



CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

✓ **TECNOLOGÍA**  
HPCC en la Torre-e  
del Brasil **16**

TI: Habrá que acostumbrarse  
a las hazañas **30**

✓ **CONCEPTOS BÁSICOS**  
Juntas en el concreto **49**

# Una obra del siglo **XXI:** Plaza Juárez

REPORTAJES TÉCNICOS PUBLICITARIOS  
MAQUINARIA Y  
SOFTWARE PARA  
EL CONCRETO

# El sorprendente concreto



## E

l concreto es un material intemporal, ya que si bien su origen se pierde en el tiempo, también es verdad que en los últimos años ha alcanzado un extraordinario desarrollo tecnológico.

En este espacio hace unos cuantos meses, no bien comentábamos el descubrimiento del concreto translúcido y la búsqueda de su total transparencia, cuando nos llegó otra sorprendente noticia, que en esta ocasión repercute en beneficio de la ecología, el llancreto.

Hace algunos años la industria del cemento había incorporado en sus procesos de fabricación la quema de llantas de deshecho como material combustible, medida reconocida por su eficacia, tanto por la Agencia Norteamericana de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), como más tarde por la Convención de Basilea, que se ocupa y estudia, de manera sistemática, de toda clase de residuos, la cual validó la recuperación energética en plantas cementeras como una práctica ambientalmente segura debido a las condiciones en las que se realiza.

Hoy el llancreto vuelve a dar un paso adelante, pues si bien no tiene ninguna variación respecto a su resistencia, aparece como una solución al problema de la contaminación por neumáticos y viene a resolver las necesidades de pavimentación del país, especialmente de la zona norte donde se localizan los punteros de la industrialización mexicana.

La investigación, que tomó aproximadamente tres años, fue una iniciativa conjunta de Cemex, la Cámara del Cemento y la Secretaría del Medio Ambiente. A pesar de existir algunos “baches” que brincan, como la falta de máquinas trituradoras y el costo del traslado de las llantas, es una realidad que la industria cementera nos brinda un respiro respecto a *soluciones en concreto*. 🌱

“ Hace algunos años ya la industria del cemento había incorporado en sus procesos de fabricación la quema de llantas de deshecho como material combustible. ”

*Los editores*

Foto de portada: Guadalupe Velasco



## Portada

Comportamiento del concreto en estructuras en concreto con el agua.

### Una obra del siglo XXI: Plaza Juárez

En el conjunto de la Plaza Juárez, localizado frente a la Alameda Central de la ciudad de México, se planeó como un elemento de integración una fuente monumental diseñada por Vicente Rojo, con prefabricados de concreto pigmentado que están en constante contacto con el agua.

42

- |           |                                                                                                                                                                                                                                   |           |                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2</b>  | <b>Editorial</b><br>El sorprendente concreto                                                                                                                                                                                      | <b>24</b> | <b>Lo último en revistas extranjeras</b><br><i>Marquette's No-Crack, No curl Floor A new look at rigid concrete pavement design</i><br><i>State-of-the-Art Report on Control of Cracking in Early Age Concrete</i> |
| <b>6</b>  | <b>Cartas</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>25</b> | <b>Ingeniería</b><br>Se posiciona el sector<br>Maquinaria y equipo para la construcción                                                                                                                            |
| <b>8</b>  | <b>Noticias</b><br>Con el pie derecho iniciaron los cursos internacionales IMCYC                                                                                                                                                  | <b>48</b> | <b>Concreto virtual</b><br>Resplandores en la WEB<br>Vocaciones encauzadas                                                                                                                                         |
| <b>12</b> | <b>Posibilidades del concreto</b><br>Limpieza y cuidado de adoquines.<br>Concreto premezclado para hacer muros de piedra.<br>Los tubos y su colocación.<br>Un refuerzo que reduce en 60% el peso de los prefabricados de concreto | <b>49</b> | <b>Conceptos básicos</b><br>Juntas en el concreto                                                                                                                                                                  |
| <b>16</b> | <b>Tecnología</b><br>HPCC en la Torre-e del Brasil                                                                                                                                                                                | <b>53</b> | <b>Nuevos Productos</b><br>Productos de concreto para cualquier opción                                                                                                                                             |
| <b>30</b> | Habrá que acostumbrarse a las hazañas                                                                                                                                                                                             | <b>54</b> | <b>Libros</b><br>Concrete Floors on Ground                                                                                                                                                                         |
|           |                                                                                                                                                                                                                                   | <b>56</b> | <b>Punto de fuga</b><br>Los tradicionalistas                                                                                                                                                                       |



CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

IMCYC es miembro de:

 **FIP**  
Fédération Internationale  
de la Précontrainte

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

 **ONNCCE**  
Organismo Nacional  
de Normalización  
y Certificación  
de la Construcción  
y la Edificación

 **PCI**  
Precast/Prestressed  
Concrete Institute

 **PTI**  
Post-Tensioning Institute

 **SMIE**  
Sociedad Mexicana de  
Ingeniería Estructural

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

## CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

### Editor

Ing. Raúl Huerta Martínez  
rhuerta@mail.imcyc.com

### Subeditora

Arq. Mireya Pérez Estañol  
mperez@mail.imcyc.com

### Arte y Diseño

Estudio Imagen y Letra  
David Román Cerón, Inés López Martínez  
José Román Cerón

### Colaboradores

Mayra A. Martínez, Mauro Barona, Enrique Chao,  
Adriana Reyes, Raquel Ochoa, Adriana Valdés Krieg

### Fotografía

Robert Campbell, Pedro Hiriart,  
Guadalupe Velasco

### Publicidad

Lic. Carlos Hernández Sánchez  
chernandez@mail.imcyc.com  
**Tels.: 01 5662 0606, 01 5662 1348 y 01 5662 3348**  
**Ext. 31**  
Lic. Eduardo Pérez Rodríguez  
**Ext. 16** publicidad@mail.imcyc.com



**imcyc**®

**INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO**

### CONSEJO DIRECTIVO

#### Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

#### Vicepresidentes

Ing. Héctor Velázquez Garza  
Ing. Daniel Méndez de la Peña  
Lic. Pedro Carranza Andresen  
Ing. Máximo Dolman

#### Tesorero

Arq. Manuel Gutiérrez de Silva

#### Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

#### Director General

Ing. José Lozano Ruy Sánchez

## [c] Cartas

### Llegando a puerto

Considero a CyT como una revista muy completa sobre el concreto y la recibí durante mucho tiempo en la Universidad Autónoma de Puebla, donde fui maestro del área de geotecnia. Actualmente llevo un año como jubilado, despues de trabajar 25 en la Facultad de Ingeniería, dentro de la carrera de ingeniero civil. Las publicaciones IMCYC hoy me siguen pareciendo de una magnífica calidad.

¡Los felicito por su revista!

**Jorge Antonio Islas Caraza**

CIC Laboratorio  
Puebla, México

### En la plataforma de despegue

De antemano les doy las gracias por permitir el acceso electrónico a la revista CyT. En particular, me interesa mucho leerla, pues como estudiante de la carrera de ingeniería civil, en mi opinión, los temas que tratan en sus revistas son de gran utilidad para comprender y leer de manera amena muchos de los conceptos que estudiamos teóricamente en aulas.

**Alejandro Jorge Valencia Ordaz**

Estudiante

La Joya, Oaxaca, México

### Estimados lectores Jorge Antonio Islas Caraza y Alejandro Jorge Valencia Ordaz

En esta ocasión decidimos publicar sus cartas juntas, pues nos llena de especial satisfacción que nuestro trabajo sea observado por dos lectores, que si bien están en etapas extremas de la vida profesional, coinciden en dar una opinión favorable al trabajo desempeñado, lo cual nos alienta y nos orienta en conseguir nuestro objetivo, que es el ser una publicación útil para todos los profesionales de la construcción, o para quien aspira a serlo. Por lo anterior, nuevamente les damos las gracias y seguiremos la misión de divulgar las bondades del concreto, un material que si bien en este momento ya tiene un vasto campo de acción debido a sus cualidades plásticas, de durabilidad y de resistencia, aún conserva un horizonte ilimitado.

Atentamente,  
**Los Editores**

# Con el **pie derecho** iniciaron los cursos internacionales del IMCYC



La sala de conferencias lucio un lleno total a toda hora los dos días en que se impartió el curso.

Los días 22 y 23 de febrero, en el Centro Asturiano de México, se dieron cita 250 profesionales del concreto para escuchar a Peter H. Emmons y a Scott Greenhaus, dos profesionales de origen estadounidense, que no necesitan presentación debido a su

brillante desempeño internacional en las reparaciones de estructuras de concreto.

En esta ocasión estuvieron representados 24 estados de la república y el Distrito Federal. De esta asistencia la más significativa fue la de los ingenieros civiles, seguida de los arquitectos, y en estas dos categorías se incluyeron los profesionales con grados de maestría y doctorados. Sin embargo, también participaron los ingenieros químicos y contadores públicos.

Los temas tratados pudieron seguirse de una manera ágil y efectiva en el libro –también escrito por Peter Emmons– el Manual Ilustrado de Reparación y Mantenimiento del Concreto, editado por el IMCYC para esta ocasión en idioma español.

Entre lo abordado durante el seminario podemos mencionar el comportamiento del concreto, la evaluación del concreto, la reparación de superficies, el reforzamiento, la estabilización y la protección, todos ellos vastamente ilustrados durante la presentación a través de más de mil diapositivas. No obstante, en todo momento la reparación

De izquierda a derecha: Ing. Donato Figueroa Gerente de Enseñanza del IMCYC, Scott Greenhaus y Peter Emmons



Emmons en plena exposición



Los asistentes pudieron seguir los temas desarrollados en el Manual Ilustrado de Reparación y Mantenimiento del Concreto



del concreto se presentó como un proceso integrador de análisis, estrategia y técnica, que relaciona el comportamiento del concreto directamente con el proceso del campo, por lo que se enfatizó en la enorme importancia de la continuidad que debe existir entre la ingeniería, los materiales y la técnica, así como la necesidad de un



sólido conocimiento técnico y una comunicación efectiva dentro del equipo del proyecto, que a su vez debe encontrar eco en el cliente. 🌐

## LA CERTIFICACIÓN DE PRETECSA

PRETECSA ES LA PRIMERA EMPRESA MEXICANA que recibe la certificación del PCI, el organismo que dicta las normas mundiales del prefabricado. Así, el 9 de febrero, la empresa Prefabricados Técnicos de la Construcción (Pretecsa), con 36 años de experiencia, anunció oficialmente que el Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI), con sede en Chicago, Illinois, le otorgó la certificación Plant Certification, tras haber aprobado exhaustivos exámenes en sus plantas de Atizapán de Zaragoza, Estado de México.

Esta certificación es la más importante a nivel mundial. Durante los dos años que llevó éste difícil proceso. Pretecsa fue supervisada por un equipo especializado, el cual incluyó al director de certificaciones del PCI, quien viajó sorpresivamente a México en tres ocasiones para supervisar personalmente desde las pruebas más comunes de concreto, hasta las más exigentes normas de calidad que

comprenden la elaboración de los prefabricados.

Inclusive, la revisión de documentos fue realizada y evaluada por especialistas en prefabricación de la más antigua y prestigiada institución certificadora de Estados Unidos. En su totalidad, la evaluación para recibir el PCI Plant Certification consistió en cubrir un examen de cerca de 200 puntos de control.

El anuncio de este logro a todo el mundo se dará en Estados Unidos durante la convención Anual del PCI, que se celebrará en octubre del presente año en Palm Springs, California. La certificación alcanzada incluye los grupos "A" de concreto arquitectónico y "G" de concreto reforzado con fibra de vidrio (GFRC). 🌐



## LA CAPACITACIÓN, UNA RAZÓN PARA VISITAR LA TIERRA REGIA

LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Autónoma de Nuevo León invita a la comunidad del concreto al seminario de Láminas Adheridas que se celebrará el día 11 de mayo de las 14 a las 17 horas en el Hotel Crowne Plaza en Monterrey Nuevo León, dicho seminario será conducido por el ACI Fellow y profesor emérito Narayan Swamy, del Instituto de Investigación en Integridad

Estructural y del Centro para el Cemento y el Concreto, de la Universidad de Sheffield, Inglaterra.

Los profesionales del concreto tendrán la oportunidad de enfocar durante medio día los mecanismos y la tecnología del reforzamiento estructural, con especial énfasis en los aspectos relacionados con la durabilidad, la ductilidad, la seguridad en el cortante y la integridad estructural. ☺

## IMCYC EN EL XXV CONGRESO MEXICANO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

ANTE UNA CONCURRIDA asistencia en el Hotel Fiesta Americana, de Guanajuato, el presidente de la república, Vicente Fox, realizó la inauguración del XXV Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción, que tuvo lugar el 2, 3 y 4 de marzo y cuya sede principal fue el Poliforum de la ciudad de León.

Entre las declaraciones importantes de esa noche, Fox anunció un programa extraordinario de inversión de obra pública del orden de dos mil millones de pesos por encima del presupuesto original, y afirmó que el crecimiento del país estará fincado, para lo que resta del sexenio, en la construcción de infraestructura y vivienda.

Fox, luego de tomar la protesta al nuevo Consejo Directivo de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), encabezado por el ingeniero Netzahualcóyotl Salvatierra, felicitó al dirigente saliente Jorge Videgaray, y procedió a entregar el premio Lieberman a la Mejor Obra, a la empresa ICA, por el Puente Chiapas, construido en la presa de Malpaso y cuya longitud es de 1.2 km, gracias al cual se ahorran cuatro horas en el

recorrido México-Tuxtla. Este premio se otorga como un reconocimiento a las capacidades profesionales, al esfuerzo y la creatividad de una empresa constructora.

También, obtuvieron menciones honoríficas la Presa Rompepicos, obra realizada por Desarrollo y Construcciones Urbanas (DYCUSA), y el Teatro de Convenciones de la ciudad de Coahuila de Zaragoza, de Gutsa Infraestructura; el Centro Médico del ISSEMYM, de Consorcio Integrador del Ramo de la Construcción, y la rehabilitación y restauración del sistema de cubiertas y torres del campanario de la catedral de la ciudad de Oaxaca, a cargo de Pemav.

Sin duda, fue un encuentro interesante en el que se tuvo la presencia de Alejandro Junco, presidente del Grupo Reforma, quien al abordar el tema del "El Proceso de la Transparencia en México" mencionó que en el país lo que hace falta no son las reformas estructurales, sino implementar las soluciones exitosas que utilizan otros países para los mismos problemas.

Además estuvieron presentes Carlos Medina Plasencia, y Leonel Godoy, en el panel titulado "Estrategias para un México Competitivo" y que tuvo como moderadora a Denise Dresser.

Para cerrar con broche de oro se impartió la conferencia magistral "Manejo del Cambio", a cargo de Mario Borgino. Un congreso que dejó, sin duda un buen sabor de boca a todos los asistentes. ☺



### Obras que se anunció iniciarán en el 2005

1. La Hidroeléctrica, La Parota, en Guerrero
2. El tren de alta velocidad de Buenavista a Huehuetoca, que unirá el norte del Distrito federal con los municipios del Estado de México. Cruzará por Ecatepec, Tlanepantla, Naucalpan hasta Huehuetoca. La licitación se lanzó el 2 de marzo de 2005.
3. La Megabiblioteca, D.F.
4. 600 mil viviendas de interés social

# DESARROLLO DE NUEVA TECNOLOGÍA EN EL CONCRETO

**LAS LLANTAS VIEJAS**, uno de los materiales que causan graves problemas de contaminación en la frontera entre Estados Unidos y México, tienen ahora uso: sirven para producir un concreto especial, el llancreto.

El proyecto supuso tres años de investigación y produjo una mezcla equiparable al concreto en costo y resistencia. En meses pasados fueron presentados los primeros 175 m<sup>2</sup> de una calle del municipio de San Pedro, en Nuevo León, construida con llancreto, con un costo aproximado de medio millón de pesos. A comienzos de febrero se inauguró la segunda calle con este material, en la ciudad de Tijuana, Baja California.

Aunque todavía no hay nada definido, Cemex y el municipio de Reynosa, en Tamaulipas, están “evaluando un proyecto a mayor escala para pavimentar más de un



millón de m<sup>2</sup> de calle” usando las llantas como materia prima.

Al nuevo concreto además de cemento, arena y grava, se le incluye llantas trituradas y aditivos. El contenido de llanta puede variar dependiendo del espesor y las características que se quieran para el pavimento desde 0.75 a una y media llanta por m<sup>2</sup>.

## AGENDA

### > Seminario Iberoamericano de Tecnología de Materiales

Fecha: 9 al 11 de mayo

Sede: Hotel Palacio, La Habana, Cuba

Organiza: CYTED y Cooperación Iberoamericana

Descripción: Desarrollo de tecnologías de materiales que sean atractivas para la industria de la construcción.

E-Mail: [dra.osmara.ortiz/cytdoon@cenial.inf.cu](mailto:dra.osmara.ortiz@cytdoon@cenial.inf.cu)

### > Symposium Keep Concrete Attractive

Fecha: 23 y 25 de mayo

Organiza: International Federation for Structural Concrete (fib),

Hungarian Group of fib,

and Hungarian Academy of Sciences

Descripción: Aspectos estéticos en las estructuras, innovación en materiales y tecnologías para el concreto, prefabricación y diseño

de estructuras de concreto en incendios

Fax: + 36-1-463 3450

WEB: [www.eat.bme.hu/fibSymp2005](http://www.eat.bme.hu/fibSymp2005)

### > IV International ACI/CANMET Conference

Fecha: 1 al 3 de junio

Sede: Goiania, Brasil

Organiza: ACI Internacional

Descripción: Quality of Concrete Structures and Recent Advances in Concrete Materials and Testing

Tel: +55 (62) 239 6300

Fax: +55 (62) 239 6500

E-Mail: [hpc2005@furnas.com.br](mailto:hpc2005@furnas.com.br)

WEB: [www.furnas.com.br](http://www.furnas.com.br)

### > Seventh International

Symposium on Utilization of High-Strength/ High- Performance Concrete

Fecha: 20 al 24 de junio

Sede: Washington, DC

Organiza: US Department of Transportation y ACI

Descripción: Concretos de alto comportamiento

Tel: (284) 848 3700

Fax: (248) 848 3701

WEB: [www.concrete.org](http://www.concrete.org)

### > 6th International Congress Global Construction

Ultimate Concrete Opportunities

Fecha: 5 al 7 de julio

Sede: Dundee, Escocia

Organiza: ACI, Institute of Civil Engineers y JSCE

Descripción: Diez tópicos en los que se abordarán, entre otros, el concreto como envolvente de la arquitectura, la interacción del concreto con otros materiales, nuevas tecnologías del concreto que abren innovadoras oportunidades de diseño.

WEB: [www.ctucongress.co.uk](http://www.ctucongress.co.uk)



BLOQUES

## Limpieza y cuidado de adoquines

### LIMPIEZA DEL PAVIMENTO

En la edición anterior de *CyT* se dieron algunas recomendaciones generales para la limpieza y cuidado de los pavimentos de adoquín. A continuación se describen diversos casos.

#### Sacando las materias orgánicas

Para remover la suciedad y los detritos en general se recomienda un cepillado regular. Si los detritos reducen el color del material, éste puede ser restablecido cepillando con agua tibia y jabón. Se puede hacer a mano o utilizando una máquina limpiadora industrial.

Asegúrese que se ha sacado todo el jabón de la superficie al terminar la limpieza. El agua sobrante debe llevarse cuidadosamente a los puntos de drenaje o a recipientes donde pueda botarse con seguridad. Si se utiliza manguera a presión, se debe tener cuidado en evitar remover el material de la junta, ya sea arena o mortero.

Por lo general, no crece musgo, liquen o algas sobre la arcilla, concreto o piedra natural a no ser que el área sea demasiado sombreada, esté bajo los árboles o no se le haya generado la pendiente adecuada. Si crecen y se consideran indeseables, el área se debe tratar con matamalezas, siguiendo las indicaciones del productor. Estos productos se demoran algunos días para mostrar su efectividad, y son más efectivos cuando se utilizan en tiempo seco. El lavado obra mucho mejor cuando se han arrancado primero todos los retoños y después se cepilla bien con el matamaleza. Algunos tratamientos dejan un residuo para evitar la reaparición del musgo y las algas, pero esto sólo será parcialmente efectivo si se continúa con las mismas condiciones circundantes, con el pavimento húmedo y a la sombra.

#### Manchas de moho

Primero hay que emprender acciones para eliminar el origen de estas manchas. Para remover dichas manchas se debe mojar primero la superficie y después aplicar al área

tratada una solución a 10% de ácido clorhídrico o similar. Sin embargo, el ácido ataca el concreto y puede dejar el área un poco áspera, de tal manera que se debe ser cuidadosos cuando se utilice este tratamiento, y se deben seguir, al pie de la letra, las instrucciones del productor. Después de la limpieza, el contaminante químico se debe botar de manera segura.

#### Manchas de aceite

El aceite penetra rápidamente en el concreto y en la piedra natural, pero no debe manchar si se remueve rápidamente con material absorbente, por ejemplo, toallas de papel o tela. No restrigie durante la limpieza, pues esto llevará el aceite a más adentro y extenderá la mancha a un área de contaminación mayor.

Si la mancha persiste, debe utilizarse una emulsión para limpieza de grasa. Cepille con la adición del limpiador sobre el área afectada y déjelo actuar por un periodo de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y luego enjuague la emulsión y el aceite con suficiente agua.

#### Manchas de asfalto

El asfalto no penetra fácilmente en el concreto, la arcilla o piedra natural. El mejor método para remoción es dejar que el asfalto se enfríe. Después puede removerse con sólo una espátula para raspar pintura o algún otro medio mecánico. Si la mancha persiste se puede proceder a utilizar hielo, para lograr que el asfalto se vuelva más quebradizo antes de rasparlo del pavimento. Cualquier residuo debe ser removido con un polvo abrasivo y al final, lavar toda el área con agua limpia. Se pueden conseguir ciertos limpiadores con propiedades para remover el asfalto, pero deben ser probados en un área de pavimento apartada antes de utilizarse.

#### Manchas de pintura y graffitis

Ambas son difíciles de remover. La pintura fresca debe ser empapada con un material absorbente, sin restregarla, pues esto la regaría más. Después se debe tratar con un disolvente apropiado, como el «thinner» y lavar el área con un producto removedor de grasa, teniendo cuidado al deshacerse del líquido residual.



En cuanto a la pintura seca, se debe raspar primero, tanto como sea posible, y después aplicar un removedor de pintura apropiado. Este se debe hacer siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante. Los fabricantes de pintura, a menudo están en capacidad de ofrecer información más detallada en cuanto a la remoción de grafitos y puede ser necesario consultarles en caso de áreas de vandalismo muy grandes.

### **Manchas de epóxicos y de poliéster**

Las áreas de epóxico solidificado o de resinas de poliéster se pueden remover quemando cuidadosamente el área con una llama de soldador de acetileno. Se debe tener cuidado de no inhalar el vapor que se expela.

Si después de que se quema persiste una mancha negra, se puede remover con agua y jabón. Para áreas mayores, se puede considerar la utilización de chorros abrasivos. Esto no afectaría la durabilidad del material, pero podría afectar la micro textura de la superficie. Es aconsejable hacer pruebas en áreas pequeñas antes de efectuar la operación a gran escala.

### **Marcas o huellas de las llantas de los vehículos**

Se pueden remover normalmente mediante limpieza a vapor o restregando el área con la adición de agua caliente y una solución de detergente fuerte. 🚫



PREMEZCLADOS

## **Concreto premezclado para hacer muros de piedra**

**A CONTINUACIÓN DESCRIBIREMOS LA** construcción de un muro de 2.5 km que debería ser elegante, durable, económico y de bajo mantenimiento. Para cumplir con estos requerimientos se pensó en usar

concreto premezclado el cual se vaciaría en un molde que en una de sus caras tendría un revestimiento texturizado.

Los paneles para el vaciado, cada uno de 2.40x8.40 m, se diseñaron en acero con una placa de 0.8 cm, enmarcados y rigidizados con tubos de 5x10 y 5x20 cm, largueros de tubo de 10x20 cm para los sujetadores, rigidizadores de canal de 5x20 cm y ángulos de 5x5 cm y de 1.5 m de largo para sostener los amarres.

Los moldes autosustentables no necesitaron de riostras ni de estacas para ser fijados, pues cada panel es tan rígido y resistente que sólo necesitó de cuatro amarres, lo que significó un ahorro en los resanes de los huecos.

Cada panel estuvo formado por cuatro amarres secos, espaciadores que se hicieron con tubos sobre los amarres secos y espaciadores de plástico que se colocaron en la base del colado para mantener el espesor del muro de 14 cm de espesor. El peso total de estos componentes por pánel fue de 1.5 ton.

Para tener un patrón decorativo en la cara interior del muro se ordenó un revestimiento de uretano elastomérico que se colocó por encima de la línea en un patrón que reproduce las formas de la piedra de sillería. En la cara exterior del muro, los paneles de acero de los moldes se usaron sin revestimiento para producir una superficie sencilla y lisa.

El revestimiento, que garantiza hasta en 100 veces su uso es lo suficientemente grueso para permitir hasta un costado de vano de 1-5/8 de pulgada de profundidad. La jamba profunda hace que se distingan las piedras individuales en el patrón y ayuda a ocultar la junta entre los paneles de los moldes. Las dos texturas del revestimiento, áspera para las superficies de piedras y arenosa para las juntas del mortero, contribuyeron a darle un efecto realista de un muro hecho de piedra.

Mientras esperaban la entrega del revestimiento, los trabajadores empezaron a construir las zapatas del muro de modo que pudieran empezar la colocación del muro tan pronto como llegaron los revestimientos. Gracias a que los paneles de los

moldes pueden ensamblarse rápidamente, la cuadrilla de tres hombres para los muros pudo construir 44 metros lineales de muro cada día en las zapatas ya terminadas. Para simplificar la instalación del refuerzo del muro, la cuadrilla usó tela de alambre soldada en hojas de seis metros de largo, traslapándolas sobre el acero que resaltaba de las zapatas.

En un día típico de trabajo, los trabajadores llegaban al sitio de la obra cada mañana a las siete am para remover los moldes del colado del día anterior, luego limpiaban cuidadosamente y aceitaban los moldes antes de colocarlos en su lugar con un manejador de materiales todo terreno. Ellos usaron cuñas de acero debajo de los sujetadores para ajustarlos a plomo, y dejar las preparaciones de las juntas de contracción (control) verticales a intervalos de 12 m usando una matriz de plástico de 1.25 cm. A eso de las 11 am la cuadrilla estaba lista para recibir el concreto de 250kg/cm<sup>2</sup> llamado localmente mezcla de confitillo debido a que contenía un agregado grueso de tamaño máximo de 3/8 de pulgada. ☺



TUBOS

## Los tubos y su colocación

En el mes de mayo abordaremos la colocación de los tubos propiamente, esta edición sólo trataremos las preparaciones necesarias.

### DEFLEXIONES

La considerable profundidad a la cual se entierran las tuberías de alcantarillado constituyen el principal factor que influye en la magnitud de las deflexiones de la tubería, y por lo tanto, en las especificaciones de su instalación. Adicionalmente, el comportamiento del tubo depende del tipo de material de relleno y de su grado de compactación, así como de la rigidez de la tubería.

Tales deflexiones deben ser controladas y fijadas en un máximo, según las condiciones de la zanja y materiales de relleno.

### Instalación, excavación de la zanja y apoyo de la tubería

Generalmente, las zanjas no deben ser excavadas con mucha anticipación al tendido de la tubería, al evitar largos tramos de zanjas abiertas se obtienen las siguientes ventajas:

- Se reduce o elimina la necesidad de achicar o apuntalar.
- Se minimiza la probabilidad de inundación de la zanja.
- Disminuye la erosión de la porción inferior de las paredes causada por el agua subterránea o freática.
- Se reducen los accidentes de tráfico y de los trabajadores.
- Dirección, alineamiento y pendiente

Es una práctica común que los sistemas de alcantarillado sean construidos en dirección aguas arriba, partiendo desde el lugar de la descarga o de la boca de visita más próxima a éste. La excavación de la zanja debe ser ejecutada siguiendo los alineamientos y pendientes establecidos en los planos del proyecto.

### Ancho de la zanja

El ancho que tenga la zanja a la altura de la clave o «lomo» de la tubería tiene una influencia crucial en el comportamiento estructural de los tubos. La magnitud de las cargas que actúan sobre el conducto no son sólo función del prisma de tierra que gravita sobre éste, sino también de los adyacentes, que transmiten su peso mediante fuerzas cortantes verticales ejercidas sobre prisma central.

De ahí que resulte recomendable mantener el ancho de la zanja lo menor posible, siempre que este permita una adecuada instalación. Por otro lado, un ancho de zanja excesivamente pequeño limita la buena compactación del relleno alrededor de la tubería

Naturalmente, el ancho de la zanja por encima de la clave de la tubería dependerá de múltiples factores como son: la profundidad de la zanja, el tipo de suelo excavado, presencia de agua subterránea, disponibilidad de espacio, adyacencia a vías o estructuras existentes, etc. ☺



PREFABRICADOS

## Un refuerzo que reduce en 60% el peso de los prefabricados de concreto

### LOS MATERIALES DE ALTO DESEMPEÑO

llegan para revolucionar la industria de la construcción, como es el caso de las fibras de carbón cuya utilización estuvo limitada a aplicaciones donde un mínimo de peso y la alta resistencia son indispensables como es el caso de los implementos deportivos y aeroespaciales, así hoy estamos frente a un material ligero y muy resistentes que podrá ser utilizado como un refuerzo para el concreto.

El refuerzo C-Grid está hecho de fibras de carbón de ultra resistencia (fibras pequeñas y ásperas) adheridas con resina epóxica y dispuestas a manera de una rejilla abierta. El producto promete una resistencia a la tensión de seis mil a 18 000 kg/cm<sup>2</sup>, lo que hace que su relación de peso-resistencia sea muy ventajosa en comparación con el acero de refuerzo.

El desarrollo de materiales de fibras de carbón en un grado industrial y la nueva tecnología para fabricar tejidos, son dos factores que han hecho posible bajar de tal manera los costos de producción que adquiere sentido el usarlo en el concreto reforzado.

Las rejillas de fibras de carbón pueden utilizarse en lugar de la malla de acero, con o sin un ligero refuerzo de varillas de acero. Debido a que el refuerzo C-Grid no es corrosivo, puede ser colocado justo por debajo de la superficie de acabado de concreto. No hay necesidad de preocuparse con la protección de la malla de acero de varillas de refuerzo contra la corrosión o las manchas por herrumbre que aparecen a través de la superficie; generalmente es suficiente un recubrimiento de 6mm.

El uso de un a pequeña rejilla de carbón de peso ligero en contrarremates de concreto permite al diseñador hacer secciones mucho más delgadas. La misma ventaja ocurre cuando los productores diseñan con refuerzo C-Grid en lugar de mallas de acero en aplicaciones más grandes de concreto prefabricado. El refuerzo más delgado permite un espesor reducido del recubrimiento. Las secciones son más ligeras y el fabricante de prefabricados puede transportar más piezas por carga.

### Eficiencia térmica

La rejilla de carbón es térmicamente no conductora, de modo que al usar refuerzo C-Grid para conectar porciones internas y externas de paneles de muros sándwich a través de un núcleo aislante de espuma, preserva todo el valor R del aislamiento.

Las aberturas de las rejillas varían de dos a 7.6 cm. Por ejemplo un producto típicamente usado en contrarremates de concreto tiene un espaciamiento de rejilla de 2.5 x 2.5 cm y una abertura de rejilla de 80%. Aunque pesa 0.12 kg/m<sup>2</sup> es tan delgada como un papel. Pero para aplicaciones en donde se necesita una resistencia más grande, tales como en vigas prefabricadas o paneles arquitectónicos, se ofrece una rejilla con un espaciamiento de 4.5 x 4 cm, 69% de abertura y pesa 0.44 kg/m<sup>2</sup>.

Comprendiendo su potencial cinco fabricantes de concreto prefabricado han formado el grupo Altus Group, cuyo objetivo es desarrollar y comercializar elementos de diseño usando refuerzo C-Grid.

El Altus-Group está ofreciendo una primera marca de productos prefabricados, que incluirá una red de fabricación, ingeniería y soporte. La tecnología CarbonCast utiliza varillas o torones de refuerzo de acero convencional para el refuerzo primario y el C-Grid más grueso para refuerzo secundario y transferencia de cortante.

C-Grid puede reducir el peso de algunos elementos prefabricados, tales como paneles de concreto arquitectónicos para muros, hasta en 66%. Ofrece resistencia mejorada contra la corrosión, durabilidad y propiedades aislantes. ☺

Informes [www.altusprecast.com](http://www.altusprecast.com)

## COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON EL AGUA

# Una obra del siglo **XXI**: Plaza Juárez

[ **ADRIANA VALDÉS KRIEG**  
FOTOS: GUADALUPE VELASCO

El conjunto de la Plaza Juárez se encuentra frente a la Alameda Central, en la manzana ubicada entre Av. Juárez y las calles de Dolores, José María Marroquí, Independencia y Luis Moya, y alberga el edificio de la Secretaría de Relaciones Exteriores y el del Tribunal Superior de Justicia, ambos proyectados por el arquitecto Ricardo Legorreta. Este conjunto ocupará una superficie de 27 mil 300 m<sup>2</sup> y tendrá un uso mixto. Se construirán un hotel, oficinas, comercios, restaurantes y viviendas, centros comerciales, además de un espacio para el estacionamiento de dos mil vehículos. Estas obras se encuentran integradas a través del agua por una fuente monumental en base de pirámides diseñada por el escultor Vicente Rojo y erigida en la plaza de acceso.



L

a fuente monumental de Vicente Rojo construida en la Plaza Juárez es un ejemplo vivo del empleo del concreto y el agua para crear una obra de valor artístico, aprovechando las características de durabilidad y resistencia

propias de este material en la elaboración de prefabricados. El 29 de mayo se inauguró la fuente central de la Plaza Juárez, cuyo tema es el agua, en la cual se localizan 1034 pirámides elaboradas de concreto con cubiertas de baldosa color marrón. Ahí mismo y en coordinación con el INAH se restauró la antigua iglesia de Corpus Christi, sede del Acervo Histórico del Archivo de Notarías de la Ciudad de México.

“La concepción de las pirámides que integran la fuente de la Plaza Juárez implicó varios aspectos para su realización: el estudio del comportamiento y la

➤ El reto fue encontrar el procedimiento más adecuado, ya que es una fuente donde el agua cambia de nivel constantemente.

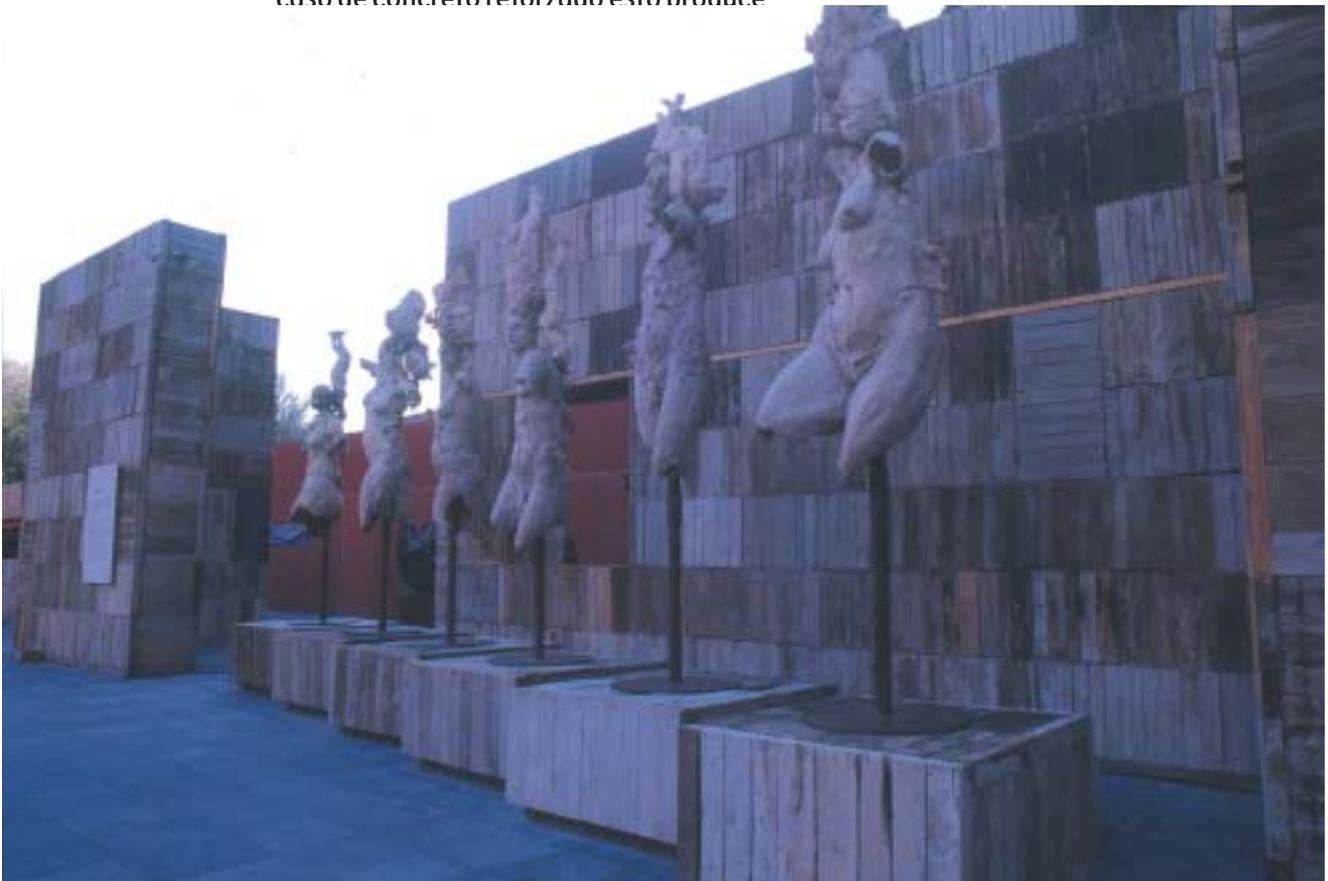
resistencia del concreto con el agua donde serían ubicadas estas estructuras, el lograr la tonalidad deseada, el conseguir la exactitud de sus aristas, la fragilidad de las pirámides, la construcción y el traslado de las mismas para evitar golpes y daños”, comentó el arquitecto Heraclio Esqueda, presidente de la

Asociación Nacional de Industriales del Prefuerzo y la Prefabricación, AC, y autor de estas estructuras.

El reto fue encontrar el procedimiento más adecuado, ya que es una fuente donde el agua cambia de nivel constantemente, lo que produce un efecto que se conoce como “*splash*”, en el caso de estructuras de concreto y es similar al que se da en las columnas sumergidas en el agua. En el caso de concreto reforzado esto produce

y surgen patologías de corrosión que tienden a reventar las piezas.

“Las pirámides tienen cuatro cm de espesor, son huecas y se montaron sobre otra pirámide que conforma la base donde se embrocaron. Para su elaboración se diseñaron moldes metálicos para colarlas invertidas, y desmoldarlas con gran cuidado para no dañar sus aristas, pues no tienen refuerzo. Se utilizó un concreto a base de cemento Pórtland, por lo que los agregados son de caliza en dimensiones pequeñas con un tamaño máximo de 10 mm, con granos de óxido de mármol color rojo óxido, que es el color que nos pidieron. Se reforzaron con fibras poliméricas para evitar el armado de acero, para evitar los problemas de oxidación. Los recubrimientos se hicieron con los mismos agregados, no obstante de que son huecas pesan alrededor de 25 kg cada una”, comenta el Arq. Esqueda.



El concreto empleado en la elaboración de las pirámides tiene una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> y la relación agua/cemento es baja, de 0.45, por lo que tiene las siguientes ventajas en el caso de las pirámides que están en contacto con el agua y además sometidas a cambios constantes en su nivel:

- baja permeabilidad
- incrementa la durabilidad
- resistencia a los ciclos de humedad y secado
- resistencia a la lluvia ácida
- resistencia a climas estacionales
- resistencia al desgaste por abrasión hidráulica

de mantenimiento y pintura conservando sus características originales.

“Por otra parte, si transportábamos unas pirámides macizas desde Toluca donde se encuentra la planta y las fabricamos hasta la Plaza Juárez corríamos el riesgo de la fractura de las mismas, sobre todo de sus aristas que son los puntos más frágiles de este tipo de estructuras”, explicó el Arq. Esqueda.

Otro problema que se presentó en la construcción de la fuente es que hay bufamamiento del terreno, es decir, que tiende a subir, por lo que fue necesario agregarle un refuerzo para evitar esta reacción, para lo que se utilizó concreto armado en la construcción de la base de la fuente.

Cemento Portland ordinario resistente a los sulfatos

NMX-C-414-ONNCCE-1999

El cemento Portland ordinario resistente a los sulfatos proporciona mayor resistencia química para concretos en contacto con aguas o suelos agresivos (aguas marinas, suelos con alto contenido de sulfatos o sales), recomendable para la construcción de presas, drenajes municipales y todo tipo de obras subterráneas.



### DE COLORES...

Otro aspecto era lograr el color rojo intenso de acuerdo al proyecto del escultor Vicente Rojo, para lo que se utilizó grano de mármol para lograr la tonalidad, y evitar el cambio de color con el paso del tiempo. Como los colores empleados son de origen mineral, en este caso, óxido de fierro, se conservan con el tiempo, pues los pigmentos orgánicos pierden rápidamente su tono por los rayos ultravioletas o luz natural.

Quizá puedan aparecer unos pequeños puntos, pero son de los álcalis del cemento o las sales del agua únicamente. El diseño de la fuente incluye una caída de agua desde el edificio Villagrán, integrante del Templo de Corpus Christi que hace que el agua esté en constante movimiento, lo cual evita la proliferación de algas. Las pirámides mantienen un acabado aparente que evita el problema

La colocación de las pirámides se realizó cuidando su alineamiento, su montaje y nivelación para respetar las características plásticas del proyecto. Asimismo, se diseñaron placas para los espacios entre las pirámides que también se denominan valles.

El proyecto de esta fuente comprende el empleo del concreto en espacios escultóricos con agua, y la problemática que implica, sobre todo en cuanto a la resistencia y durabilidad del concreto.

### ASPECTOS TÉCNICOS

El uso del concreto en el caso de elementos estructurales que se encuentran en contacto con el agua o en zonas con altos índices de humedad implica las siguientes consideraciones:

- Baja relación agua - cemento:
- se mejora la permeabilidad
  - se incrementa la durabilidad



## Comportamiento del concreto en relación con su porosidad

RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>	Rel. AGUA-CEMENTO	COMPORTAMIENTO
100	0,80	Muy susceptible
150	0.75	Muy susceptible
200	0.70	Muy susceptible
1000	0.35	Muy durable
2000	0.30	Muy durable

- mayor resistencia al desgaste por abrasión
- mantener la tonalidad al estar expuesto a la intemperie o cambios estacionarios
- evitar los daños ocasionados por la lluvia ácida

Es importante señalar que en estos casos se recomienda utilizar concretos con una baja relación de agua/cemento y grava de un tamaño máximo de 10 mm para garantizar la durabilidad de las estructuras aunado a su resistencia.

## ALGO MÁS SOBRE LAS FACHADAS

La Plaza Juárez es considerada por el Fideicomiso del Centro Histórico como la puerta de entrada a la zona histórica de la ciudad de México, un espacio privilegiado que está reactivándose gracias a la suma de esfuerzos públicos y privados. En este cuadrante también se localizan lugares únicos de la ciudad de México como la Alameda Central y el ex templo de Corpus Christi. Este conjunto está asentado en la Avenida Juárez frente a la Alameda Central entre las calles de Independencia y Luis Moya.

Este proyecto, que integra la construcción del edificio de la Secretaría de Relaciones Exteriores y el del Tribunal Superior de Justicia, ocupará una superficie de 27 mil 300 m<sup>2</sup>. Estará integrado por áreas abiertas y jardinadas, centros comerciales y otros servicios. Además, el Templo de Corpus Christi, que forma parte de este conjunto, y el cual recibirá el acervo histórico del Archivo de Notarías de la ciudad de México.

En la construcción de la Secretaría de Relaciones Exteriores y del Tribunal se privilegió el uso de prefabricados de concreto para abatir costos y reducir los tiempos de la obra. En el caso de las facha-

## Reglamento ACI 318-02

Requisitos para condiciones de exposición especial

Condiciones de exposición	Concreto de agregado de peso normal, relación máxima agua/materiales cementantes	Concreto de agregado normal o ligero $f'c$ mínima (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto que se pretenda tenga baja permeabilidad en exposición al agua	0.50	280
Concreto expuesto a congelación y deshielo en condición húmeda o en descongelación por medio de químicos	0.45	315
Para proteger de la corrosión al refuerzo en concretos expuestos a cloruros de químicos, sales descongelantes, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	0.40	350

Al igual que el edificio de Tribunales, la ingeniería, fabricación, transporte y montaje se han apegado a las normas y especificaciones del PCI.



das, su elaboración estuvo a cargo de la empresa PRETECSA, con el reto de conjuntar los procedimientos modernos de paneles prefabricados de concreto logrando una gran calidad estética.

De acuerdo con el proyecto ejecutivo y ante la necesidad de construir con rapidez y calidad los edificios de tribunales familiares y la Plaza Juárez, se determinó que se instalaran fachadas de concreto arquitectónico.

### **EDIFICIO DEL TRIBUNAL SUPERIOR DE JUSTICIA**

Para el Tribunal Superior de Justicia se diseñaron paneles de concreto armado nervado en 0.15 m, de color rojo con acabado exterior martelinado e interior lavado especial. Los colores obtenidos son a base de agregados naturales.

La superficie de la fachada es de aproximadamente 12 200 m<sup>2</sup>, lo cual además generó la fabricación de unas 1 070 piezas.

La ingeniería, fabricación, transporte y montaje de los paneles de fachada se apegó a las normas y especificaciones establecidas por el PCI (Precast / Prestressed Concrete Institute), organismo mundial de la prefabricación en concreto, del cual PRETECSA es miembro activo, garantizando con ello un óptimo control de calidad.

### **EDIFICIO DE LA SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES**

En el caso de la Secretaría de Relaciones Exteriores, la fachada se fabricó con pá-

neles de concreto armado de 0.10 y 0.15 m de espesor con acabado martelinado en el exterior color naranja. La superficie de la fachada es de aproximadamente 11 800 m<sup>2</sup> con piezas de diferentes dimensiones.

Al igual que el edificio de Tribunales, la ingeniería, fabricación, transporte y montaje, se han apegado a las normas y especificaciones del PCI.

En ambos edificios el montaje se ha realizado en forma horizontal, es decir, cerrando piso por piso para agilizar en su interior la colocación de instalaciones y acabados.

El efecto visual que se logra con las fachadas de concreto arquitectónico es producto de la variedad de colores y texturas que armonizan con otros materiales tal y como acontece en este proyecto, logrando los objetivos de abatir costos y reducir el tiempo de ejecución. ☺

### **VICENTE ROJO**

Nació en 1932 en Barcelona, ciudad en la que cursó escultura y cerámica. En 1949 llegó a México, donde estudió pintura y tipografía. Ha desarrollado durante más de 40 años una extensa obra como pintor, escultor y diseñador gráfico. Ha colaborado además en la fundación de editoriales, suplementos culturales y otras publicaciones. Se han montado exposiciones retrospectivas de su obra en el Museo Universitario de Ciencias y Arte (México, 1973); Universidad de Texas (Austin, 1978); Museo de Arte Moderno (México, 1981); Biblioteca Nacional (Madrid, 1985); Museo de Arte Carrillo Gil (México, 1990); Klingspor Museum (Frankfurt, 1992); Museo Casa de la Moneda (Madrid, 1996); Museo Nacional Reina Sofía (Madrid, 1997); Tecla Sala (Barcelona, 1997) y Círculo de Bellas Artes (Madrid, 1997).

LA TECNOLOGÍA DE  
LA INFORMACIÓN EN LA  
CONSTRUCCIÓN

# HABRÁ que acostumbrarse a las hazañas

[ ENRIQUE CHAO ]

El panorama de lo que ofrece la Tecnología de la Información (TI) a los constructores se mueve velozmente, con ejemplos que llevan al asombro, como la conclusión por computadora de la Sagrada Familia, de Gaudí.



**E**n el *National Building Museum, de Washington*, y con el apoyo de firmas como Autodesk, Bentley Systems, McGraw-Hill Construction, Business Software Alliance, Microsoft, Fross Zelnick Lehrman & Zissu y Norbert W. Young, Jr., se lleva a cabo (del 5 de marzo al 10 de octubre) una magnífica exposición sobre el desarrollo y evolución de las técnicas e instrumentos que han auxiliado a los constructores para llevar a cabo sus obras.

*Tools of the Imagination* o "Los utensilios de la imaginación" distingue y explora las herramientas y procedimientos que han servido para diseñar el mundo civilizado que conocemos y muestra cómo diversos dispositivos y tecnologías han revolucionado la manera en la que los constructores conciben y crean la arquitectura y la ingeniería.

El panorama abarca 250 años de utensilios, desde los más simples, como los lápices, la tinta, el restirador y el equipo clásico de reglas T y escuadras para trazar y diseñar, pasando por los avances de la fotografía, la fotocopia y la computación. Sobre todo insiste respecto al diseño asistido, hasta los teclados especializados y

las capacidades de cálculo a altas velocidades; los últimos y más sofisticados lanzamientos de *hardware* y *software*; los complejos simuladores en 3D; los modelos electrónicos y la tecnología láser.

Aún ahora, con tantos y tan evidentes cambios, muchos integrantes de la industria de la construcción aún no salen de su asombro, y de su indiferencia, con las nuevas tecnologías que les permiten contar con una



ventaja competitiva, como ya lo hacen en México, y a distancia, despachos extranjeros en ambientes virtuales de internet.

De hecho, en Estados Unidos ya se da por descontado que las empresas que concursan en licitaciones de obras públicas deben tener un sistema de control de información en internet, y el *American Institute of Architects* (AIA) estima que para el próximo año 2006 la mayor parte de los despachos ya estarán inmersos en estos desarrollos.

Y aún hay más, como podrá apreciarse en el siguiente segmento de este informe, gracias a las computadoras uno de los edificios inconclusos más importantes del siglo pasado, símbolo de la ciudad de Barcelona, ya tiene en una perspectiva del proyecto para cuándo acabar.

### MILAGRO TECNOLÓGICO EN BARCELONA

Las agujas escultóricas y otros numerosos detalles de este portentoso monumento religioso, obra magistral del arquitecto español Antonio Gaudí, se convirtieron con el tiempo en una tarea de nunca acabar, que llevó a distintas generaciones de arquitectos, ingenieros y artesanos a repensar la obra durante casi 80 años, ininterrumpidamente. Hoy, gracias a los avances de

los programas de cómputo, ya se vislumbra en el horizonte una fecha de conclusión.

### LA RECONSTRUCCIÓN DEL TEMPLO EN FORMA DE CAMPANA

Y otra hazaña de construcción y restauración, que puso a los habitantes de Dresde en la lupa del mundo, fue la culminación de la monumental iglesia luterana de estilo barroco, la Frauenkirche, destruida por los bombarderos aliados durante la Segunda Guerra Mundial.

A los técnicos, arquitectos y constructores les llevó más de una década, de 1994 a 2004, levantarla de nuevo, tal como había sido concebida en agosto 26 de 1726 por George Bähr, el maestro carpintero municipal de la ciudad de Dresde, capital de Sajonia, quien la montó sobre una base rectangular y la cubrió con un enorme domo: "como si fuera una sola estructura, desde la base a la cima".

Como se sabe, esa iglesia se consideró la señal de identidad de la ciudad que reposa a orillas del Elba, y fue desmoronada salvajemente por los bombardeos de la noche del 13 de febrero de 1945, a unos cuantos meses del fin de la guerra. Sus ruinas sirvieron para recordar los horrores de ese día.

Luego de la caída del Muro de Berlín, el consejo municipal, con ánimo más constructivo, buscó ayuda de toda índole para rehacer su iglesia, inclusive aprovechó las piedras que estaban esparcidas por el suelo. La empresa IBM acudió al llamado y con CATIA (que se ha usado para el diseño de coches, como el Viper, de la Chrysler, o en aeronaves, como el Boeing 777) y otras herramientas de visualización 3D, aceptó la tarea de recopilar los datos, analizar planos, secciones, imágenes, grabados y fotografías del templo con nuevos recursos tecnológicos... para reconstruir, desde el restirador electrónico, y detalle por detalle, la Frauenkirche.

La forma barroca del edificio, con sus superficies curvas y sus intrincadas bóvedas; con la carga de sus arcos y el entrecruce de sus muros que descansan uno sobre otro..., hicieron necesario el



empleo de sistemas de representación y asistencia en 3D, y determinaron procedimientos de trabajo en línea inéditos: <http://www-1.ibm.com/solutions/plm/doc/content/casestudy/768708113.html>.

## UNA HAZAÑA CON MUCHO FUTURO

En Dubai, en los Emiratos Árabes Unidos, se empieza a construir la torre más alta del mundo, la cual forma parte de un complejo que costará ocho mil millones de dólares (mdd). Se trata de la Burj Dubai: <http://burjdubai.com/>, que según unos será concluida en 2008, y según otros, en 2009. Este edificio, sufragado por la corporación surcoreana Samsung Corporation, descrita por la revista *Fortune* como la decimo-cuarta compañía más poderosa del planeta, se levanta con rapidez y se construye con la tecnología más depurada.

El diseño de Burj Dubai se inspira en la geometría de una flor del desierto, nativa de la región, y de algunos patrones de diseño que han prevalecido en la arquitectura musulmana. Esta combinación de lo histórico y lo cultural se mezcla con el trazo vanguardista de un edificio de alto desempeño que establecerá sin duda un nuevo estándar. Quizá se convierta en el modelo de la ciudad del futuro.

La torre Burj Dubai está proyectada para ser construida con acero y concreto (¿cómo lo subirán hasta el último piso?), y medirá del suelo al nivel final alrededor de 800 metros; es decir, será 300 m mayor que la torre más alta del mundo en la actualidad, la Taipei Tower, ubicada en Taiwán.

Los tres lados del edificio en una serie de etapas ascenderán progresivamente, rodeando a un núcleo central de soporte hasta completar todos los pisos, los cuales serán accesibles mediante elevadores dobles. "Es como si se unieran varios edificios", comparó un analista. "Cuando subes necesitas menos elevadores y menos núcleo".

Su forma buscará reducir el impacto del viento, y también para no depender de un núcleo mayor y proporcionar más espacio en la medida que crece. La logística de construcción de este edificio deberá manejarse con precisión militar, "o habrá

caos", comentó, pensando quizá en la Torre de Babel.

La siguiente dirección electrónica le ayudará a comparar a la torre Burj Dubai con sus rivales más próximas: <http://www.skyscraperpage.com/cities/?buildingID=7787>.

## NOVEDADES PEGANDO ADOBES

Por otro lado, y en una rápida revisión de lo último surgido en el panorama de la TI para el campo de la construcción, destaca la aparición en español de la versión Adobe Acrobat 7 en tres paquetes, el Profesional, el Estándar y Elements, para Windows, que pueden cotejarse en: <http://www.latina.adobe.com/products/acrobatpro/main.html>.)

En todos, la velocidad de ejecución de la aplicación es más rápida, sólo que ahora ya se pueden incluir notas, llenar formularios o recibir archivos adjuntos.

Adobe, desde su estándar Intelligent Document Platform, ha demostrado ser un éxito en el entorno de las redes empresariales con lo que el PDF ahora será más compatible prácticamente con todo. De ese modo, los PDF podrán ser editados por grupos de trabajo y ensamblados automáticamente, minimizando los problemas entre versiones de archivo diferentes que, además, se pueden integrar en bases de datos u hojas de cálculo, tanto si se encuentran en intranet o en la WEB.

Otra novedad es la compatibilidad de Adobe Acrobat con herramientas de Microsoft y Office, por lo que los usuarios de Windows podrán importar documentos a Word manteniendo el formato, y ampliar esas funcionalidades en Outlook, Explorer, Access, Publisher y AutoCAD.

El límite de tamaño de página se ha ampliado hasta cinco m y se pueden conservar datos de objeto y capas, e incluir en el PDF objetos 3D navegables (U-3D).

Hay, además, una nueva herramienta de medición de planos. En un documento creado con la versión Profesional se pueden incluir notas, utilizando únicamente Acrobat Reader. Y para la corrección de un



documento PDF, el receptor, con Acrobat Reader 7, ya no tendrá que apuntar sus observaciones en el cuerpo de texto del mensaje de correo, sino dentro del mismo PDF, con herramientas de resaltado, rotulador o notas adhesivas, donde haya que corregir.

También es posible reajustar espacios de color, corregir grosores de línea y convertir a un PDF las especificaciones de cada impreso para que circulen por todo el flujo de trabajo. Hay mejoras en el manejo de documentos con transparencias y es posible añadir marcas de registro y corte, visualizar las tintas de impresión y escoger su densidad y su categoría de opacas o transparentes.

Además, figuran mejoras en la seguridad para definir, con certidumbre, quién y cómo puede leer o imprimir documentos, e incorpora más opciones para asegurar la recepción de nuestros documentos más importantes a uno o varios receptores, controlando, de un modo más seguro mediante identificadores digitales, la versión del archivo y su última modificación.

### LOS ADOBES DE LA CONSTRUCCIÓN

Y para la industria de la construcción Adobe guarda más sorpresas: los miembros del



equipo de proyecto AEC (por las siglas Arquitectura, Ingeniería y Construcción, en inglés) “pueden compartir, gestionar, interactuar y archivar diseños complejos e información de un proyecto mediante los Servicios de Documentos de Adobe”, que automatizan y aceleran el proceso de creación e intercambio de PDF de alta fidelidad, “incluidos formularios inteligentes”.

Los PDF tienen el formato adecuado para compartir diseños e información del proyecto a través de todas las fases del ciclo de vida de AEC. Utilizado de la mano con las soluciones líderes de *software*

AEC, Adobe ayuda a los equipos de proyecto “a gestionar las complejidades de los flujos de trabajo de documentos e información de AEC, en disciplinas Myriad, sistemas de *hardware* múltiple, aplicaciones incompatibles y ubicaciones dispersas geográficamente...”

### CAD LANZA “CONCEPTS UNLIMITED 2”

Por su lado, CADSoft Solutions Inc. lanzó en febrero pasado “*Concepts Unlimited 2*”, una nueva versión de su *software* del diseño “CAD”, al que añade mejoras y nuevas herramientas de modelado que permiten girar y estirar formas. También añade unas 600 texturas, una biblioteca que permite renderizar unas 300 imágenes con transparencia, un lector Pro/E, y la creación automática del libro de diseño. Otra característica destacable, sin olvidar las cerca de 145 mejoras menores que incorpora, es un nuevo algoritmo de compresión que permite crear archivos más pequeños. En esta versión, que incluye más de 30 cambios mayores en el *software*, la empresa destaca, además, los traductores IGES, STEP, PROE y CATIA V4, correcciones para compartir datos de perspectivas con ACIS R 13 SP7. Para más datos, visite la página: [www.csi-concepts.com](http://www.csi-concepts.com).

La torre Burj Dubai es sufragada por la corporación surcoreana Samsung Corporation, descrita por la revista *Fortune* como la decimocuarta compañía más poderosa del planeta.

## COMPATIBLES AL FIN

Los usuarios de AutoCAD que necesitan trabajar con versiones diversas de archivos DWG, pueden ahora emplear confiadamente una nueva versión sin temor a recibir mensajes de error o tener que adquirir una actualización o una versión nueva del *software*. Basta con encaminarse a la dirección electrónica de la nueva DWGgateway, un *software* libre disponible en la dirección electrónica: [www.dwggateway.com](http://www.dwggateway.com) o en [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com), que tarda un minuto o dos en instalarse. El DWGgateway permite a las versiones anteriores de AutoCAD leer, editar y salvar AutoCAD (.dwg and .dxf) 2D en archivos más recientes, incluido el AutoCAD 2005.

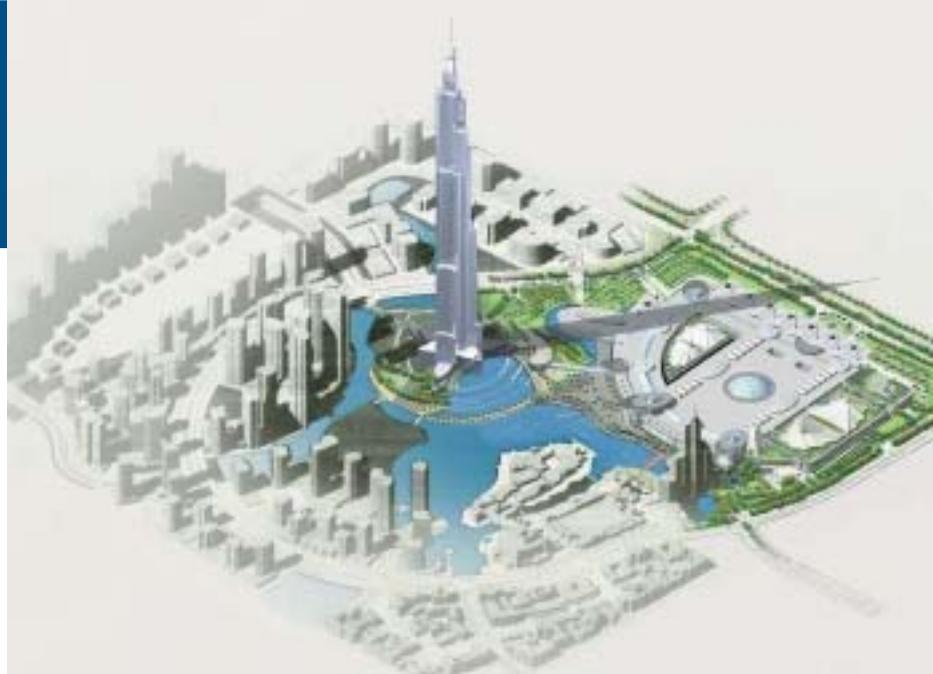
De esa manera, un ingeniero que prefiera la AutoCAD 2000i es capaz con su *software* de leer archivos DWG y DXF de AutoCAD 2004 o 2005. Basta descargar e instalar el DWGgateway, el cual permite también que el AutoCAD 2005 mediante las versiones AutoCAD 14 produzcan archivos DWG y DXF en viejos formatos, y hasta remontarse al AutoCAD Release 2.5.

## LOS CAMBIOS DE BENTLEY

En otro ángulo, Bentley Systems, con su equipo completo de CAD, BIM (*Building Information Modeling*), captura los conceptos esenciales de construcción y su información más allá de los diseños y ofrece un ambiente eficiente para proyectos de construcción y operaciones.

De acuerdo con los enterados, la solución BIM de Bentley engloba 20 tecnologías y está basada en la plataforma reconocida y escalable de MicroStation, lo que ofrece un impulso único para que los usuarios de BIM puedan correr proyectos mixtos y "llevar a cabo BIM a través de la evolución, en lugar de la revolución". Para mayor información sobre BIM, visite la dirección [www.bentley.com/bim](http://www.bentley.com/bim).

Cabe recordar que la firma Bentley Systems, Inc. ofrece *software* para el ciclo de vida de la infraestructura constructiva y cuenta con un amplio portafolio de soluciones de la compañía para los mercados verticales de construc-



ción, plantas industriales, ingeniería civil y geoespacial. Sus productos cubren la (AEC) arquitectura, ingeniería, construcción, y las operaciones.

En una nota reciente, las ventajas de su "ProjectWise V8 2004 permiten planear y tomar decisiones; mejorar la comunicación y preservar la seguridad de la información. De hecho, apoya al equipo de trabajo para que coordine y consolide la información y las actividades en y desde cualquier lugar del mundo. Su funcionalidad está basada en seguridad intranet y extranet, con arquitectura de tres capas, seguimiento de documentos, control de acceso, disponibilidad global en tiempo real, control de versiones, flujo de trabajo e integración de datos de fuentes dispersas.

Por otro lado, los técnicos, subrayan que la MicroStation V8 2004 Edition permite a los usuarios crear archivos interactivos en los PDFs de Adobe que, como se anotó líneas arriba, es el formato más aceptado entre los ingenieros, y que pueden generar archivos PDF que contengan dibujos DGN y DWG, documentos del proyecto y datos de ingeniería. Con este avance, y por primera vez, los usuarios podrán añadir a sus presentaciones modelos interactivos y animados en 3D sobre archivos PDF, claro, si sus asociados, clientes, amigos y público en general cuentan también con la versión Acrobat Reader 7 (ver arriba).

Esta particularidad fortalece en un nuevo nivel su capacidad de comunicación que permite a los participantes controlar la visibilidad del modelo geométrico,



y mover o predeterminar las vistas y las locaciones, y ajustar las modalidades de exhibición. Para ver ejemplos en línea de estas propiedades acuda a la dirección electrónica [www.bentley.com/en\\_US/Products/MicroStation/Interactive+3D+PDF.htm](http://www.bentley.com/en_US/Products/MicroStation/Interactive+3D+PDF.htm).

### EN LA OTRA ESQUINA

La empresa Autodesk, en franco desafío, presenta AutoCAD 2005 y su familia de productos para construcción, cartografía, ingeniería civil y fabricación, que ayudan a crear, administrar y compartir información de diseño con más rapidez, potencia y productividad que nunca. Algunos de los beneficios que ofrece son reducción de errores, mejor visión del estado del proyecto, mayor eficiencia en la gestión de datos, descenso del tiempo de entrega de documentos y formularios críticos, efectiva rendición de cuentas, sentido de propiedad y responsabilidad del equipo y mayor control de procesos.

La plataforma AutoCAD 2005 incorpora formas más efectivas de administrar la información del proyecto. El nuevo estándar en productividad de CAD ofrece a los usuarios algunas ventajas, como archivos 52% más pequeños, y produc-



tividad hasta 70% superior, que siguen aprovechando la velocidad y potencia de la plataforma 2004, pero con herramientas nuevas, como el Administrador de conjuntos de planos, que permiten crear, administrar y compartir eficazmente conjuntos completos de planos relacionados.

Los proyectos de diseño pueden requerir centenares o millares de archivos de planos y cada archivo puede tener varias presentaciones con vistas o escalas diferentes de los datos del proyecto. La estructura de carpetas del disco duro local o del

servidor consume mucho tiempo y es propensa a errores. Pero, con el Administrador de conjuntos de planos para AutoCAD y programas basados en AutoCAD se pueden clasificar fácilmente planos en conjuntos y subconjuntos lógicos por empresa, proyecto u otras normas y compilar rápidamente conjuntos de planos usando planos previos, difundir normas a varios proyectos y ofrecer acceso simultáneo a conjuntos de planos en la red de área local. Con la paleta de herramientas del Administrador de conjuntos de planos o el menú contextual se pueden añadir o suprimir planos del conjunto o subconjunto.

Según la empresa, para el diseño general, han concebido un *software* de diseño 2D y 3D AutoCAD que permite trabajar de una forma más rápida y compartir los archivos fácilmente. El AutoCAD LT, la versión en 2D de la anterior plataforma, ofrece herramientas de diseño y compatibilidad con el formato de fichero DWG que no necesitan personalizar su *software*.

Para la arquitectura, la Architectural Desktop es una herramienta que facilita el diseño, la construcción y la administración de edificios que puede ayudar con la máxima eficacia y rapidez

En el caso de la ingeniería civil, las soluciones como Land Desktop, Civil Design, Survey, y otras más, permiten realizar cambios rápidamente, reducir los errores y ofrecer información del proyecto en tiempo real, y lo que se espera del programa: "ayuda a la planificación del proyecto", desde la construcción, la administración y la atención al cliente, aprovechando al máximo la información de diseño disponible. Para crear con exactitud mapas en 2D y en 3D, y vincular o analizar mapas con bases de datos, las soluciones para cartografía Autodesk MapT 3D integra la precisión técnica del CAD y el poder del análisis GIS para mejorar la creación, el mantenimiento y el análisis de mapas. Entre las soluciones cartográficas de Autodesk la MapGuide permite colaborar con más eficacia y compartir información en toda la empresa. Si busca más datos, acuda a la dirección electrónica: [http://www.xsystemla.com/productos/auto\\_desk1.htm](http://www.xsystemla.com/productos/auto_desk1.htm). 

# HPCC en la Torre-e del Brasil\*

PAULO HELENE Y CARINE HARTMANN

El concreto coloreado de alto comportamiento (HPCC) ofrece resistencia, columnas más delgadas, mayor espacio útil y una vista estética.

**S**alido directamente del laboratorio de investigación, la utilización de dicho concreto en la Torre-e representa para Brasil su primera experiencia en ese tipo de concreto, que tuvo como objetivos facilitar la colocación del concreto, y maximizar el espacio ocupado para con ello incrementar la productividad. Simultáneamente, al dar color a las columnas de concreto se lograron los efectos arquitectónicos deseados tanto en la estructura como en el estacionamiento cubierto.

La Torre-e, en Sao Paulo, con sus 42 pisos, 52 mil m<sup>2</sup> de superficie útil y 162 m de altura es uno de los cinco edificios más altos de Brasil, por lo que puede considerarse



Fig. 1: Representación arquitectónica de la Torre-e

## Panorama del concreto brasileño

Brasil es uno de los países más avanzados en la tecnología del concreto en Sudamérica, tiene una larga tradición de la construcción de edificios altos de más de 100 m de altura, que se inició en 1929, hace 74 años, cuando los ingenieros brasileños diseñaron el Edificio Martinelli, considerado, en su momento, como la torre de concreto más alta del mundo, con una altura de 106 metros sobre el nivel de las calles de Sao Paulo. Por otra parte, en 1960, se inauguró la torre de concreto del Palacio Zazur Kogan, que con 189 m de altura también fue considerado el edificio de oficinas más alto en el país, en su momento.

como una estructura de gran altura o “rascacielos”, según la clasificación internacional adoptada por el Consejo Sobre Edificios Altos y Habitat Urbano. Por otra parte, este moderno edificio de oficinas (Fig. 1), ofrece estacionamiento para 800 automóviles, dos excelentes restaurantes, un centro para convenciones y negocios, una alberca semi-olímpica y un centro de acondicionamiento físico, además de un helipuerto ubicado en el punto más alto, en tanto por su sistema de aire acondicionado y disposiciones para ahorro de energía y de agua se puede definir como un “edificio inteligente”.

### REQUISITOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

En la Torre-e se empleó concreto coloreado de alto comportamiento (HPCC, High-Performance-Colored-Concrete), de una  $f'c=125$  MPa. El concreto utilizado en las cinco columnas para los primeros siete pisos de la estructura se dosificó en una planta de concreto comercial, se mezcló en el camión en camino al sitio de la obra a través del pesado tráfico urbano, y se colocó entre 40 y 60 minutos después de dejar la planta.

La torre está soportada sobre una losa de cimentación de concreto (Fig. 2), de 17 m de ancho x 28 m de largo y 2.8 m de profundidad, colada con concreto de  $f'c=35$  MPa. Para controlar el calor de hidratación se mezcló hielo en el agua con lo que se lograron temperaturas de colocación de aproximadamente  $15^{\circ}\text{C}$ , comparadas con la temperatura ambiente de  $25^{\circ}\text{C}$ .

Cada una de las cinco columnas principales sobre los cimientos soportan aproximadamente 2 500 toneladas de carga y tienen menos de  $0.42\text{ m}^2$  de sección transversal para maximizar la capacidad de ocupación y el espacio vehicular del estacionamiento en los niveles más bajos.

Con el fin de satisfacer estos límites dimensionales, el equipo formado por Munir Abbud, propietario; Jorge Batlouni,



Fig. 2: El bloque de cimentación de la Torre-e requirió la adición de hielo al agua de mezclado para ayudar a controlar el calor de hidratación

ingeniero por el contratista, Tecnum; Ricardo França, ingeniero estructural; Eliron Souto, por la compañía de premezclado, Engemix; y uno de los autores, Paulo Helene, aceptaron el reto de diseñar un concreto apropiado de alto comportamiento.



Fig. 3: La utilización de columnas de concreto coloreado de alto comportamiento (alta resistencia) (HPCC), permite la esbeltez en el diseño y la construcción, maximizando las áreas útiles del edificio y proporcionando un toque estético

**Tabla 1** Proporciones de la mezcla de concreto coloreado de alto comportamiento usado en las columnas de la Torre-e

Materiales	Proporciones de mezclas, Kg/m <sup>3</sup>	Observación
Cemento	450 cemento+163 escoria Tipo III+escoria	ASTM C 150
Escoria	163	-
Humo de sílice o metacaolín	93	-
Agregado fino	550	Cuarzo
Agregado grueso	1027	Basalto
Pigmento	25	Óxido de hierro
Reductor de agua de alto rango	6.2	Policarboxilato
Auto-retardante	3.2	Ácido carboxílico
Agua	135	-
Relación agua-material cementante	0.19	-

El equipo buscó el concreto de la más alta resistencia jamás especificado en Brasil para una estructura de concreto, el cual tuvo que ser despachado por camiones mezcladores desde una planta nacional de concreto en Sao Paulo. El reto se hizo más interesante cuando los arquitectos del proyecto, Aflalo y Gasperini, decidieron agregar color a las columnas de concreto de alto comportamiento, alcanzando altitudes con concreto coloreado que marcaban un récord.

### ASPECTOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS

Los diseñadores eligieron concreto de alta resistencia como una alternativa dictada por cuestiones técnicas y económicas que gobernaban la configuración de la Torre-e, y la necesidad crítica para reducir las dimensiones de las columnas en los primeros cinco pisos (Fig. 3). Se utilizó concreto coloreado de alta resistencia en las columnas entre los pisos, cuatro de las cuales están localizados en cuatro pisos de estacionamiento subterráneo y en columnas alargadas dentro del piso principal de entrada y dos pisos adicionales.

En total, el uso de HPCC dio como resultado 53% de ahorro en el volumen de

concreto, y 3% en el costo total. El material también permitía espacios para cuatro espacios adicionales para autos en cada uno de los cuatro pisos del estacionamiento, agregando con ello mayores ingresos potenciales en el edificio.

### MATERIALES DEL CONCRETO

Al seleccionar los materiales, tuvieron que considerarse los siguientes criterios: calidad del cemento Portland y el agregado; aditivos para cemento y compatibilidad entre los aditivos; pertinencia del pigmento para proporcionar un color durable a largo plazo y que no inhibiera la resistencia del concreto; y la disponibilidad y el costo.

Todos los materiales de concreto fueron traídos de Sao Paulo y sus alrededores. El agregado grueso local consistía de un basalto resistente y sano que tenía un tamaño nominal máximo de las partículas de 19 mm, densidad de 3.02 kg/m<sup>3</sup>, y un módulo de finura de 6.91. La arena de cuarzo sirvió como agregado fino, con tamaño nominal máximo de 2.4 mm, densidad de 2.67 kg/m<sup>3</sup>, y módulo de finura de 2.04. El cemento Portland utilizado es brasileño, del Tipo V, de alta resistencia inicial, similar al Tipo III de la ASTM C 150, con la adición de aproximadamente 23% de escoria de alto horno, 13% de humo de sílice o 15% de metacaolín, 4% de pigmento rojo inorgánico para el color, 1% de reductor de agua de alto rango en base de policarboxilato, y un aditivo al 0.45% para el control de la hidratación y la retardación del fraguado. La naturaleza de la mezcla HPCC permitió una colocación de casi tres horas altamente productivas para todos las cinco columnas coloreadas dentro de un piso.

### ELIGIENDO EL COLOR

El arquitecto escogió el color por razones estéticas, pero el contratista también utilizó color para la identificación y diferenciación de HPCC cuando llegaba al sitio de la construcción para evitar confusión entre HPCC y el concreto convencional. El óxido de hierro mineral forma la base del color rojo del HPCC y se provee como un polvo seco y se agrega en la planta de dosificación.

## PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA DEL HPCC

Los experimentos de laboratorio requirieron un total de 1.5 m<sup>3</sup> de HPCC en comparación con unos 150 m<sup>3</sup> en la construcción de estas 35 columnas de alta resistencia. Se consideraron muchos factores en el proporcionamiento de la mezcla de concreto, tales como resistencia temprana y final, elevación de la temperatura, alta trabajabilidad, proporcionamiento del mortero, y pérdida de revenimiento. Para satisfacer todos estos requisitos, tuvieron que desarrollarse un cierto número de proporciones de la mezcla de concreto y se investigaron sus respectivas resistencias y módulos de elasticidad para ayudar a seleccionar el más apropiado. Un revenimiento de entre 140 y 200 mm probó ser aceptable para la trabajabilidad en el campo (Fig. 4). Los técnicos colaron columnas de prueba tanto en el laboratorio como en el campo durante los tres meses previos a la colocación efectiva.

En la fecha de este escrito, la estructura de concreto de la Torre—e ha sido completada y continúan los trabajos de acabado. El color está limitado a los pisos inferiores, tal como se describió, con resistencias de columnas en los niveles más bajos reduciéndose sucesivamente hasta alcanzar 60 MPa y 40 MPa de acuerdo con la localización, en los últimos 10 pisos. La Tabla 1 enlista las proporciones de la mezcla usadas en las columnas de concreto coloreado.

## COLOCACIÓN Y CURADO DE HPCC

El HPCC fue mezclado en el camión desde la planta hasta el sitio de la obra, continuando el mezclado en el sitio por un mínimo de ocho minutos antes de la prueba de revenimiento y de la colocación. Los trabajadores colocaron el HPCC en las cimbras por medio de grúas y cucharones o tolvas de volteo (Fig. 5), compactando el concreto con vibradores de inmersión. Se quitaron las cimbras después de 72 a 96 horas para exponer la superficie de concreto limpio y parejo—a pesar del cerrado espaciamiento de las varillas de refuerzo—. Además, el HPCC



Fig. 4: Un revenimiento de entre 140 y 200 mm probó ser aceptable para lograr un HPCC trabajable

exhibió buena cohesión, permitiendo el colado por gravedad libre en las columnas desde la parte superior del refuerzo de las columnas en un piso.

Las columnas alcanzaron una altura desde el piso hasta el techo de 5.5 m en el piso principal del edificio. Las cuadrillas colaron las partes superiores de las columnas en las uniones de las losas y las vigas al día subsecuente. La resistencia del concreto en la losa y la viga es de 40 MPa, en cada una de estas secciones curadas manteniendo la cimbra en su lugar por un mínimo de 72 horas. Fue necesario mantener el curado hasta que la resistencia a compresión del HPCC excedió 15 MPa. El HPCC tenía una relación de agua-material cementante ( $a/mc$ ) de 0.19, y alcanzó una resistencia a compresión superior a los 50 MPa cuando la cimbra fue removida, haciendo innecesario después de esto el curado con agua.



Fig. 5: Una grúa y un cucharón o tolva de volteo colocan el HPCC dentro de las cimbras de las columnas

# *ANUNCIO SIKA*

# *ANUNCIO SIKA*

**Tabla 2 Algunas propiedades del HPCC comparadas con el concreto estructural más convencional de 30 MPa**

Propiedades		HPCC, $f'c=125$ MPa	Concreto normal, $f'c=30$ MPa
Resistencia a compresión (ASTM C 39)	7 días	111 MPa	18 MPa
	28 días	125 MPa	36 MPa
	63 días	141 MPa	41 MPa
	91 días	155 MPa	44 MPa
Módulo elástico (ASTM C 469)	28 días	47 GPa	33 GPa
Resistencia a flexión (ASTM C 496)	28 días	10.0 MPa	3.3 MPa
Profundidad de carbonatación a 28 + 63 días a 25°C, RH 65%, CO2 5%	91 días	0	28 mm
Absorción de agua, densidad, y volumen de poros (ASTM C 642)	Absorción de agua	0.35%	5.1%
	Absorción de agua después de hervir	0.41%	5.8%
	Volumen de poros	1.0%	13.2%
	Volumen de poros después de hervir	1.1%	15.1%
	Densidad	2500 kg/m <sup>3</sup>	2320 kg/m <sup>3</sup>
Absorción capilar (ASTM C 1403)	Absorción capilar después de 72 h	1.2 kg/m <sup>3</sup>	12.0 kg/m <sup>3</sup>
	Ascensión máxima interna del agua después de 72 h	0 mm	99.0 mm
Penetración de iones de cloruro (ASTM C 1202)		43 Coulombs	8000 Coulombs
Velocidad ultrasónica de pulsación (ASTM C 597)		4950 m/s	3250 m/s
Prueba de Hammer (ASTM C 805)		52	27

### CONTROL DEL HPCC

Para controlar la calidad del HPCC, las investigaciones normales incluyeron pruebas de revenimiento, y se colaron especímenes cilíndricos (100x200 mm y 150x300 mm) y especímenes cúbicos (150 mm de lado) para la resistencia a compresión, y también se hicieron observaciones para el módulo de elasticidad y la temperatura

(Fig. 6). La trabajabilidad del HPCC, determinada por la prueba de revenimiento, no fue un factor decisivo, pues el revenimiento del concreto podía variar desde 140 hasta 200 mm y también fue influenciado por la temperatura ambiental y la humedad relativa.

Los investigadores colaron especímenes de prueba cuando el concreto estaba siendo colocado en la estructura, y el concreto de muestreo estaba siendo directamente tomado del extremo de descarga de la tolva del camión. Cada camión mezclador de concreto fue cargado únicamente a la mitad, transportando aproximadamente 4 m<sup>3</sup> de concreto. Todos los camiones fueron probados.

La resistencia a compresión del HPCC  $f'c$ , determinada a partir de cilindros de 150x300 mm (ASTM C 39) alcanzó 124.8 MPa en promedio después de 28 días, con un máximo de 149 MPa y un mínimo de 109.8 MPa. La desviación estándar fue de 6.1 MPa y la variación estándar fue de 4.9%. El promedio del módulo de elasticidad  $E_c$  (ASTM C 469) alcanzó 47.7 GPa, con una desviación estándar de 4.2 GPa y una variación estándar de 8.7% (Fig. 7).

El HPCC instalado en la Torre-e puede ser comparado con el concreto de 30 MPa también utilizado en la estructura complementaria. La Tabla 2 compara las propiedades del concreto en la Torre-e con la estructura complementaria. La Asociación Brasileña



Fig. 6: Cilindros de prueba, de 100x200 mm y 150x300 mm, preparados en el sitio.

Actualmente, el concreto de alto comportamiento presenta grandes oportunidades para influir en la arquitectura en toda Sudamérica.

de Cemento, que está promoviendo y estimulando el desarrollo y el uso correcto del concreto de alto comportamiento, llevó a cabo las pruebas de laboratorio como un socio importante en el proyecto.

Las mayores ventajas de usar HPCC en el edificio de la Torre-e pueden resumirse como sigue:

- Alta resistencia que proporciona seguridad estructural
- Alta resistencia temprana permitiendo la remoción temprana de las cimbras
- Alta durabilidad
- Ejecución fácil y rápida del proyecto, con alta productividad y sin necesidad de retrabajar
- Fluencia más baja de la columna de concreto
- Mayor módulo de elasticidad y, por lo tanto, menos deformación
- Espacio utilizable adicional en la estructura final

La Tabla 2 proporciona una comparación de las propiedades entre el HPCC usado y el concreto normal o más convencional.

Los resultados del concreto fresco y el endurecido probaron ser excelentes y el proyecto, al alcanzar la terminación, puede ser considerado un éxito. La tecnología adecuada aplicada al concreto hizo posible la obtención de estos resultados con HPCC, al igual que el riguroso proceso de selección

Fig. 7: Módulo de elasticidad a 28 días probado a 47.7 GPa con una desviación estándar 4.2 GPa y una variación estándar de 8.7%.



de materiales y el excelente control de calidad. Todo fue possibilitado por la sólida cooperación entre el equipo de colado de concreto seleccionado.

Actualmente, el concreto de alto comportamiento presenta grandes oportunidades para influir en la arquitectura en toda Sudamérica, así como también en el significado de la profesión de ingeniería en esa región. El diseño y la construcción que consideran el ciclo de vida y los costos de mantenimiento y el mejoramiento de la vida de servicio de las estructuras de concreto pueden maximizar la inversión, ahorrar materias primas, y elevar la autoestima del pueblo brasileño. ♻️

## RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen a Renato Giusti, presidente de la Asociación Brasileña del Cemento, por patrocinar la investigación del proyecto, y a Fernanda Pereira y Claudi Silva por su valiosa ayuda para desarrollar las pruebas y otro tipo de información. Un reconocimiento especial también para el ex presidente del ACI Terry Holland por alentar a los autores a escribir este artículo.

## REFERENCIA

1. Levy S., and Helene, P., "Curing: How, When and Why?", *Téchme*, Sao Paulo, Pini, V. 4, No. 20, Jan.-Feb. 1996, pp. 18-21.

## AUTORES

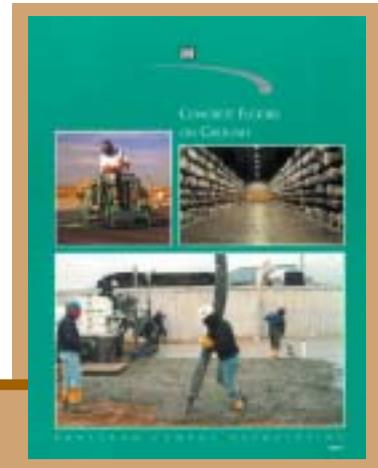
**Dr. Paulo Helene** es profesor de tiempo completo de la Universidad de Sao Paulo, Brasil, y miembro del ACI desde 1992. Es co-editor de ACI SP-187 (1999) y del ACI SP-207 (2003), ambos acerca de concreto de alto comportamiento. Ha trabajado durante 30 años en la educación, investigación y consultoría sobre materiales y estructuras de concreto. Helene también es presidente de IBRACOM (Instituto Brasileño del Concreto); presidente diputado de *fib* (CEB-FIP) Comisión 5, "Aspectos de la Vida de Servicio de una Estructura"; y presidente de Ibero-American Network sobre Rehabilitación de Estructuras de Concreto. Es miembro de otras asociaciones relacionadas con el concreto tales como ASTM International, NACE, y IABSE.

**Carine Hartman** es ingeniera civil desde 1998 y es especialista en construcción civil. Ella tiene una maestría y es estudiante de doctorado en la Universidad Politécnica de Sao Paulo, así como también miembro del IBRACOM, el Instituto Brasileño de Concreto.

\*Este artículo se publicó en diciembre del 2003 en la revista *Concrete International* y se reproduce en *Construcción y Tecnología* con el permiso de los editores.

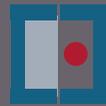
## ✓ Concrete Floors on Ground

**SE TRATA DE UN PUBLICACIÓN EN INGLÉS**, hecha para los profesionales del concreto, en la que se ponen de manifiesto las cualidades y ventajas que debe tener un piso de concreto que cumple con las mejores especificaciones y el cuidado en su construcción.



Autor: James A. Farny, PCA  
136 Págs.  
Edición 2001

En once capítulos y con fotografías a color, el volumen ofrece al lector una amplia variedad de información, desde las bases y las sub-bases y la preparaciones requerida por un piso de concreto, hasta los aspectos de planicidad, humedad, curado, los tipos de concreto a utilizar según las necesidades del cliente, agregados, fibras, tolerancias, aditivos, diseño de pisos delgados, juntas, refuerzos, tolerancia al fuego, control de grietas, acabados y pisos especiales. Sin duda, constituye una guía de consejos prácticos imprescindible en la biblioteca de los conocedores y hacedores de construcciones con concreto. 🌐



## MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN

# Se posiciona el sector

RAQUEL OCHOA



*La Inversión Fija Bruta avanzó 7.5 %, al pasar de 135 a 146 en su índice de inversión registrado entre 2003 y 2004 respectivamente. Es importante señalar que este incremento es el más sobresaliente en lo que va del periodo de Fox.*

**E**n efecto, según cifras del sistema de cuentas nacionales que elabora el INEGI, por tipo de componentes, la maquinaria y equipo total logró un crecimiento de 9.5 %, lo que representó un aumento de 14,4 puntos por arriba de su índice de inversión alcanzado en el 2003. Este desempeño reside, principalmente, en la adquisición de maquinaria y equipo de elevación, carga y descarga; de bombas, motobombas y turbo bombas; de maquinaria para la perforación de suelos; de maquinaria y equipo para acero e industrias no especificadas, de aparatos e instrumentos de medición y análisis, de máquinas centrifugadoras y secadoras,

piezas y partes para instalaciones eléctricas, receptores y transmisores, aparatos e instrumentos de medición y análisis, entre otras adquisiciones.

Por tipo de origen, la inversión en maquinaria y equipo nacional consiguió un crecimiento de 6.1 %, lo que significó un aumento de 6,6 puntos por arriba del índice obtenido en el año previo. Resaltando los componentes de maquinaria y equipo para las industrias petrolera de la construcción y explotación de minas; elevadores, grúas y similares, quemadores y calentadores; estructuras para la construcción y tractores, motores eléctricos, generadores y similares, tanques metálicos, entre otros productos. Por su parte,

## Inversión fija bruta

(Índice, base 1993=100)

Periodo	Maquinaria y equipo						Construcción			
	Total		Total		Nacional		Importado			
	Índice	Variación anual	Índice	Variación anual	Índice	Variación anual	Índice	Variación anual	Índice	Variación anual
1995	76.9	-29.1	69.8	-36.4	62.7	-36.2	76.9	-36.6	83.1	-28.0
1996	89.6	16.5	85.9	23.1	75.5	20.4	96.2	25.1	92.8	11.7
1997	108.4	21.0	115.1	34.0	98.8	30.9	131.5	36.7	102.6	10.6
1998	119.6	10.3	134.5	16.8	113.0	14.4	155.9	18.6	106.7	4.0
1999	128.8	7.7	148.3	10.3	113.7	0.7	182.9	17.3	111.9	4.9
2000	143.4	11.4	172.0	15.9	127.3	12.0	216.6	18.4	118.8	6.1
2001	135.3	-5.6	160.9	-6.4	118.5	-7.0	203.3	-6.1	113.3	-4.6
2002	134.5	-0.6	154.4	-4.0	116.1	-2.0	192.7	-5.2	117.3	3.5
2003	135.0	0.4	151.2	-2.1	109.8	-5.5	192.6	0.0	121	3.2
2004	145.1	7.5	165.6	9.5	116.4	6.1	214.7	11.5	127.4	5.3

**NOTA:** El Índice de la Inversión Fija en Construcción que aquí se presenta se refiere al gasto de inversión construcción valuado a precios de comprador, el cual incluye impuestos a los productos y margen de intermediación mientras que el indicador de la construcción que se presenta en los indicadores mensuales de la actividad industrial se refiere al producto generado por el sector de la construcción y según su valuación.

**Fuente:** INEGI.

la inversión fija en maquinaria y equipo de origen extranjero aumentó 11.5%, es decir casi cinco puntos porcentuales por arriba de la inversión nacional.

En relación con el gasto de inversión en maquinaria y equipo para la industria de la construcción, se observa un incremento en términos reales de 5.3%, con respecto al año de 2003, lo que significó un avance 6.4 puntos en su índice de inversión, al pasar de 121 a 127.4, entre 2003 y 2004 respectivamente. Es claro el avance del gasto en maquinaria y equipo

para la construcción, durante el sexenio de Fox, de un índice de inversión de 203.3 alcanzado en el 2003, se pasó a 214.7 en el 2004, es decir, 14.4 puntos más que al inicio del sexenio, lo que muestra que el sector está en recuperación.

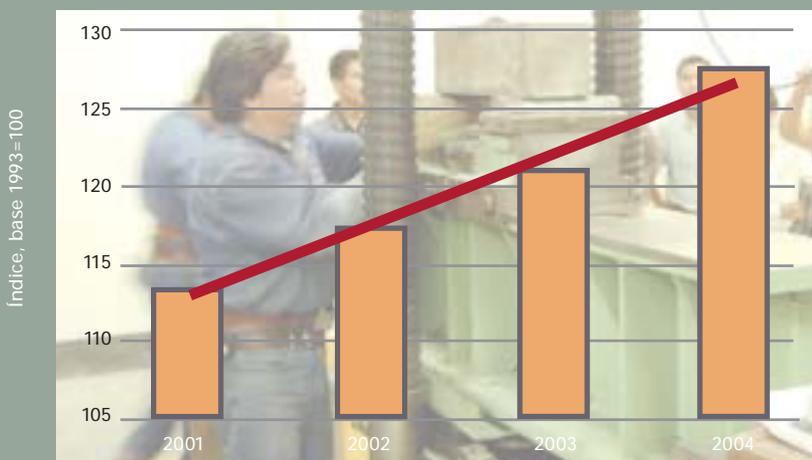
Es indiscutible la sincronización de la tendencia ascendente del sector de maquinaria y equipo con la tendencia mostrada por la construcción. En efecto, según datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, (SHCP), esta industria se ha venido consolidando como una de las más dinámicas de la actividad productiva del país, registrando un crecimiento anual de 5.6%, el más alto durante los últimos siete años. Este comportamiento se debe al mayor financiamiento en el sector de la vivienda, así como de la ejecución de obras para la industria petroquímica. Lo que permitió una generación de 374 405 plazas, lo que representó un aumento del 3% en comparación la planta laboral registrada en el 2003.

### MERCADO

No obstante la falta de datos estadísticos oficiales, la investigación realizada nos arroja: en primer lugar, que los principales productos del sector de la maquinaria y equipo para la construcción son de importación, básicamente de Estados Uni-

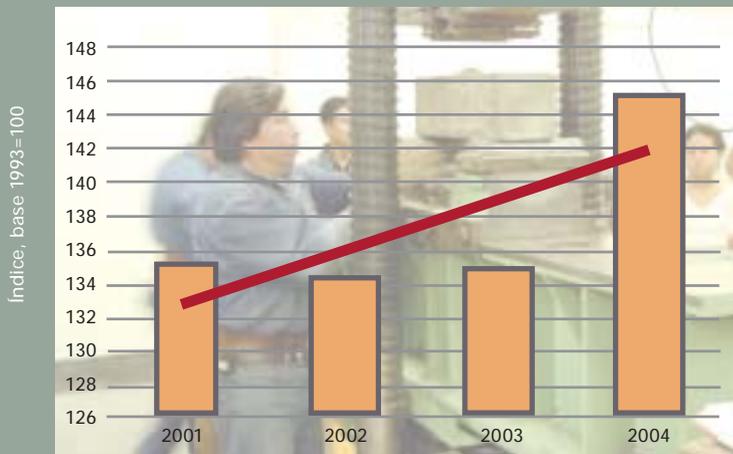
## Inversión fija bruta de la construcción

Sexenio foxista

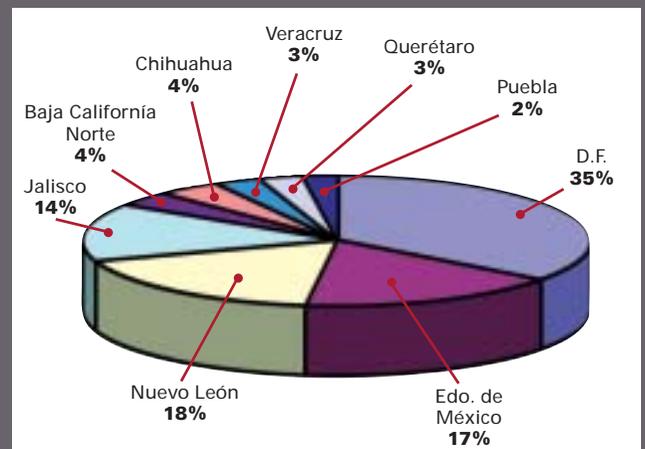


## Inversión fija bruta

Sexenio foxista



## Estados que concentran a las empresas de maquinaria y equipo para construcción



dos. En segundo, que los empresarios del sector de origen nacional también se han visto favorecidos por la tendencia ascendente del mercado.

En la actualidad, el mercado de maquinaria y equipo para la construcción al por mayor cuenta con 2 246 empresas, según cifras del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM), las cuales se concentran principalmente en cuatro entidades federativas: Distrito Federal, 35%; Nuevo León, 18%; Estado de México, 17%, Jalisco, 14%. Su participación dentro del mercado de la maquinaria y equipo para la construcción varía según la región y tipo de producto. A nivel de competencia dentro del mercado nacional, se podría decir que se da, esencialmente en la actividad de la distribución y comercialización. No obstante, el mercado cuenta con algunos fabricantes directos. Es importante señalar que, en los últimos años, se ha incorporado, en el sector de maquinaria y equipo para la construcción, la tecnología de punta, lo que ha permitido una fuerte disminución de los costos de producción y un aumento en la eficiencia y actividad productiva. De tal suerte que, se han logrado modificaciones sustanciales en la relación

de la fuerza de trabajo y el tiempo de ejecución de la obra.

Por el lado de los principales productos demandados se encuentran las: cargadoras, palas mecánicas, excavadoras, topadoras frontales, niveladoras, traillas, autopulsadoras, cortadoras y arrancadoras, máquinas para túneles o galerías, rodillos apisonadores, revoladoras de concreto, cortadoras de concreto, etc. En relación con las marcas líderes del mercado se pueden mencionar: Bridgestone, Firestone y Monarch Caterpillar, Caterpillar Case, Volvo, John Deere y Komatsu, Yale, Hyster, Clark y Toyota, entre otras.

Sin lugar a dudas, la perspectiva del crecimiento del sector de la maquinaria y equipo para la industria de la construcción es favorable, todo en sincronía con el desempeño de la industria de la construcción a nivel nacional, no obstante, entre los factores que pueden inhibir el crecimiento de este sector está la falta de reformas estructurales. ☺

### JOHN DEERE

Contáctanos con sucursales en:  
San Luis Potosí  
Monterrey, DF  
Puebla  
Toluca  
Hidalgo

**VENTA - RENTA**  
**VENTA DE EQUIPO USADO**  
**REFACCIONES - SERVICIO**

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

**MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN**

- Cargadores Compactos
- Retroexcavadoras
- Excavadoras
- Cargador Frontal
- Cargador sobre orugas
- Tractores sobre orugas
- Camiones fuera de carretera



<http://www.archidose.org/>  
<http://archidose.blogspot.com/>



<http://trytools.org/>

## ➤ RESPLANDORES EN LA WEB

¿QUIERE RECIBIR UNA DOSIS semanal de arquitectura? ¿Quiere enterarse de cómo están compitiendo las vanguardias en el universo de la construcción? ¿Quiere darle una resanadita a su fachada de cultura arquitectónica? Fácil. Concurra a Archidose.org, es decir, a las dos direcciones electrónicas recomendadas arriba, y sin perder mucho tiempo entérese de lo último que está pasando en el entramado de las nuevas ideas y formas arquitectónicas que impactan en el mundo de la cultura.

La dosis semanal revisa una por una las obras contemporáneas más llamativas y enfoca los artículos y conceptos que están detrás de ellas. Todos los lunes, para que lo anote en su agenda, aparece este panorama, con los archivos de otras dosis, mostrando hasta donde se atreven los grandes, y no tan grandes, arquitectos e ingenieros del mundo.

Una de las particularidades de este sitio, además, es el enjambre de conexiones significativas con otras páginas de internet, y por si no bastara, el sitio recomienda libros, y los comenta, como lo hace ahora con el último ensayo del gran teórico de la arquitectura y el urbanismo Christopher Alexander, con su *A Pattern Language*, con el que completa los cuatro volúmenes en donde vacía su exploración exhaustiva de más de 30 años.

A menos que indique lo contrario, la mayor parte de los artículos son firmados por John Hill, un graduado de arquitectura por la Universidad de Kansas, quien vive y trabaja en la actualidad en Chicago. ☺

## ➤ VOCACIONES ENCAUZADAS

HAY ALGUNAS DIRECCIONES electrónicas que además de informativas son formativas, de paso, entretenidas. De hecho, las hay para orientar a los jóvenes que dudan de su futuro hacia la ingeniería, que es una de las carreras más prestigiadas entre los estadounidenses. La *Associated Builders and Contractor, ABC*, acaba de lanzar hace poco su sitio: *Try Tools Web*, en donde esclarece las actividades y metas que se fijan los profesionales de la construcción, con numerosos ejemplos e ilustraciones sobre las oportunidades de la carrera en la industria de la construcción, con recursos educacionales que pueden aprovechar tanto los estudiantes de secundaria y preparatoria, como sus padres y profesores.

Desde la perspectiva de Kirk Pickerel, presidente y CEO de *ABC*, “la de la construcción es una excelente opción para los jóvenes, por lo que el sitio *Try Tools Web* resulta un medio informativo estimulante para estudiantes de todas las edades ya que muestra los múltiples campos de esta profesión”. La herramienta en línea propone un recorrido por esa variedad de ámbitos que, ciertamente, enriquecen a la carrera de ingeniería. El espacio virtual contiene actividades relacionadas con la construcción, así como un acceso a las características de los materiales, como el concreto, por ejemplo. ☺



## Productos partidos

**ESTOS PRODUCTOS** se pueden utilizar en residencias, instalaciones comerciales, muros de contención y paredes acústicas, entre otras.

Se dispone de una amplia gama de opciones de color, tamaños y patrones lo que hace posible crear cualquier efecto deseado.

No requieren de mantenimiento. ☺

### Informes:

Procon

Productores de Concreto de Aguascalientes

Tel. y fax: 01 (449) 978 48 33

9784 495

9784 833

## Receptor GPS

**EQUIPOS TOPOGRÁFICOS** del Sureste ofrece ZXtreme es un receptor GPS a prueba de agua, de doble frecuencia, diseñado para proporcionar a los geodestas posiciones efectivas de precisión centimétrica en una gran variedad de configuraciones del sistema. ☺



### Informes:

01 800 3747 0530

01 (2) 810 3634

01 (2) 810 3225

## > Los tradicionalistas

5ª Parte

**H**asta aquí hemos contado la parte amable del triunfo de las imágenes de las cementeras que marcaban el fin de una corriente pictorialista, cuyos integrantes eran fotógrafos formados muchos de ellos en el fotorealismo de la Revolución Mexicana (Jesús H. Abitia, H.J. Gutiérrez, Antonio Garduño). En mucho debido a esto, o por haber sido excluidos con sus tradicionales temáticas, es que se da su rechazo a los premios de los Álvarez Bravo, Jiménez y Aurora Eugenia Latapi. Aunque desde luego también porque las imágenes ganadoras se vuelven desconcertantes, en su novedad, para las esquemáticas visiones que todavía querían predominar.

Pero también había otros motivos. La Asociación de Fotógrafos de México era en su momento una agrupación poderosa, toda abarcadora de la cultura fotográfica de esos años. La misma, con Antonio Garduño a la

cabeza, había organizado en agosto de 1929 el Primer salón Mexicano de Fotografía en donde, desde luego, sus mejores agremiados habían llevado los más importantes premios, Modotti y Manuel Álvarez Bravo sólo por una amable inclusión aparecieron por ahí; o sea, premios para los que trabajaban los contraluces, la imagen difuminada, los agradables paisajes; nada de “fotografías raras que vienen en los magazines”, como lo señala un editorial de la época.

Esta asociación, dentro de las páginas de su revista Helios diciembre de 1931, también lanzó un duro ataque a una exposición que en conjunto habían realizado Jiménez y Latapi en noviembre de ese año; y en donde se decía, otra vez, que todo era “copia e imitación de Weston y Modotti”. Pero en el fondo lo que sucedía era que los tiempos de una vanguardia se estaban afincando en la fotografía mexicana, ante la incompreensión de esa generación que todavía vivía en el pasado.

En una vanguardia en la que el cemento y el concreto mucho tenían que decir. ☺

**Fuente:** Alquimia, Sistema Nacional de Fototecas. Año 3, núm 7. Sep-dic/1999

### > Índice de anunciantes

CEMEX Concretos	2ª de forros	VS Control Total	40
Cementos Moctezuma	3a de forros	Arteck	41
Eucomex	4a de forros	CMIC Expo Tijuana	53
WOC Conferencias IMCYC	3		
Programa de Conferencias WOC-IMCYC	5	Construmercado	54 y 55
World of Concrete Mexico 2005	7	Consorcio de Andamiaje	
Sika Mexicana	20 y 21	Controls	
Gimtrack	27	Icopsa	
Volvo Trucks	28 y 29	José Rosemberg	
		Ram International	
Reportajes Técnicos Publicitarios	37	Teresa Graniel	
Autodesk	38 y 39		

En la revista **Construcción y Tecnología** toda correspondencia debe dirigirse al editor. Bajo la absoluta responsabilidad de los autores, se respetan escrupulosamente las ideas, los puntos de vista y las 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, 01020, México D.F., teléfono 56 62 06 06, fax 56 61 32 82. Precio del ejemplar \$35.00 MN. Suscripción para el extranjero \$80.00 U.SD. Números sueltos o atrasados \$45.00 MN. (\$4.50 U.SD). Tiraje: 10,000 ejemplares. Impresa en Litografía I.M. de México S.A. de C.V. Teléfono: 5689 7699.