, en general presentan una buena resistencia a la radiación ultravioleta y envejecimiento, debido al mayor aporte de energía necesario para romper los enlaces iónicos de estos tipos de polímeros, son resistentes a los ácidos orgánicos débiles y además permiten resolver, en forma simple, los puntos singulares, incluso con detalles complejos. Tienen el inconveniente de requerir un estricto control de aplicación, ya que el espesor de la lámina depende del aplicador y el método utilizado, lo que puede traducirse en la existencia de puntos con espesores variables e incluso insuficientes, aumentando la probabilidad de dejar poros abiertos, que pueden provocar filtraciones puntuales. Por este motivo, la aplicación de



estas membranas debe realizarse siempre en dos o más capas, que minimicen la posibilidad de coincidencia de poros, siendo recomendable su aplicación con pistolas de proyección, ya que este procedimiento permite lograr espesores más uniformes y reduce el riesgo de formación de poros por defectos de colocación.

La elasticidad del material utilizado es otro factor relevante a considerar en la elección del producto adecuado para cada caso. A este respecto es necesario hacer presente que el uso de impermeabilizantes rígidos, con base en morteros, cementos modificados, o sellantes de superficie, en estructuras sometidas a deformaciones es una de las causas recurrentes de fallas de la impermeabilización colocada. De lo anterior, resulta evidente la necesidad de conocer el grado de elasticidad del producto utilizado y compararla con la deformación que pueda tener la estructura, sobretodo si es probable que se generen fisuras después de aplicada la impermeabilización o bien si existen fisuras activas, cuya abertura y movimiento deben ser absorbidos por la impermeabilización utilizada. En este aspecto,

el uso de láminas flotantes permite independizar la impermeabilización del sustrato evitando el reflejo de fisuras, pero tiene el inconveniente de que posibles fallas puntuales, producidas por defectos en las uniones soldadas o por indentación del material colocado, son difíciles de localizar, debido a que el agua se acumula bajo la impermeabilización, por lo que las filtraciones pueden aparecer a varios metros del punto de falla en cualquier dirección y un problema puntual puede comprometer toda la zona impermeabilizada.

Resumiendo lo expuesto puede concluirse que el éxito de una impermeabilización depende fundamentalmente de la elección de un producto adecuado al comportamiento de la estructura en servicio, de su ubicación, de la protección considerada y de la realización de un proyecto de impermeabilización que resuelva los puntos singulares, propios de cada obra, considerando las características del material elegido. c

Referencias:

Tomado de *Impermeabilizaciones*, de Fernando Arancibia, Ingeniería y Construcción, 2009.

Sellotex®
Impermeabilizante
Cementoso Base
para Superficies
Porosas

- Tanques de Agua Potable
- Plantas Tratadoras
- Humedad y Salitre

RETEX®

**Soluciones Especializadas
de Excelencia en Calidad**

Asistencia Técnica RETEX:

(55) 5870-3288

ventas@retex.com.mx

www.retex.com.mx



Foto: wikimedia.org

Un Ícono arriba de otro

Yolanda Bravo Saldaña

Una de las presas realizadas en concreto más representativas dentro de la historia de la ingeniería es, sin lugar a dudas, la Hoover. Ubicada en el cauce del río Colorado, esta obra terminada en 1936, está a punto de contar con un espectacular puente que espera ser terminado en los próximos meses.

La construcción de un impresionante –y bellísimo– puente sobre el río Colorado (en los Estados Unidos de Norteamérica), el cual forma parte de un proyecto de derivación de la presa Hoover, inició en enero de 2005. En la actualidad –con un avance realmente considerable– se espera que esté trascendental capítulo de la ingeniería civil se cierre en el próximo otoño. Su longitud total será de 609 metros. Cabe decir que el puente forma parte de un proyecto más ambicioso que está conformado por un corredor de 5.6 km, comenzando cerca del poste de marcaje de milla, a 3.5 km, ubicado en el condado de Clark, cruzando

el río Colorado, aproximadamente a poco más de 457 metros sobre la presa, y terminando en el condado de Mohave, Arizona.

La estructura del puente se muestra con un arco de concreto de doble costilla, de 323 metros. El puente pasará sobre el llamado Cañón negro, que está localizado al sur de la presa. El puente conectará las carreteras de Arizona, con el acceso a Nevada

Para su construcción se planteó la existencia de un equipo de administración de proyecto (PMT, por sus siglas en inglés) para supervisar el diseño y construcción del mismo. Este PMT tiene representación de cada uno de los principales participantes incluyendo la Administración Federal de Carreteras (FHWA),

los estados de Arizona y Nevada, el Bureau de Reclamación (BOR), la Administración de Energía del Área Oeste (WAPA) y el Servicio de Parques Nacionales (NPS). La División de Carreteras de las Tierras Federales Centrales (CFLHD) actúa como líder administrativo para efectos de contratación, diseño y construcción. Esta CFLHD fue la que adjudicó en 2001, contrató a la empresa HDR Ingeniería para que proveyera los servicios de diseño y construcción del Proyecto de derivación de la presa Hoover (nombre completo de la obra en conjunto). Cabe señalar que el equipo de asesores está formado por profesionales de HDR Ingeniería, TY Lin Internacional, Sverdrup Civil, Inc. y varios subasesores, que se cono-

La más famosa

Sin lugar a dudas la presa Hoover es una de las más famosas del mundo. Ubicada en la frontera de los estados de Arizona y Nevada, se trata de una presa de concreto de arco-gravedad. La construcción inició en 1931 y terminó en 1936. Cabe decir que desde 1981 está inscrita en la lista de lugares históricos de los Estados Unidos.

Una de las historias más famosas en torno al uso del concreto en esta obra fue durante el vertido del producto. El primer vertido tuvo lugar el 6 de junio de 1933. Resultaba algo trascendental pues, hasta ese entonces, ninguna estructura de la magnitud de esta presa, había sido construida y por ende, muchos de los procedimientos eran puestos en práctica por primera vez ahí. Un problema que enfrentaron los constructores fue la retracción del concreto en la presa ya que, más que cómo un bloque monolítico de concreto, la presa fue levantada con

una serie de ménsulas trapezoidales que permitieron disipar el calor producido por el curado del concreto. Es decir, que si la presa se hubiera construido en un solo bloque, el concreto hubiera necesitado 125 años para enfriarse a temperatura ambiente; obviamente, las tensiones resultantes hubieran agrietado la obra y la presa habría colapsado. Así, para acelerar la refrigeración de concreto se insertaron tubos de acero de una pulgada de espesor (serpentine). Al estarse vertiendo el concreto, el agua del río circulaba por estos tubos. Una vez que el concreto recibió esta primera refrigeración, se enfriaba el agua en una planta de refrigeración sobre la ataguía inferior, y posteriormente, la encauzaban de nuevo por los tubos para terminar la refrigeración. Finalmente, cuando cada bloque había quedado enfriado de manera adecuada, los tubos se cortaban y se les inyectaba una lechada a presión.





Foto: wikimedia.org

cen en conjunto como el "Equipo de Asesores Hoover". El trabajo a realizarse incluyó: diseño de caminos, puentes, túneles, pasos bajo y sobre la tierra –para preservación de la vida silvestre–, diseño de servicios públicos, reubicación de las torres de transmisión de alta capacidad, así como el citado puente. También incluyeron los trabajos de ingeniería geotécnica, la topografía y el diseño arquitectónico del corredor.

Trascendental también resulta el beneficio social de la obra ya que ese magno proyecto ya logrado, será de enorme valor no sólo para los Estados Unidos de Norteamérica, sino también para México pues la carretera 93 por donde pasa la obra es el mayor corredor comercial entre los estados de Arizona, Nevada y UTAH, además de ser importante ruta del TLC. Fue a partir de 1995 en que se vio una congestión de tráfico regional, lo que generó la decisión de proyectar y ejecutar esta grandiosa obra

A decir de los responsables, los propósitos esenciales del proyecto en conjunto son:

- Minimizar el potencial de accidentes peatón-vehículo tanto en la corona de la presa como en las cercanías a la presa en Nevada y Arizona.
- Eliminar un cuello de botella importante para el comercio inter-

estatal e internacional que se estaba dando de manera regular, y así poder viajar hacia el oeste reduciendo el tráfico y los accidentes en este segmento de la mayor ruta comercial entre Phoenix y Las Vegas.

- Reemplazar un cruce de carretera inadecuado con uno nuevo que cumple con los criterios



Foto: digitalglobe.com

Algunos de los requerimientos del puente que está a punto de ser terminado sobre el río Colorado son:

Concreto f_c :

700 kg/cm² (arco).
425 kg/cm² (col.)
320 kg/cm² (cubierta).
280 kg/cm² (cimentación).

Arco del puente:

Bombeo del concreto a una distancia de 152 metros.

Vida trabajable: 2 a 3 horas, en caso de problemas.

Aditivos usados: Sika Rapid-1, Sika ViscoCrete 2100 y plastiment.

Productor del concreto: Casino Ready Mix.

Costo total del proyecto: 234 millones de dólares de los cuales 114 millones fueron para la construcción del puente.

actuales del diseño de carreteras, y que mejora la capacidad de tráfico vehicular y de camiones en la carretera US 93 en el tramo de la presa.

- Reducir el tiempo de viaje en las proximidades a la presa.
- Proteger tanto a los empleados de la presa Hoover, como a los visitantes, al equipo, a las instalaciones para generación de energía y a las mismas aguas del río Colorado. Este hecho genera además que mejore la experiencia de visitar la Presa Hoover mediante la:
 - La protección de la misma presa y de sus instalaciones para generar energía, así como la protección de las aguas del lago Mead y del río Colorado, de posibles derrames peligrosos o explosiones.
 - La protección de la presa y de las instalaciones para generar energía y evitar interrupciones de

energía eléctrica y de abastecimiento de agua.

- El generar mejores condiciones para la operación y mantenimiento de las instalaciones de la presa Hoover.

Cabe decir que una vez terminado el puente éste será el de arco más grande del mundo. Para su realización el equipo de ingeniería tuvo que diseñar y construir un complicado sistema de grúas para poder entregar los materiales prefabricados del puente. También resulta importante señalar que se está usando un complejo sistema de poleas que colocan las piezas en las diferentes secciones del puente. Un reto más han sido los poderosos vientos de la zona, que llegan a alcanzar los 125 kms por hora.

El tema de la complejidad de la obra sobra decir que es uno de

los más largos de narrar. En el caso de agregados, el principal trabajo incluyó las pilas, las columnas de acercamiento, las vigas y las cubiertas, y las zapatas para apoyo en arco. Varios segmentos de arco fueron colados empleando un sistema de cimbras viajeras temporales. El contratista implementó un nuevo sistema de guías de cables que se desarrolló específicamente para este proyecto y para el sitio en particular. El sistema de cables de grúa libra el cañón, entregando materiales y equipo para la construcción del puente. Otro trabajo realizado fue el de los segmentos prefabricados para las columnas del puente, las cuales soportan al arco. Conviene subrayar que para el 10 de Agosto de 2009, la porción en arco del puente del río Colorado estaba ya físicamente conectada. Se terminó de quitar el sistema de cables de apoyo el 27 de agosto. A partir de ese momento, el puente ya era autosoportable. En los meses recientes se ha estado trabajando en la colocación de las columnas prefabricadas, en la erección de las vigas de acero y en el colado de la cubierta del camino y de las barreras. La terminación del puente está agendada para fines de agosto de 2010 mientras que la apertura de todo el proyecto de derivación, a decir de los responsables, se dará en noviembre próximo. **C**



Foto: CA-TC

Una isla artificial

Ángel Álvarez
Fotos: Edison Spa.

Resulta impresionante ver cómo el concreto se adapta a las condiciones más complejas, como pueden ser las marinas, en este ejemplo desarrollado en el mar Adriático.

Con la presencia del Amir de Qatar, Sheik Hamad bin Khalifa, y el primer ministro de Italia, Silvio Berlusconi, se inauguró el año pasado la plataforma de gas natural licuado del Adriático (Adriatic LNG Terminal), la primera terminal de gas instalada mar adentro, una obra de gran singularidad que, entre otras características, cuenta con una capacidad de 250,000 m³, así como con la posibilidad de distribuir, al año, más de ocho millones de toneladas métricas de gas.

Después de un viaje de 21 días, desde la bahía de Algeciras, España, a una velocidad media de 20 nudos, la terminal llegó a su destino en las afueras del puerto de Levante, al norte del Mar Adriático, a 17 km de la costa del Véneto, flotando en aguas de 29 metros de profundidad. Cabe decir que

esta terminal recibe el Gas Natural Licuado (LNG, por sus siglas en inglés) principalmente del enorme North Field en la costa de Qatar, el campo más grande de gas natural del mundo, cuyas reservas están estimadas en veinticinco mil billones de metros cúbicos. Al recibirlo la terminal, lo almacena, hace el proceso de regasificación, lo lleva por un gaseoducto de 76.2 cm de diámetro, hacia la costa a la estación de gas de Carvazere; luego es trasladado hacia Minerbio, provincia de Boloña, donde se encuentra la red de distribución nacional, para cubrir el 10% del suministro de Italia.

La construcción de la estructura

La construcción de esta notable estructura comenzó en España, en el 2005 y culminó tres años después. El proyecto fue realiza-

do por Terminale GNL Adriatico, impulsado por los socios Qatar Petroleum, Exxon Mobil y Edison; con Aker Solutions como principal contratista; ejecutado por Dragados Offshore, empresa que realizó la instalación de los tanques de gas natural licuado. Acciona fue la empresa encargada de construir la plataforma de concreto.

Los seis subproyectos

Para el mejor desarrollo del proyecto, éste se dividió en seis subproyectos:

- La obra civil de concreto base GBS (Gravity Based Structure), realizada en Algeciras, España.
- La fabricación de los módulos industriales, hechos en Houston, EUA.
- Los tanques de LNG, diseñados y fabricados en el Reino Unido.
- Los ganchos de los módulos industriales, donde los módulos in-



dustriales fueron instalados en el GBS.

- Las habitaciones, en las cuales 60 personas de mantenimiento y del personal operativo vivieron los 365 días del año, las cuales fueron hechas por Acciona.
- El gaseoducto que conecta con tierra firme, construido por la empresa italiana Snamprogetti.

El proyecto global incluyó centros de trabajo y producción en distintos países del mundo como España, Italia, Qatar, Corea del Norte, Noruega, Reino Unido y Estados Unidos.



Descripción de la obra civil

Toda la obra civil se construyó en la localidad de Campamento –en San Roque, Cádiz– y consistió en la ejecución de la plataforma, la construcción de las instalaciones y de las infraestructuras auxiliares y de apoyo. Asimismo, abarcó la construcción de las contenciones secundarias del gas natural licuado

y las del aislamiento interior de los recintos que albergan los tanques contenedores.

El GBS, hecho de concreto armado y postensado, cuenta con características especiales como la mejora de su durabilidad para un medio agresivo marino. Mide 180 metros de largo, 88 metros de ancho, 47 metros de alto de la estructura de concreto, y 80 metros de altura hasta los módulos industriales. Tiene un

peso total de 280.929 toneladas, divididas en: GBS, 241.544 t; tanques, 21.070 t; módulos industriales, 18.315 t. La estructura GBS cuenta con un gran número de materiales, elementos, tuberías, placas y un sinfín de sistemas, como por ejemplo: suministro de servicios básicos (agua potable); sistema de interconexión entre la terminal y los tanques; electromecánicos, que ayudan a la flotación y navegación de la plataforma; entre otros sistemas. Cabe decir que la plataforma GBS cumple dos funciones principales:

1. Proporcionar soporte estructural de las instalaciones industriales necesarias para el proceso de regasificación del gas natural licuado, el cual tiene una potencia de 1.1 millones de m³/hora.

2. Servir de depósito de almacenamiento y distribución del gas natural licuado mediante dos tanques interiores a la estructura de concreto y a la barrera de vapor, fabricados en acero al carbono con 9% de níquel, y con una capacidad total de 250.000 m³. El reabastecimiento periódico de dichos tanques se hace mediante buques gaseros de hasta 145.000 m³ de capacidad.

Desglose de datos y unidades principales de obra civil del GBS

Cimbra	m ²	215.000
Acero Pasivo BS 500 SD	T	27.000
Acero criogénico		2.000
Concreto	M ³	90.000
Acero Activo (PTHorizontal)	T	2.050
Acero Activo (PTVertical)	T	2.050
Anclajes de Postensado	Uds	3.900

Sustentabilidad

Durante la realización de todo el proyecto, la protección de los factores ambientales y la repercusión social en todas las infraestructuras de la obra y sus alrededores fue algo que se tomó mucho en cuenta. Se mantuvo un control de los parámetros ambientales agua, polvo, ecología marina, ruido y calidad del aire, al fijarse límites de referencia a partir de parámetros ambientales indicados y valores obtenidos en mediciones previas. Se procuró que esos límites no fueran rebasados, mediante un plan de vigilancia ambiental muy exhaustivo.

Se implementó un Programa de Puntos de Inspección, el cual consistió en realizar controles rutinarios de aspectos cotidianos

de la obra. Al encontrarse alguna variante en los puntos de inspección, personal de Medio Ambiente, presente en la obra, corregía de la manera más rápida posible, los aspectos que podían mejorar y aquellos que desequilibraban la relación entre producción y respeto por el medio ambiente. La meta de respetar y salvaguardar el medio ambiente fue una prioridad, en la planeación, el diseño, la realización, así como el funcionamiento del proyecto, ejemplos:

La locación de la terminal, en alta mar, fue elegida para minimizar el impacto en el medio ambiente y la comunidad local.

El gaseoducto trabajó con una agenda respetando el movimiento migratorio de las aves que se detienen en el Río Po.

Las técnicas de construcción del gaseoducto, como la instalación de barreras temporales para reducir los niveles de sonido y turbulencia del agua, son usados para proteger las áreas más sensibles.

En la terminal, turbinas de gas, con sistema de control de emisiones, han sido colocadas para reducir las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero.

Alrededor de la terminal, fueron colocados arrecifes artificiales con el fin de promover la vida marina del lugar.

Cabe decir que este espectacular proyecto fue terminado en el año 2008; sin embargo, para poder entrar en uso debió ser motivo de una gran cantidad de pruebas; de ahí que entrara en funciones hasta el 2009. ©



Cuando la naturaleza se impone

Gregorio B. Mendoza

Varios sismos recientes (Haití, Chile y Turquía) han generado incertidumbre en el mundo.

El 12 de enero de 2010 un terremoto azotó Haití; el desastre –imprevisible al ser un fenómeno natural– se convirtió en tragedia ante la escasa estrategia de prevención civil y los pocos recursos

existentes en el país más pobre de América Latina. Pocas semanas después, otro movimiento telúrico sacudió Chile, el 27 de febrero; no obstante, el país resistiría mejor el embate –que registró 8.8 grados en la escala de Richter–, 1.2 mayor que el de la isla caribeña.

¿Por qué el contraste entre ambos países fue tan grande, siendo que el sismo sudamericano fue mucho más fuerte? Muchas preguntas comenzaron a hacerse.

En Haití, perdieron la vida más de 230 mil personas. Especialistas del mundo expresaron que era imposible suponer que el país contara con materiales adecuados y estructuras calculadas de forma idónea. El punto que poco se

Foto: <http://houston.china-consulate.org>



mencionó –quizá por requerir información especializada– es que un sólo material, llámese acero, concreto, mampostería, etc., no es en estos casos el responsable de los daños pues se trata de sistemas estructurales que trabajan en conjunto para absorber los esfuerzos de flexión, compresión, o torsión sino quizá pudo ser el conocimiento profesional, mal interpretado, para su aplicación.

La Isla Española –conformada por Haití y República Dominicana– está frecuentemente expuesta a terremotos y maremotos al ubicarse sobre la placa tectónica del Caribe. Por ejemplo, en 2003 Dominicana soportó el embate de un sismo de 6.3 grados según los datos del Instituto Geológico de Estados Unidos (USGS), y con ello se vio obligado una vez más a actualizar su normatividad sísmo resistente generada en 1979. Dos décadas más tarde la Sociedad Dominicana de Sismología e Ingeniería Sísmica (Sodosismica), ya contaba con otro tipo de medidas. En contraste, Haití poco había hecho. Raymond Joseph, embajador de Haití en EUA afirmó en Montreal, Canadá –al pedir apoyo internacional– que "era una catástrofe que se esperaba con temor por la escasa solidez de las construcciones en Puerto Príncipe, su crecimiento descontrolado y la ignorancia de estrategias básicas para mejorar la calidad constructiva de edificios clave como hospitales, colegios e instituciones de gobierno, fundamentales en la gestión de una crisis".

Mucho más que dinero

Si bien es cierto que la economía es un rubro básico para detonar ciudades mejor construidas, es relevante la implementación de normas constructivas antisísmicas. La reconstrucción de Haití,



Foto: www.wikimedia.org.

lo dijo el primer ministro de ese país, Jean-Max Bellerive, tardará al menos entre cinco y diez años. Aunque sea un proceso largo, sin duda alguna, la suma de todas las partes involucradas en la construcción de cada metro cuadrado es determinante para no caer en desgracias mayores.

El caso chileno ha demostrado que siempre será garantía contar con normas adecuadas, y con la certificación de los materiales involucrados en la edificación. Como se ha dicho ese sismo registrado en el sector centro-sur del país tuvo una magnitud más alta en comparación con Haití. Fue el segundo más fuerte de su historia y el quinto más significativo a nivel mundial. Sin embargo, como ya se

dijo, el país salió "mejor librado" que Haití. Sólo con reglamentos idóneos y sobretodo, cumplidos a cabalidad, las tragedias se pueden minimizar.

25 años después

En México, quedamos marcados con los sucesos de 1985. La tragedia cobró miles de víctimas y se vinieron abajo muchos inmuebles. La transformación o adecuación de los reglamentos de construcción y sus normas técnicas complementarias fue obligada. Shri Krishna Singh, investigador del Departamento de Sismología del Instituto de Geofísica de la UNAM ha declarado en múltiples ocasiones que es imposible predecir

cuándo sucederá un gran sismo en territorio mexicano y recalca que "no se trata de tener pánico sino de visualizar y estar preparados para lo que pueda suceder". Por su parte, el ing. Carlos Tapia Castro, especialista en cálculo y diseño estructural, así como en instrumentación sísmica de edificios y mantenimiento mayor de cimentaciones, comentó que con todas estas tragedias también la ingeniería deberá forzosamente que tener una clara evolución. Sobre la normatividad, apuntó que el reglamento vigente de construcciones del Distrito Federal es completo aunque hay carencia de información, por lo cual "se deben buscar los de otros países como Japón y Estados Unidos, los cuales han dado gran interés al tema sísmico. En México, el flujo de datos va lento porque de principio hay tecnología que no está reglamentada". Sobre su labor, el ing. Tapia pone de ejemplo un edificio en el que participa y que fue diseñado en Acapulco por Enrique Nortén. Será el Centro de Gobierno de Guerrero: contará con aisladores sísmicos que permiten disminuir el impacto del movimiento a la estructura, sistema ya ocupado en Japón desde hace años.

Por otro lado, para conocer un poco en materia de normatividad en cuestiones sísmicas, se le preguntó al arq. Franco Bucio, director técnico del ONNCCE ¿qué tipo de normatividad existe? A lo que respondió: "En materia de reglamentos de construcción, el DF ha incorporado desde 1987 y hasta la última versión de 2004 en el cuerpo del reglamento y en las Normas Técnicas Complementarias (NTC, relativas a mampostería, concreto, cimentaciones, metálicas y diseño para sismo), factores,

critérios y disposiciones que incrementan la resistencia de las edificaciones a sismo, lo que no ha tenido el mismo eco en los demás estados y municipios". Agregó que las normas mexicanas referentes al concreto hidráulico se han revisado en concordancia a las normas internacionales para asegurar mayor calidad y respuesta a lo dispuesto en las NTC del DF. Acota que a pesar de ello, aún no priva la cultura de ofrecer la certificación de estos productos por parte de los proveedores del concreto premezclado, obligando al consumidor a efectuar pruebas del producto en laboratorios externos, mayoritariamente sin controles de calidad documentados, es decir, sin la acreditación emitida por una instancia competente. Finalmente, concluye el arq. Bucio afirmando que, al menos en el DF, sí se aplican las leyes y NTC, no así en los demás estados. Algo habrá que hacer, la provincia mexicana debe asumir el mismo compromiso para sus habitantes.

Más tecnología

Hace poco en Japón –país también azotado por sismos, lo que ha hecho de éste una de las sedes más importantes de especialistas–, dos empresas presentaron la elaboración de un concreto que contendrá



Foto: www.flickr.com.

etiquetas electrónicas con informaciones sobre la capacidad de la construcción para soportar los terremotos. Lo han denominado "concreto inteligente" y pretende verificar el grado resistente de los edificios en el país nipón. Detrás de la iniciativa se encuentra la empresa Sumitomo Osaka y el laboratorio de investigaciones informáticas YRP. Sus creadores afirman que con este sistema de tarjetas inteligentes se podrá dar seguimiento a la historia y comportamiento del concreto, evitando así los errores humanos que significan el realizar lecturas y registros a mano de la forma tradicional. Por su parte, el estado de California, en la unión americana ha desplegado desde hace algunos meses nueva tecnología que

Foto: www.wikimedia.org.



acelera el acceso a información sobre cualquier sismo en el estado, y también manda alertas inmediatas a entidades gubernamentales y de emergencia, como la Oficina de Servicios de Emergencia (OES), y el departamento de transporte público Caltrans, así lo afirma el sismólogo John Parrish, quien aclara que se ha aprendido mucho a más de veinte años de los desastres ocurridos en 1989 por el sismo de Loma Prieta, que devastó la ciudad de San Francisco y otras comunidades del área de la Bahía en San Francisco. La tecnología que han presentado recientemente es conocida como CGS (California Geological Survey) y está siendo instalada en el Bay Bridge, el nuevo puente en construcción de la costa oeste, que espera ser inaugurado en 2013 y tendrá un costo aproximado de más de

6,300 millones de dólares. A esto se suman los estudios realizados en 2008 y 2009 por ingenieros de la Universidad del Sur de California y de la Universidad de Arizona, quienes han realizado pruebas de simulación de terremotos en estructuras de concreto prefabricado de hasta tres pisos. Los investigadores ejecutaron una serie de movimientos emulando terremotos de magnitud 8.0 en la escala de Richter, obteniendo así datos que dejan clara la respuesta sísmica de un sistema prefabricado utilizado en estructuras como estacionamientos, residencias universitarias, hoteles, estadios, prisiones y edificios de oficinas. Lo que se busca con ello es mejorar la seguridad de los usuarios y comprender mucho mejor cómo se pueden mejorar las conexiones de las piezas en este tipo de edificios. Finalmente, cabe

decir que en México, instancias como los institutos de Ingeniería, y del de Geofísica de la UNAM, así como la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, entre otras, están trabajando arduamente, cada uno en sus respectivas áreas, por hacer que los sismos cada vez sean menos destructivos.

La lección

Debemos siempre ser optimistas porque después de todo esto, de las tragedias también se aprende; sin embargo, el optimismo debe ir de la mano de la objetividad y la realidad. El acercarse a especialistas o instituciones responsables podría ser parte de un compromiso que todos los involucrados pueden pactar. Siempre será mejor prevenir que lamentar una tragedia. **C**

Vinculación universidad–empresa

Carlos Luis Delgado Castillo

Fotos: Cortesía UIA/Depto. de Arquitectura/Holcim Apasco.

Las relaciones estrechas que se han dado entre la Universidad Iberoamericana campus Santa Fe y Holcim Apasco, para la formación profesional en el ámbito del diseño y la construcción sostenibles son dignas de comentarse.

En el 2003, el Departamento de Arquitectura de la Universidad Iberoamericana Ciudad de México decidió entablar alianzas con empresas líderes en la industria de la construcción, interesadas en el tema de sostenibilidad y con una visión global y responsabilidad

Conferencia magistral:
Diplomado en Diseño y
Construcción Sostenibles.



social. Fue así como trabajó por vez primera con Holcim Apasco, empresa perteneciente al Grupo Holcim, que por cuarto año consecutivo ha sido nombrado Líder en la Industria, en el Índice de Sustentabilidad Dow Jones (DJSI, por sus siglas en inglés).

En el marco de esta colaboración, este departamento promovería la plataforma académica que permitiera el fortalecimiento de su papel y el de la universidad en su conjunto, en la formación de estudiantes y profesionales capaces de generar e innovar en materia de tecnología y sostenibilidad en la construcción. Por su parte, Holcim Apasco aportaría las herramientas técnicas y parte de los recursos económicos necesarios para alcanzar esta nueva plataforma académica, con un nivel de excelencia y calidad, y contribuir así al logro de uno de sus objetivos empresariales: contar con un desempeño sostenible desde el punto de vista ambiental y social, al promover la realización de proyectos académicos y profesionales diseñados y construidos bajo ese enfoque.

Fue así como el Departamento estableció, con el apoyo de Holcim Apasco, un programa de acciones para desarrollar una plataforma académica innovadora con los siguientes componentes:

1) Conciencia social sostenible (impacto interno y externo), de la comunidad universitaria.

2) Actualización del plan de estudios de la licenciatura de arquitectura y de la maestría en Proyectos para el Desarrollo Urbano, para fortalecer la inclusión de la filosofía del diseño y la construcción sostenibles.



3) Formación de los profesores de tiempo y asignatura de la licenciatura y la maestría mencionadas, en los temas de la sostenibilidad.

4) Educación continua y actualización en la materia, de profesionales que laboran en el sector del



Cartel - Diplomado en Diseño de Comunidades Sostenibles.

diseño y la construcción y del desarrollo urbano y regional.

5) Implementación de un modelo para la educación superior en donde ganan las instituciones, los estudiantes, profesores y la comunidad, con un impacto social y generador de cambios.

Se trataba pues de un esfuerzo de cooperación que buscaba formar capital humano que trabajase bajo los principios de la sostenibilidad al momento de realizar el diseño, la construcción y de programar la operación de edificaciones y centros poblados tanto en la Ciudad de México como en el resto del país y América Latina, con una visión universal, incluyente y sostenible.

¿La estrategia?

Para alcanzar este sueño, se aplicó un enfoque innovador que podría denominarse “semilla detonadora”, consistente en la aplicación de recursos económicos y humanos para sentar las bases del cambio, y detonar acciones no necesariamente manejadas y costeadas por las partes involucradas. En este caso, las “semillas” fueron las exposiciones, simposios, talleres y diplomados referidos al tema del diseño y la construcción sostenibles, creados con un alto nivel de excelencia académica, dirigido a un público “multiplicador”, con el apoyo

Cartel Primavera 2010.

de expertos que permitieran ampliar la red de la Universidad en esta materia.

Resultados relevantes

Son muchos los resultados alcanzados, pero los más relevantes de esta vinculación serían:

La realización del Simposio Internacional "Diseño y Construcción Sostenible: Realidad Ineludible", que contó con más de 130 asistentes, y con un taller de capacitación sobre el tema a profesores del Departamento, dictado por Gregory Franta, Volker Hartkopf y Bill Reed. Cabe decir que Holcim Apasco postuló a la UIA Ciudad de México para ser la universidad asociada para América Latina de la Holcim Foundation for Sustainable Construction de Suiza. Tras demostrar las respectivas credenciales, se logró este nombramiento en 2006. Con este convenio, la universidad:

- Apoya los esfuerzos de la fundación, aportando su experiencia técnica y académica en los ciclos del Concurso de los Holcim Awards for Sustainable Construction. En este sentido se debe destacar que la UIA fue ratificada para apoyar el Tercer Ciclo del Concurso (2010-2012).

- Participa o es sede de los foros Holcim. En 2008, la UIA Ciudad de México fue escogida para ser sede del 3rd International Holcim Forum for Sustainable Construction-Re-Inventing Construction, que se llevará a cabo del 14 al 17 de abril de 2010.

- Ayuda a definir los criterios de evaluación a ser utilizados en los Holcim Awards.

- Escoge y reúne a los miembros del jurado que revisan los proyectos que participan en el concurso para la región América Latina.

Se debe destacar que el convenio de la UIA con Holcim Foun-



Jurado Latinoamericano del Segundo Ciclo de los Holcim Awards - UIA Julio 2008.

dation, ha ampliado el radio de influencia del Departamento en materia de sostenibilidad, y ha permitido realizar nuevos contactos con expertos "verdes" y otras instituciones educativas y organizaciones especializadas.

También en este marco de estrecha relación han tenido lugar exposiciones sobre la construcción sostenibles, dentro de la UIA Ciudad de México. Destaca en este sentido, la exposición de los proyectos ganadores mundiales del Primer Ciclo del Concurso de los Holcim Awards for Sustainable Construction. Por su parte, El Departamento de Arquitectura ha fortalecido el tema de la sostenibilidad en la currícula de la carrera, aumentando y ampliando los cursos del Ciclo de Diseño Ambiental, y su vinculación con el resto de las materias; así como ampliando el enfoque de la maestría en Proyectos para el Desarrollo Urbano.

Asimismo, han sido otorgadas becas y financiamiento para la participación de profesores de tiempo completo del Departamento de Arquitectura, en simposios, seminarios y congresos nacionales e internacionales sobre el tema. En estos eventos, se ha tenido contacto con expertos, los cuales han

sido invitados a dictar conferencias magistrales en diplomados (son abiertas al público en general, sin importar que no estén inscritos en los mismos), seminarios y talleres, y han permitido la liga con otras instituciones especializadas. En este sentido, destaca la afiliación de la universidad al United States Green Building Council (USGBC), a la Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education (AASHE-EEUU) y al Biomimicry Institute de Montana. En este último caso, se han dado intercambios de expertos para aprender sobre la nueva ciencia del Biomimicry (diseñar emulando a la naturaleza), y el instituto ha ofrecido, a través del Departamento, 3 talleres en Veracruz con más de 60 egresados, estudiantes y profesionales de arquitectura, urbanismo, diseño, derecho, administración de empresas, entre otras carreras (tanto de EEUU como de México y el resto de América Latina).

Se debe destacar que desde 2009, la UIA Ciudad de México, a través del Departamento de Arquitectura, es una de las tres universidades que pertenecen al Biomimicry Affiliate Program (junto a la Arizona State University y el Ontario College of Art and

Design) del Biomimicry Institute, siendo así la primera universidad latinoamericana en pertenecer a este programa. También, se ha logrado estrechar la vinculación del Departamento de Arquitectura, con expertos de universidades como la UNAM y la UAM.

Parte importante también fue la creación de la línea de investigación "El diseño sostenible como instrumento de ordenamiento urbano y del territorio", que actualmente cuenta con un proyecto en curso "Materiales verdes en México: una guía para el desarrollo urbano sostenible".

A la fecha, se han realizado cinco diplomados en diseño y construcción sostenibles, 2 diplomados en tecnoconstrucciones futuras y un diplomado en diseño de comunidades sostenibles: En ellos han participado más de 15 renombrados expertos internacionales, y más de 40 expertos nacionales. Han egresado más de 250 profesionales. En este sentido, se debe resaltar que un porcentaje importante de los estudiantes de los diplomados han venido de ciudades del interior del país, y por lo tanto, el impacto es también a nivel nacional. Se han becado a más de 30 profesores de tiempo completo y de asignatura para especializarlos en el área. Se ha formado una red "verde" con los egresados de los Diplomados y de los Talleres de Biomimicry, quienes en muchos casos se mantienen comunicados unos con otros, y a los que el Departamento de Arquitectura, con el apoyo de Holcim Apasco, mantiene al día a través del envío de noticias, novedades, eventos y conferencias (dentro y fuera de la Universidad).

El éxito del Diplomado en Diseño y Construcción Sostenibles, permitió la aprobación del proyecto de compilación del libro sobre el mismo



Taller del Diplomado en Diseño y Construcción Sostenibles - 3ra Generación - 2008.

tema. Está por salir publicado y será utilizado como material de trabajo de los estudiantes de las próximas generaciones de los diplomados, y para aquellas personas que aunque no puedan tomar el diplomado, quieran aprender sobre la materia.

Importante subrayar que, en el marco del impulso logrado con esta vinculación, el Departamento de Arquitectura y el Programa de Medio Ambiente de la UIA, promovieron el desarrollo del proyecto "Ibero Campus Verde", con el que se propone integrar el enfoque de la sostenibilidad en todas las funciones sustantivas de la Universidad: docencia, investigación y extensión, así como en sus actividades administrativas. En noviembre de 2008, este proyecto fue oficialmente aprobado por el Rector y actualmente, ya se cuenta con un diagnóstico ambiental y el Plan de Acción 2009-2012.

¿Por qué el éxito de la vinculación con Holcim Apasco?

Una de las claves del éxito de la vinculación del Departamento de Arquitectura con Holcim Apasco, ha sido el trabajar en un tema de vital importancia para la humanidad en

nuestros días: el desarrollo sostenible, y el apostar por el conocimiento como la principal herramienta para generar los cambios que se requieren en México y el mundo.

En el marco de la impartición de conocimientos, se ha buscado estar a la vanguardia en los últimos avances en la materia, y en dar espacios a experiencias nacionales e internacionales, desde las más avanzadas de las tecnologías hasta los sabios métodos constructivos de nuestros antepasados; porque de lo que se trata es de ver todas las opciones, de innovar y de construir adaptándonos a nuestro contexto político, económico, social, cultural y ambiental. Se trata de unir esfuerzos, que se traduzcan en acciones de alto impacto con las que se consolide el proceso de transformación buscado. En este caso, las acciones vinieron del lado académico, con la búsqueda de la formación de personas que sean capaces de hacer realidad en el corto y mediano plazos, el que la construcción y operación de proyectos sostenibles sean la regla y no la excepción, y que nuestras ciudades cuenten con espacios con calidad de vida, sean socialmente justas, económicamente prósperas y ecológicamente equilibradas. **c**

Para un mejor camino

Pavimentar con adoquines –de piedra, mármol, barro, cantera o concreto– los caminos públicos es una actividad histórica. Existen referencias de este sistema constructivo desde la antigüedad en la isla de Creta hace casi más de 3,000 años. Hoy sigue siendo un proceso vigente y una industria pujante en donde la tecnología del concreto juega un papel importante.

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía CEMEX

Los puntos de partida de la historia del adoquín son diversos. Se sabe que este tipo de procesos fue adoptado en la época imperial romana y utilizado en sus múltiples vialidades que conectaron y lograron así el control de todas las colonias. Por su parte, en la época precolombina eran comunes los caminos encarpados con piedras de



río de la región, como los famosos sacbés mayas. Entre los siglos XVII y XIX ya se fabricaban adoquines de barro cocido y con el incremento de la tecnología del concreto en Europa años más tarde, este material se convertiría en la materia prima de estas piezas que evolucionaron hasta la fabricación en verdad masiva, llegando a nuestros días a producciones que se cuentan en millones a nivel mundial.

Mejor conocidos actualmente como adocretos, estas piezas prismáticas de concreto simple cuentan con una geometría tal que permite el ensamblaje con otras piezas idénticas para obtener una superficie continua que da libertad creativa en cuanto a los diseños o patrones particulares que se quieran realizar con ellos. En México se usan desde hace más de cinco décadas y forman parte de una industria que atiende entre otros sectores al mercado inmobiliario (casa habitación y vivienda colectiva); espacios públicos (andadores, plazas, zonas recreativa, parques o estacionamientos); transporte (puertos y aeropuertos), entre otros.

La amplia diversidad de usos que tienen los adoquines para pavimentar incluyen desde una simple entrada de vehículos, calles, caminos secundarios, paseos peatonales y plazas hasta pisos de puertos en donde el tránsito peatonal es demandante. Por ello conviene subrayar de sistema a arquitectos, proyectistas y diseñadores las ventajas de tipo estructural y estéticas, que permiten ampliar sus posibilidades de uso.

Ventajas pieza por pieza

Dentro de las características que tienen estos productos se encuentran su económica instalación y bajo costo; la facilidad y rápida colocación; la alta resistencia, bajo mantenimiento, varios diseños y colores; adaptación a todo tipo de terreno, etc. Aunado a esto, sus fabricantes están comprometidos a ofrecer una diversidad de colores y formatos que garantizan una buena opción para contar con ellos. En resumen se trata de un sistema flexible

que evita fracturas por movimientos de la base o de cargas extremas. En su instalación no se requiere firme de concreto; existe la posibilidad de reparaciones, cambios y reinstalación del mismo pavimento. Además, los colores están integrados en la mezcla desde su fabricación por lo cual el desgaste es mínimo. También destaca que son removibles y reutilizables; requieren mínimo mantenimiento ni se requiere de maquinaria especializada. Importante también es el hecho de que con los adoquines se generan áreas permeables transi-



tables a través de los que conocemos como adopasto. Éste último, es una versión posterior y reformada; son de más reciente creación y se han convertido en una excelente solución para generar áreas verdes sin perder la permeabilidad de las superficies de tránsito, manteniendo su cualidad de pavimento firme.

En la actualidad han dado otro giro y se ha obtenido una evolución más sofisticada que se le ha llamado adoquín sustentable de concreto. Éste es un material similar al concreto hidráulico hecho de agregados pétreos, agua, cemento y aglutinantes químicos que forman un producto moldeable, fácil de colocar, permeable y de gran resistencia a la compresión o la flexión, el cual después de unas horas se solidifica pudiendo ser colado para usarse como pisos y pavimentos.

Colocación y preparación

El primer paso para la colocación de adoquines consiste en la preparación de la subrasante. Todo el material ajeno existente bajo el nivel de ésta, sea de origen orgánico, escombros, basuras o material inestable, debe ser reemplazado por material de relleno adecuado. La compactación de la subrasante se hará exclusivamente por medio de equipos mecánicos, de tal manera de alcanzar las densidades del proyecto especificado. El espesor de compactación deberá actuar por lo menos 20 cm superiores de la subrasante y debe ser perfilada según las cotas del proyecto, con una tolerancia de +/-20 mm. Ya en la fase posterior –preparación de la subbase– se tendrá un ancho que permita abarcar por lo menos las soleras laterales y sus respaldos, salvo en el caso que las soleras hubiesen sido colocados con anterioridad. El material se esparcirá por capas de hasta 20 cm de espesor suelto.

Como tercer paso, se utilizará siempre como base una cama de arena de espesor constante de 30 mm, después de compactada. Por ello se contempla que inicialmente se tengan aproximadamente 40 mm. Previamente se recomienda hacer algunas pruebas en un sector del pavimento. Luego de esparcida, la arena debe ser nivelada suavemente hasta el nivel requerido, ocupando como maestras de nivelación o niveles de referencia, las soleras de borde o tabloncillos especialmente dispuestos para ello. Para calzadas de más de 4.5 m. de ancho será necesario poner guías intermedias. La cama de arena no debe ser alterada por efecto del tráfico peatonal o vehicular para no provocar precompactación desuniforme. Si ello ocurriera, la arena debe removerse y volverse a nivelar. Los operarios no deben pisar sobre la cama de arena, sino sobre los adoquines ya instalados



Ya en la colocación de las piezas se deben posicionar en la forma de aparejo especificado: de corredor, en espina de pescado o en trama de canasto. Previamente se deben instalar los elementos de restricción de borde, tales como soleras, zarpas y solerillas. Los adoquines se colocan sobre la base de arena. Al colocar la primera hilada, se recomienda tener especial cuidado, ya que es necesario que el adocreto quede en el ángulo preciso proyectado. Se recomienda colocar elementos auxiliares para comprobar en forma permanente el alineamiento. La compactación de los adocreto colocados se debe hacer lo más pronto posible pero sin acercarse a menos de 1 m del frente de colocación. La compactación se debe efectuar para conseguir una superficie plana y uniforme.

Las unidades dañadas durante la compactación deben ser reemplazadas. Luego de la compactación, las juntas deben quedar aproximadamente entre 2 y 5 mm de ancho. Para el relleno de las juntas se debe emplear arena fina, seca con menos de 10 % de material fino como arcilla y limo. La arena se esparce sobre



la superficie, al término de la primera compactación del pavimento, distribuyéndola uniformemente con escobillones. Luego se aplican 2 o 3 pasadas adicionales de placa vibradora, procurando que la arena penetre en los huecos hasta llenarlos completamente. Después de retirar el exceso de arena, el pavimento queda en condiciones de ser entregado al tránsito. Colocación sencilla y un proceso rápido que requiere de cuadrillas de trabajo relativamente pequeñas.

Como muestra un botón

Muestra de su uso y lo vanguardista que puede ser el adoquín, les presentamos un proyecto que transformó radicalmente su entorno por medio de esta tecnología. Se trata de el ganador del premio Obras CEMEX 2008 en la categoría Congruencia en accesibilidad y Edificación sustentable del rubro Internacional denominado Reconstrucción urbana y restauración del centro de Bania Luka, en Bosnia-Herzegovina. En él se instalaron 20,000 m² de adoquines de concreto para



plazas y banquetas regenerando el área central de la ciudad. Con ello se motivó la restauración de diversos edificios y la creación de nuevos espacios públicos, los cuales son fácilmente accesibles para todos los residentes de la ciudad.

La intervención no sólo se realizó en el campo estético del espacio urbano sino que generó estrategias de uso y expandió las cualidades de funcionamiento peatonal y limitó las de rodamiento vehicular. Adicionalmente a esto se tuvo especial cuidado en procurar áreas de descanso y circulación para personas con algún tipo de discapacidad en todas las zonas de conexión, tanto antiguas como el mercado local y el palacio de gobierno, así como modernas con la presencia de nuevas áreas comerciales, deportivas, centros recreativos, y recintos culturales. Por cierto, otra característica que lo hace meritorio de cualquier reconocimiento es que resuelve exitosamente el tema del impacto ambiental por medio del diseño, la construcción y utilización de materiales de bajo impacto al entorno. c

La importancia del molde

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía ITISA

En los procesos convencionales para la fabricación de elementos de concreto estructural, es necesario contar previamente con un grupo de moldes que apoyen la producción en serie de éstos.

Las consideraciones técnicas y especificaciones especiales que requieren estos moldes están vinculadas a la calidad de las piezas producidas por lo cual cobran especial relevancia. Poco explorado pero de gran interés, este tema resulta fundamental para la industria del concreto.



En busca de la excelencia

Los moldes son en gran medida los responsables de los buenos resultados en la prefabricación para la industria de la construcción de edificios u obras civiles. Su diseño responde a exigencias específicas dentro de la amplia variedad de elementos que se producen: trabes, columnas, dovelas, etc. Sin embargo, en todos ellos se busca que el estándar sea la excelente calidad, que cumpla con los requerimientos de producción en términos de dimensiones, estabilidad y baja deformación; que sean flexibles (formalmente hablando) para adaptarse a otros proyectos, fáciles de usar y por ende que sea durable tanto su estructura como el material que la integra.

Para ITISA, empresa nacida en 1948 y ampliamente reconocida por su trabajo en la fabricación de estructuras prefabricadas de concreto, este tópico adquiere relevancia porque el concreto –como materia prima– es definitivamente una parte fundamental del proceso de la empresa. Siendo esta firma la fabricante y proveedora de este tipo de elementos para la industria mexicana, ha tenido que responder con calidad y eficiencia a los requerimientos de cada proyecto en el que participa brindando su experiencia. Sobre el tema, miembros de ITISA afirman que “los moldes son igualmente importantes que el concreto, ya que un buen molde, fácil de manejar y de buena calidad, es fundamental para una producción eficiente y controlada, de lo contrario –advierten– no sería posible garantizar la calidad con la que trabajamos. Además se realizan pruebas de resistencia al concreto para asegurar que el producto esté de acuerdo a lo señalado en el diseño”. De modo tal que las piezas se revisan geométricamente y por deformaciones para certificar que cumplan con todas las exigencia planteadas. “A lo largo de todo el proceso se hacen diferentes pruebas a las partes que componen las piezas, como por ejemplo pruebas de soldadura, de calidad de los materiales, y se revisa de forma conti-



nua el estado de los moldes y mesas de tensado para garantizar su funcionamiento adecuado”.

La característica más importante de un molde en el proceso de fabricación es que su deformación en la etapa del presfuerzo sea mínima, y que por otro lado, no se dañe de manera considerable al realizar cada una de las fases. Se busca un rendimiento óptimo en el trabajo de colocación de armados, colados y luego en la extracción de piezas, etapa de alta exigencia para un molde porque que sólo uno de buena calidad puede calificar para trabajar intensivamente en varios proyectos. Así, estos moldes maestros suelen ser fabricados principalmente de acero (en placas de 3/16” o de 1/4”, dependiendo del número de usos a los que se les destine); aunque pueden utilizarse diferentes perfiles dependiendo su estructuración. Entre las ventajas del material está el hecho de que muestran la facilidad para adaptar su geometría en caso de que se generen cambios en el diseño de los elementos a producir. Cabe mencionar que son relativamente fáciles de transportar y de reubicar, a diferencia, por ejemplo, de un molde de base de concreto, donde la implementación queda permanentemente en el sitio y se pierde si se requiere fabricar otro tipo de pieza.

Para obtenerlos, explican los expertos de ITISA, responsables de sus plantas de producción en Tecámac, Estado de México y Tlaxcala, “se pueden fabricar o buscar proveedores especializados en ellos”. Lo importante que habrá que contemplar es el tiempo que una empresa especializada puede ahorrar es una ventaja considerable al contar con todo el equipo necesario para hacerlos más rápido, y el personal calificado para ello.

Es necesario hacer mención que en la industria se pueden encontrar diferentes tipos de moldes. Hasta el momento hemos abordado los referentes a piezas estructurales pero también se producen molduras para elementos decorativos como balaustradas o durmientes para vías férreas. De éstos últimos en particular,



ITISA se encarga de fabricar un promedio de 900,000 piezas al año. Todas ellas con la tecnología alemana DYWIDAG y el desarrollo propio mediante un riguroso proceso de fabricación que responde a una larga longevidad y calidad óptima para resistir considerables esfuerzos de carga dinámica.

En la actualidad, más de 13 millones están instalados en las vías del sistema ferroviario mexicano y el resto ha sido exportado a diferentes industrias ferroviarias en Venezuela, Estados Unidos, Argentina, Chile, entre otros.

Procedimiento y consideraciones

En referencia a los moldes para elementos decorativos, las consideraciones en términos generales podrían ser similares. El proceso cuando se introduce uno de ellos en la planta de fabricación, tanto si se utiliza el molde por primera vez, como antes de la fabricación de una determinada pieza ya funcionando la cadena de producción, es una preparación previa. Esta fase la podemos dividir en dos etapas secuenciales. La primera de ellas se trata de una limpieza superficial de los restos de materia que haya quedado adherida al molde mientras que la segunda etapa se trata de la aplicación de un desencofrante como tratamiento superficial de dicho molde para facilitar la extracción de la pieza con mayor facilidad dentro del inconveniente que supone la gran adherencia del concreto.

Un paso posterior a la preparación del molde, es la colocación del acero de refuerzo del concreto, según las normas específicas que demande. A continuación, se colocan los elementos de anclaje y manipulación y se vierte el concreto en el molde. Tras un periodo de entre uno y dos días por método de fraguado natural, o bien un periodo menor en función de la utilización de

métodos de calentamiento del molde o vaporización del concreto, la pieza se cura, procediendo después al desmolde de la misma, que conllevará los pasos de abertura del molde y extracción de la pieza.

La limpieza es siempre un factor clave en el proceso cíclico ya que entre las propiedades del concreto, se encuentra la gran adherencia que posee con cualquier material utilizado en el molde para la construcción como el acero madera, poliéster, elastómeros, etc. Esta cualidad tan útil puede tener un inconveniente al requerir una mano de obra constante, así como la limpieza o la utilización de agentes químicos que pueden incrementar el costo. Para solucionarlo, en España a finales de la década de los noventa ingenieros y productores comenzaron a realizar el proceso de patente de diversos moldes de polietileno expandido que se vuelven desechables y que permiten las mismas operaciones evitando sencillamente realizar un trabajo de pre y post producción. Dentro de las ventajas, destaca que este material no permite que el concreto se adhiera, existe un ahorro de recursos económicos y tiempo, y su transportación se vuelve más rápida al reducir considerablemente el peso agregado por el molde. Cabe reiterar que lo anterior hace referencia a piezas ornamentales, por lo cual su escala es significativamente reducida en comparación con unidades estructurales.

Se observó que cambiar de materiales tenía un argumento claro: normalmente en un vertido de concreto en un molde convencional, el proceso tiende a disipar su calor interno exigiendo evidentemente utilizar algún tipo de fuentes de calor o aditivos para aportar al concreto el calor necesario que acelere el curado. Al cambiar el material se prescinde de gastos que suponen introducir elementos adicionales o externos. Lo mismo ha sucedido con el empleo de poliéster o fibra de vidrio.

Retos a vencer

De vuelta a la planta de ITISA y abordando las exigencias de una obra arquitectónica se nos explica que "todos los prefabricados deben de cumplir los requerimientos del cliente. La ventaja es que de acuerdo a estas necesidades, desde un principio pueden diseñarse los elementos y los moldes para ello, por otro lado, el terminado de los elementos puede variar según dónde se vayan a ubicar, si van a estar cubiertos o expuestos. En el caso del Spancrete se le pueden dar distintos tipos de acabado según sea necesario. Estructuralmente tienen que cumplir con los mismos requerimientos que cualquier otro tipo de estructura, de acuerdo a los que establecen los reglamentos de construcción correspondientes". Por eso, reiteran que dentro de las exigencias que se tienen delineadas como empresa existe el objetivo de "no modificar para mal la arquitectura, sino lo contrario, buscar mayores espacios libres y menores peraltes. Estructuralmente debemos ser mejores que los demás sistemas en densidades, geometrías y cantidad de

elementos"; eso es parte de su compromiso.

Los diseños de estos moldes son fundamentalmente los mismos elementos que se ocupan fuera de nuestras fronteras como el caso de Estados Unidos de Norteamérica. Por ello, la calidad de empresas mexicanas como ITISA está más que comprobada, ellos afirman que el valor agregado se puede resumir de forma clara: nuestra misión es convertir el concreto en soluciones estructurales rentables para los clientes, apoyados en nuestra gente, nuestra tecnología en prefabricados y la calidad de nuestro trabajo.

Cuidar los fundamentos

Como es bien sabido, no todos los buenos resultados pueden medirse al llegar al final del proceso. Muchos demandan que se analicen cada fase que los integran y esto puede encajar perfectamente al hablar de los elementos prefabricados de concreto. Los moldes como punto de partida son la escancia de esta industria que en México mantiene un ritmo constante de crecimiento e innovación. ^C

Seminario Práctico
de Diseño de estructuras
de mampostería de acuerdo
con las NTC-RCDF-2004

Temas:
Control de calidad de materiales usuales en estructuras de mampostería
Criterios de generales de estructuración de edificios de mampostería
Diseño constructivo y modificaciones de mampostería conforme a NTC-RCDF-2004

6 al 8 de mayo 2010
Hotel Howard Johnson
Morelia, Michoacán

PROFESORES:
Dr. Oscar Hernández Basilio
M.I. Leonardo Flores Corona
Ing. Héctor J. Guzmán Olguin

Investigador UNAM Consultor
Investigador CENAPRED
Profesor Investigador FI UNAM

Centro Regional de Desarrollo en Ingeniería Civil



Informes: Centro Regional de Desarrollo en Ingeniería Civil (CRDIC)
M. I. Héctor Soto Rodríguez
Arq. Ma. Elena Maldonado
Tel/Fax: 01 443 3 19 89 37
E-mail: crdic@prodigy.net.mx
crdic@hotmail.com
www.crdic.org

Las actividades de enseñanza

Las actividades de enseñanza del IMCYC están encaminadas a fomentar la actualización de conocimientos, así como la especialización de los profesionales en el campo de la construcción y en la misma competencia laboral.

Gabriela Celis Navarro

A través de cursos básico y de certificación, conferencias técnicas, seminarios nacionales e internacionales, diplomados, simposios y congresos el IMCYC busca brindar un mejor conocimiento, tanto teórico como práctico, de la construcción realizada con concreto. En este trimestre que recién terminó, se han impartido cursos abiertos, dirigidos a profesionales y técnicos de la construcción, y cursos cerrados, diseñados a la medida de las necesidades particulares de las empresas. En este rubro destacan los cursos dados a Servicios Industriales Peñoles, en Torreón, Coahuila; uno a CFE en La Yesca –impartido a su personal técnico–; otro para profesionales de la construcción, en República Dominicana y uno a alumnos de maestría en Administración de la Construcción, de la Universidad Politécnica del Ejército del Ecuador, cuya sede está en Quito.

Un ejemplo

24 alumnos de la maestría en Administración de la Construcción de la Universidad Politécnica del Ejército del Ecuador tomaron el curso *Control de la calidad en la construcción*, impartido por el arquitecto José Antonio del Rosal García, por el dr. Jesús Hugo Meza Puesto, por el ing. Raúl Bracamontes Jiménez, por el ing.

Jesús Islas Benites y por el m. en ing. Donato Figueroa Gallo. Para la realización del mismo el IMCYC contó con el apoyo de Ingenieros Civiles Asociados SA de CV (ICA) para lograr una visita a obras –el 9 de marzo– de la Línea 12 (Tláhuac-Mixcoac) del Sistema de Transporte Colectivo (Metro).

Visita a obras

En la visita al túnel el grupo estuvo acompañado por los ingenieros Lázaro Romero Zamora, superintendente del túnel, de ICA; Dalia Saldívar Salinas, de la misma empresa, y por Marcela Moreno Pérez, asistente de la Subdirección de Construcción Civil, Fase 2, ICA Construcción Especializada (CE).



Los visitantes en la losa fondo de la estación Mexicaltzingo.



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

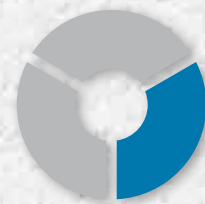
Oficinas

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



imcyc

Un mundo de soluciones en **concreto**

PROGRAMA DE CURSOS Y CERTIFICACIONES 2010

	Abril
12 y 13 20 al 22	Técnicos para pruebas al concreto en la obra. Grado I Normas ASTM de cemento y concreto relacionadas con el reglamento ACI – 318
26 al 29	Diplomado “Concreto lanzado” Módulo I
	Mayo
6 y 7	Exámenes “Técnicos para pruebas al concreto en la obra.” Grado I Desempeño \$1,800
12 y 13 17 y 18	Técnicos para pruebas al concreto en la obra. Grado I Diseño de estructuras de concreto conforme al reglamento ACI-318-08
24 al 27	Diplomado “Concreto Lanzado” Módulo II
	Junio
3 y 4	Exámenes “Técnicos para pruebas al concreto en la obra.” Grado I
14 y 15 21 al 24	Técnicos para pruebas al concreto en la obra. Grado I Diplomado “Concreto lanzado” Módulo III

Socios Activos



Los alumnos, acompañados por el coordinador de la maestría de la Universidad Politécnica del Ejército –ing. Ricardo Durán Carrillo– fueron citados en la lumbrera de entrada, ubicada en calzada Ermita Iztapalapa esquina con Centeno. Después de dar la bienvenida a los alumnos se les explicó brevemente el proyecto de la Línea 12, así como el proceso de instalación de las partes del Escudo (Earth Pressure Balance/Escudo de Presión de Tierras, o EPB). Posteriormente, descendieron a la lumbrera, donde los ingenieros Lázaro Romero y

Dalia Saldívar dieron un resumen y el status de los trabajos que se realizan. Cabe decir que no fue posible ingresar al Escudo ya que está en el proceso de instalación de sus componentes.

Visita a la estación Mexicaltzingo

En esta estación fueron recibidos por el arquitecto Aurelio Ahumada Molar (superintendente de construcción, de ICA), y por el ing. Adolfo Pineda, jefe de Frente de la misma empresa). Ahumada

Molar fue el encargado de dar la bienvenida a los visitantes. Se descendió a nivel de losa-mezanine donde escucharon acerca del proceso constructivo de la estación. Posteriormente, se descendió a la losa de fondo. Una vez terminada la explicación del proceso constructivo se ascendió a la losa tapa, donde fueron aclaradas dudas y contestadas preguntas. ^c

Nota: EL IMCYC agradece el apoyo del técnico Jesús Lara Villalobos, coordinador de Seguridad Industrial de ICA CE.



El grupo reunido para la foto del recuerdo, afuera de la estación Mexicaltzingo.

Uno de los ingenieros más importantes de México nos concedió una cálida entrevista llena de historia, anécdotas y charla amena.

Gregorio B. Mendoza

Retrato: A&S Photo/Graphics

Una postura social

Descendiente de una familia de ferrocarrileros a la que vio crecer dentro de la institución como mecánicos o telegrafistas, el ing. Cesar Buenrostro Hernández (Hidalgo, 1933), –mayor de los cinco hermanos de su hogar– estuvo a punto de realizar estudios de Leyes. Afortunadamente, como él lo indica superó la seria duda sobre su capacidad para las matemáticas y escogió la carrera de Ingeniería civil para su formación profesional, verdadera pasión de su vida.

El ing. Buenrostro nos brindó la oportunidad de conocer las múltiples facetas que ha vivido, sorteando obstáculos entre la función pública, la gestoría, la planeación y su actividad privada que aún es constante. Nos deja claro que para él “la ingeniería no

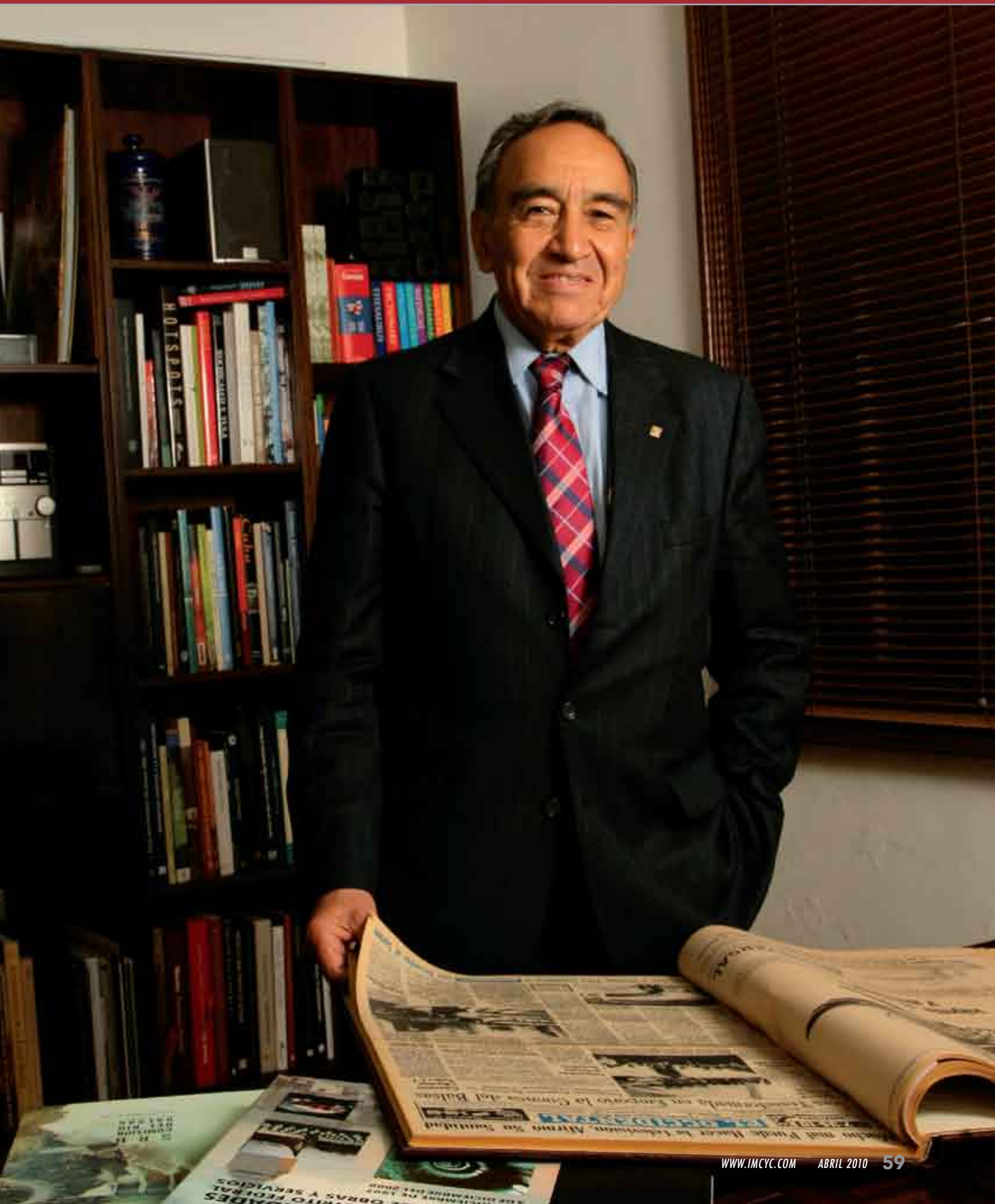
sirve de nada si no está puesta al servicio de la sociedad”, y acota que esto puede ser su filosofía de trabajo y la base que ha regido su desempeño profesional.

Formación

Su primer trabajo le trae recuerdos fundamentales sobre la relación con el concreto, material que como él mismo señala lo ha acompañado a lo largo de toda su vida y lo ha conocido bien porque se le ha presentado en múltiples formas. Cuando era pasante en 1955, comenzó a trabajar como calculista estructural de un edificio ubicado en la calle de Veracruz 111, en la Ciudad de México. “Recuerdo que cuando ocurrió el sismo de 1957, lo primero que hice fui a ver el edificio; pensé en lo peor pero me tranquilicé al ver que la estructura no sufrió daño alguno”.

Se trataba del primer edificio que se construyó en el país con el sistema de losas aligeradas. Como maestro y jefe contaba en ese tiempo con el ingeniero Pascual Noguera, “quien era un excelente profesional y tenía la cualidad de enseñar con gran claridad los esfuerzos de las estructuras ante los sismos a la generación de jóvenes pasantes y egresados que se formaban en las filas de su oficina”.

Buenrostro se tituló en 1957 en la Escuela Nacional de Ingenieros con una tesis ligada al desarrollo de la región del bajo Balsas. Años más tarde proyectaría, bajo el mismo tema, una presa para la misma región trabajando con un equipo integrado por Cuauhtémoc Cárdenas, Rafael Santoyo, Eugenio Laris, todos compañeros de clase en su *alma mater* la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).





Se trataba del proyecto hidráulico La Villita. Cuatro años más tarde, en 1961, realizó un diplomado en Francia relacionado a la hidráulica agrícola, hídrica y el desarrollo regional. Sin embargo, entre ese periodo de su término académico y sus estudios en el extranjero viajó a Camargo, Chihuahua a trabajar como superintendente en un puente del Río Conchos en la Carretera Panamericana. Un día estando en la obra, le llegaría la invitación para ocupar el cargo de Secretario Técnico del General Lázaro Cárdenas del Río, quien en ese momento fungía como Vocal Ejecutivo de la Comisión del Tepalcatepec en la Secretaría de Recursos Hidráulicos. "Al contestarle la invitación a Cuauhtémoc le dije: 'mañana mismo me reporto'. La admiración que sentía por la calidad personal,

política social y capacidad como estadista de su padre me obligaba a integrarme a su equipo; era un orgullo enorme".

A partir de ahí su vida profesional estuvo muchos años vinculada al desarrollo y aprovechamiento de recursos naturales de esta zona del país. Tuvo la oportunidad conocer y apasionarse por la nación, viviendo entre los ocho estados que conforman la región del Balsas: Michoacán, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Jalisco y Guerrero. "Recorrí todas las zonas a pie, con mulas o con jeep en compañía de los equipos de trabajo; era algo difícil porque en ese entonces no había caminos y se complicaba la accesibilidad a estas zonas. Sin embargo, me di cuenta que la gente del medio rural era noble y

comprensiva, algo que nunca se me ha olvidado".

Este tipo de experiencias lo formó no sólo en el área profesional, sino en el ámbito personal. "Entendí en la 'Universidad del Balsas'—como yo le llamo— que toda la vida han existido dos formas de crecer: una, a través de la capacidad personal y haciendo las cosas legalmente y por otro lado, de una forma ilegal procurando sólo el beneficio particular. Sin duda, hoy en día me preocupa mucho encontrar la corrupción con más frecuencia que lo deseable en el ámbito de la ingeniería, y eso es muy triste. No obstante, es evidente, que se identifican más fácilmente aquellos que sobresalen por sus corruptelas que aquellos que han ganado su prestigio honorablemente. Al res-

pecto, muestra su inconformidad y afirma que desafortunadamente en México la honestidad cala y estorba en muchas partes.

Responsabilidad social

“Concibo las obras sólo como un medio para lograr un fin social. Por ello creo que cuanto más se comprenda e incluya a los grupos marginales, lo que íntimamente uno se lleva como profesional siempre es demasiado. Por ello hay que actuar con responsabilidad”. Destaca que en esta profesión se debe aprender a escuchar a los jóvenes porque como él dice, con frecuencia estas opiniones aportan.

Dentro de su experiencia asumió puestos en Nacional Financiera, SA como Director General de Minerales No Metálicos Mexicanos en 1975; asesor del arqu. Pedro Ramírez Vázquez en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas; director general de la Comisión Nacional de Fruticultura, entre 1982 y 1984 y en la Presidencia de la República participó en la Coordinación de Proyectos de Desarrollo como Gerente de proyectos silvícola-industriales en el periodo 1980-1982. Años más tarde se integró al Gobierno del Distrito Federal actuando como Secretario de Obras y Servicios de 1997 a 2006. Al término de este periodo como funcionario público regresó a la iniciativa privada como director general de la empresa Consultoría Interdisciplinaria en Planeación y Desarrollo, SC, especializada en gerencia de proyecto, supervisión de obra y auditoría técnica, de la cual a partir de 2007 es el presidente ejecutivo.

“Sin duda mis años como Secretario de obras me agotaron, eran jornadas intensas en las que

nos encontrábamos trabajando a las doce de la noche con los trabajos que se hacían por la ciudad, fue una intensidad bárbara pero muy satisfactoria”, nos confiesa.

Recuerdos de ciudad

Buscando entre sus recuerdos destacan con todas estas experiencias compartidas dos sucesos: el primero cuando su padre estando en el Parque Mariscal Sucre, en la Colonia del Valle le dijo que su carácter no era para estar entre abogados y le pidió que reflexionará su inscripción a la carrera de Leyes. El segundo, cuando viajó a China con el gral. Lázaro Cárdenas del Río y vivió de primera mano enseñanzas históricas y reflexiones profundas con personajes históricos durante ese viaje como Mao Tse-Tung. “Me di cuenta que lo mío era ver cómo las ideas se transformaban en algo concreto, y así las cosas se dieron poco a poco hasta tener experiencias tan significativas que me enseñaron a dar lo mejor. Sobre el viaje recuerdo que le dijeron a Lázaro Cárdenas que viajara como funcionario, lo rechazó y pago de su bolsa sus gastos e incluso los míos, así se manejaba de forma honrada”.

Dentro de su vínculo más reciente con el concreto, Buenrostro ha tenido participación en el cambio de asfalto por concreto hidráulico en el Paseo de la Reforma y el Centro Histórico de la Ciudad de México, algo que comenzó a realizarse en el año 2001 y que detonó la transformación reciente de vialidades como el Circuito Interior. Ambas estrategias mencionadas realizadas con la finalidad de devolver el esplendor a estas zonas características del Distrito Federal y motivar la utilización de un mejor material que garantizará su vida útil por

mucho más tiempo y un costo menor por tareas de mantenimiento. Pero no sólo eso, recuerda que durante su participación en las comisiones técnicas del gobierno local, ya era una preocupación constante el tema del control de aguas y por ello se generaron acciones para desasolver las presas del oriente de la zona metropolitana, detectar y suprimir las fugas no visibles de agua potable y rehabilitar, modernizar y ampliar el equipamiento para garantizar la calidad del agua de la capital del país.

Entre las obras en las que el concreto fue aliado destacan diferentes escuelas universitarias, puentes vehiculares, las obras complementarias de la Línea B del Metro y el carril confinado de concreto hidráulico MR-45 de 27 cm de espesor para el Metrobús sobre avenida Insurgentes. Mención aparte merece la construcción de la Planta de Bombeo Gran Canal, con la cual se aumentó la capacidad de desalojo del Gran Canal de Desagüe, de 7 a 42 m³/s o la Planta de Bombeo Río Hondo, entre otras obras en las que participó y forman parte de su orgullo como ingeniero civil. Reconoce que poco sirve el trabajo de todo el equipo que las gestó sino se les da el mantenimiento adecuado que merece. Acusa que no hacerlo es poner en juicio la seguridad de los habitantes de la zona metropolitana y que son esas obras las que demandan mayor compromiso porque aunque no se ven adquieren una vital importancia. Afirma este ingeniero que ha sido reconocido como Caballero de la Legión de Honor de Francia además de ser Fundador de la Sociedad Mexicana de Planificación, del Instituto Mexicano de Auditoría Técnica y académico titular de la Academia de Ingeniería. ©

Deporte extreme en

Angel Álvarez

Fotos: Spohn Ranch/Skateparks.

El patinaje sobre ruedas, el BMX (*Bicycle Moto Cross*), así como, el skateboarding o monopatín son deportes extremos que se han vuelto muy populares entre los jóvenes.

mo

concreto

“Si un skatepark no está excelente, está mal”.

Los skateparks o pistas de patinaje comenzaron a surgir en la década de los setentas con el fin de atender las necesidades de grupos de jóvenes que practicaban un deporte peligroso en las calles de las principales ciudades de la Unión Americana. En esa época los primeros skateparks eran ya construidos con base en el concreto; sin embargo, mostraban diseños pobres y construcciones deficientes. Para los años noventas los skateparks se transformaron para adquirir las formas atrevidas que ahora conocemos. En la actualidad, se construyen con materiales como: resina, asfalto, madera, terrazo, metal y, obviamente, concreto.

El tiempo ha demostrado que el material más adecuado para la construcción de estas pistas es el concreto de cemento Portland, en sus diferentes aplicaciones. Las hay de concreto convencional, ferrocemento, concreto proyectado o shotcrete, y el prefabricado y presforzado, principalmente. Sin duda alguna, conforme pasa el tiempo los skateparks son cada vez más complejos, sofisticados y de difícil construcción. Para decidir el diseño, los constructores

toman en cuenta múltiples factores como: las necesidades de los usuarios; el crear caminos naturales entre los módulos; el considerar las medidas donde se construirá el parque; el drenado de la superficie; el tipo de módulos que llevará el parque, entre otros puntos. Todo esto con el fin de crear un ambiente agradable para el patinador.

Tipos de pista

La pista más elemental es la llamada de estilo libre. Va dirigida a los usuarios menos experimentados. Debe contar con un área plana, de modo que el patinador tenga que empujar la patineta en el arranque; puede tener una leve pendiente menor a los tres grados para que los patinadores novatos no pierdan el control. Es esencial en las pistas de estilo libre que por lo menos uno de los costados esté limitado por un borde elevado y en talud para que los usuarios puedan deslizarse una y otra vez por ellos, con el fin de adquirir mayor experiencia, y así, posteriormente, poder hacer uso de otras pistas más reptantes.

Otro tipo de pista es la llamada bowl, limitada por bordes con talud sobre todos sus costados y con una inclinación notable. En ocasiones los bowls son utilizados como módulos en parques más grandes. Por su parte, la denominada slalom es una pista rectangular, principalmente alargada para carreras contra reloj, cada corredor debe ir patinando entre obstáculos verticales, regularmente alineados.

Otro tipo de pistas, preferiblemente, para los usuarios que ya dominan algunas maniobras son las conocidas como “culebras”, que son pistas mixtas que poseen tanto partes planas, como un gran número de módulos y obstáculos. Algunos de los módulos y obstáculos que puede llevar un skatepark son:

a) Rampas: Es decir superficies inclinadas con formas de medio tubo, planas o con otras curvas. Útiles para ganar velocidad.

b) Fun box: Es una caja que se encuentra por encima de la pista de concreto, sirve para resbalarse sobre ella.

c) Pirámide: Se trata de una media rampa. Utilizada para hacer trucos de salto en el aire.

d) Halfpipe: Son dos rampas opuestas, cada una en forma de medio tubo. Su forma es de U.

e) Bowl: Se trata de un módulo estilo piscina, únicamente para patinadores expertos, debido a la complejidad de movimientos que se pueden hacer al interior.

f) Railes: Son barandales para deslizarse sobre ellos. Normalmente se encuentran sobre otro obstáculo, fun box o pirámides.

Cada skatepark, en teoría, debería ser construido bajo un esquema y con reglas aceptadas en todo el mundo, que habría que seguir desde el momento del diseño del parque. No debemos pasar por alto que un skatepark mal diseñado hace que el patinador redoble su esfuerzo para superar los obstáculos, constantemente, ya sea porque las rampas y los módulos estén descuadrados, o porque no tengan la altura o separación necesaria; esto puede llevar de la agradable experiencia de patinar, a tener un accidente fatal generado por un skatepark un ejercicio peligroso. Además, una pista mal hecha llevará a que los patinadores no la quieran usar convirtiéndose en un lugar abandonado. Para hacer una pista, sin duda, no se trata sólo de colar concreto con una forma caprichosa o de poner piezas prefabricadas sin ningún plan.

Mejor por... muchas razones

- El concreto es el material preferido por los patinadores.
- Permite construir los diseños más sofisticados.
- Ofrece la mayor resistencia.
- Cumple con los estándares de calidad, evitando así inconsistencias en la superficie.

Once pasos a seguir

El 80% de los patinadores practican este deporte en la calle, porque aseguran que sus habilidades mejoran con elementos callejeros reales. Un parque bien diseñado ofrece esta auténtica experiencia de la calle pero en un entorno controlado y seguro. Para que





una pista de patinaje tenga éxito se deben equilibrar las necesidades de tres grupos diferentes: el gobierno, la comunidad y los usuarios. La planificación de un skatepark es un proceso complejo que implica la fijación de metas realistas y la planeación de acciones para alcanzarlas. Así, el proceso de realización de un skatepark consta de planificación, diseño, construcción y operación.

En los últimos años han sido fundadas empresas dedicadas exclusivamente al diseño y construcción de skateparks. Con 15 años de experiencia, Vince Onel –de Spohn Ranch Skateparks, en California– dedicada al diseño y construcción de estos parques, platicó con CyT, y explicó el proceso de construcción de un skatepark en once pasos.

Selección del lugar: Algunos factores determinantes para la ubicación del parque son la accesibilidad, la seguridad y que el suelo tenga un drenaje natural y las condiciones necesarias.

Diseño del parque: El diseño se basa en tres factores: la ubicación, el presupuesto y esencialmente las recomendaciones de los patinadores locales, que serán los principales usuarios.

Preparación del lugar: Se hace la calificación del lugar, se escarba y se remueven plantas y raíces.

Mapeo del área: Se marca donde se colocarán todas las piezas, así como donde se verterá el soporte base.

Colocación del soporte base: El concreto base es una parte integral del parque y mantiene la superficie aislada de cualquier agrietamiento y congelamiento.

Arribo de los piezas de prefabricado: De la fábrica al sitio de construcción llegan las piezas, se catalogan y se reconoce el lugar donde serán instaladas.

Instalación de los componentes: Se instalan todas las piezas de la pista en sus respectivos lugares.

Trabajo de aplanamiento de la zona inferior: Hecho el trabajo de aplanamiento se colocan y aseguran las piezas de concreto prefabricado.

Relleno y compactación: Se rellenan las partes que quedaron vacías entre el terreno y el concreto. En ocasiones es necesario el uso de maquinas pesadas para realizar este trabajo.

Trabajo de aplanamiento de la zona superior: Al igual que la zona inferior es sumamente importante que la superficie quede completamente plana.

Finalización del trabajo: Se le da el último retoque al parque y se ponen todas las terminaciones de acero inoxidable necesarias.

Para la construcción de las pistas, Spohn Ranch utiliza shotcrete o concreto proyectado y, principalmente, piezas prefabricadas. El concreto prefabricado le llaman Spohncrete, y se diferencia del tradicional ya que su mezcla lo hace lo más fuerte posible con 6,000 psi, mientras que en otros parques, el concreto alcanza los 4,000 psi. Al utilizar Spohncrete, la empresa Spohn Ranch cuenta con algunas ventajas. Ofrece detalles de primera calidad como bordes reales de granito, que contrastan con la simplicidad del concreto. Estas características le dan un sentido de propiedad a los patinadores locales. Cabe decir que la mezcla usada para el concreto presforzado reduce al mínimo las posibilidades de que se generen grietas o astillas. La preparación del sitio para la construcción y la fabricación de los módulos se puede hacer al mismo tiempo, además de que, como se señaló, el concreto prefabricado llega al sitio de construcción listo para ser colocado.

Actualmente muchas ciudades en el mundo están construyendo pistas de patinaje para apoyar este deporte pero con seguridad, ingeniería y con espacios de recreación dignos. Aaron Spohn, pionero en la industria de los skateparks y presidente de Spohn Ranch, dio a CyT sus impresiones "Ha sido importante para nosotros compartir nuestra experiencia en diseño, ingeniería y fabricación especial. La familia de Spohn Ranch ha producido más de 400 skateparks para diversas comunidades en todo el mundo. Estamos orgullosos de nosotros mismos por el servicio que hemos brindado a la comunidad joven, con el mismo nivel de calidad de los X-Games". c

Mejor por... el uso de prefabricados

- Una pista hecha con prefabricados es más rápida en su construcción.
- Viene con el control de calidad desde la misma fábrica.
- Se disminuye el costo de la obra.
- Prácticamente no requiere mantenimiento.



→ **¿Quién está en la foto?:** Arq. Marcos G. Betanzos Correa.

→ **¿Dónde está?:** En el Gran Arco de la Fraternidad. París, Francia.

→ **¿Por qué decidió tomarse la foto ahí?:** Es uno de los íconos contemporáneos de esa ciudad. Desde éste se puede apreciar en gran medida la traza urbana además de que queda en evidencia cómo lo nuevo puede mantener una conexión respetuosa y propositiva con el arraigo histórico de otros emblemas urbanos.

→ **Dato relevante:** Es una obra de Paul Andreu, erigida con motivo del Bicentenario de la Revolución Francesa en 1989. Hace uso de una serie de vigas de concreto postensado de más de 70 m para soportar su cubierta a 110 m de altura.



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

CONCRETO VIRTUAL

Gabriela Celis Navarro

EL PASO A PASO DEL GIGANTE



Para obtener de manera casi diaria el avance en la obra de derivación que se está haciendo en el entorno de la presa Hoover –de cuyo puente hablamos en la sección Infraestructura– qué mejor que conocer esta página que da cuenta de los avances, retos y recursos, entre otras cosas, que están teniendo lugar en este proyecto, uno de los más ambiciosos de los últimos años en materia de puentes. La página se muestra muy completa; llena de imágenes, datos, gráficas y demás instrumentos de consulta que dan una idea bastante clara de la magnitud del proyecto. **C**

www.hooverdambypass.org/

Gabriela Celis Navarro

CINE Y CONCRETO



El cineasta Woody Allen diría, con su sempiterno sarcasmo, que "el cine es como la vida, y la vida es como la televisión"; sin embargo, ni duda cabe que el concreto está presente en la vida diaria, pero también en el séptimo arte. Cuántas películas nos han cautivado exactamente por sus "arquitecturas", algunas realizadas en estudio y otras en escenarios naturales. Recordemos algunas: *Metrópoli*, de Fritz Lang una película

del periodo silente en el cual se rinde un homenaje, con mucho de crítica, a la tecnología del concreto y el acero. La metropolis de Lang, está plagada de rascacielos de concreto que retarían en diseño y vanguardia a muchos de la actualidad (pensando que el filme es de 1926).

El concreto ya como escenario se ha dado también en infinidad de películas. En una de las más famosas cintas de Arnold Schwarzenegger –*Desafío total*, 1992–, el escenario ideal, por su estilo monumental, futurista, casi de set, fue el Heroico Colegio Militar, proyectado por el arquitecto mexicano Agustín Hernández. Por su parte, el director alemán Win Wenders en su película *Cielo sobre Berlín* (1987), no sólo hace de los ángeles los protagonistas del filme, sino numerosos edificios en concreto que sirven para esconder historias, para callar tristezas y para admirar, desde lo alto, la ciudad misma. Finalmente, *King Kong*, que en su primera versión, sube al final de la película a uno de los edificios más importantes del mundo: el Empire State, mientras que en la segunda versión, repta las tristemente caídas Torres Gemelas... Todo un mundo de concreto en el cine, sin duda alguna. **c**

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

DEACERO	2ª DE FORROS
SHERWIN WILLIAMS	3ª DE FORROS
EUCOMEX	4ª DE FORROS
CICM	1
HOMEX	3
PERICIMBRAS	23
CONSORCIO DE ANDAMIAJE UNIVERSAL	53
WORLD OF CONCRETE	56 Y 57

En la revista Construcción y Tecnología toda correspondencia debe dirigirse al editor. Bajo la absoluta responsabilidad de los autores, se respetan escrupulosamente los 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. PP09-0249. Características 228351419. 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. Iztacalca, México, D.F.

Núm 263, abril 2010