

# CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO

Volumen 2 • Número 6 • Septiembre 2012

www.imcyc.com • ISSN: 0187 - 7895



Puebla  
renueva  
pavimentos



# En el mes patrio

**E**n este mes de septiembre todos los mexicanos celebramos no sólo los acontecimientos de la Independencia realizada en el siglo XIX, sino muchas otras acciones históricas vinculadas a la conformación de la identidad mexicana. Es un mes que nos hace reflexionar sobre lo que somos, y sobre todo, hacia dónde queremos llegar para lograr un México mejor.

Por esta razón, en nuestro Artículo de Portada, presentamos una de las más recientes obras de pavimentación realizadas con concreto (hidráulico), la cual tuvo lugar en la ciudad de Puebla, capital que buscó festejar de muchas maneras una de las gestas heroicas más importantes en la historia de nuestro país: La Batalla del 5 de Mayo, en la cual, al mando del general Ignacio Zaragoza, las tropas mexicanas se llenaron de gloria. Hoy, la urbe angelopolitana nuevamente se enorgullece, en este caso, de contar con vialidades más seguras y duraderas las cuales, sin duda alguna, ya están beneficiando a los que las transitan.

Otro artículo que se une a los festejos septembrinos es el que presentamos sobre el Distribuidor Vial Emiliano Zapata, ubicado en la capital del estado de Morelos. Se trata de una obra de infraestructura urbana que busca solucionar añejos problemas de tránsito. Así, entre las enormes ballenas de concreto prefabricado, cabalga aún el Centauro del sur, el gran Emiliano Zapata. A todos nuestros lectores, les deseamos un gran mes de septiembre; pleno de reflexión sobre nuestra identidad mexicana y sobre lo que todos, en conjunto, aportamos a nuestro país. ¡Viva México! **c**

**Los editores**

# Participa en el gremio de los Ingenieros Civiles



60 ANIVERSARIO



**El Colegio de Ingenieros Civiles  
de México, A.C.  
quiere establecer comunicación contigo**

Si ejerces la profesión, eres pasante  
o estudiante de la carrera, nos interesa ayudarte  
en tu desarrollo profesional

Conoce las oportunidades y servicios  
que te brinda nuestro colegio

## Envíanos tus datos a:

[membresia@cicm.org.mx](mailto:membresia@cicm.org.mx)

5606 2323 • 5606 2923 • 5606 4798 • 5606 2673  
Ext. 103

[www.cicm.org.mx](http://www.cicm.org.mx)

Camino Santa Teresa No. 187  
Col. Parque del Pedregal, Tlalpan  
México D.F. C.P. 14010



Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.

60 ANIVERSARIO



# ¿Quiénes ganarán?

**Y**a se dieron a conocer los finalistas para el XXI Premio Obras CEMEX, galardón que será entregado, como ya es toda una tradición, a fines de octubre en la ciudad de Monterrey en solemne ceremonia. Como sabemos, el Premio Obras CEMEX es un concurso creado y organizado por esta cementera, la cual cada año busca distinguir a lo mejor de la construcción en México y en el mundo. A través de este certamen, CEMEX busca fomentar la cultura de la innovación continua en la construcción, reconociendo el talento de todos aquellos que hacen posible, tan importantes obras.

Entre las obras que están compitiendo en esta XXI edición están: la Casa Briones, en Xalapa, Veracruz; la Villa Tercer Milenio, ubicada en Villahermosa, Tabasco; el Conjunto OB (residencial), en San Bruno, Yucatán; el kínder Álamos, ubicado en Querétaro; el Albergue para Estudiantes de la Universidad Autónoma de Zacatecas; la Nave industrial con oficinas y servicios para la producción de químicos de limpieza, localizada en Toluca, Estado de México; el Proyecto hidroagrícola de Michoacán; la Planta de tratamiento *El Ahogado*, en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, entre otras notables edificaciones. A todos los concursantes, les deseamos un gran éxito en la XXI edición de éste importante premio. **C**

Con información de: [www.cemex.com](http://www.cemex.com)



Casa Briones, Xalapa, Ver.



Albergue para estudiantes, Universidad Autónoma de Zacatecas.



Conjunto OB, San Bruno, Yucatán.





Kínder Álamos, Querétaro, Qto.



Nave industrial, Toluca, Estado de México.



Proyecto Hidroagrícola, Múgica, Michoacán.

## Convenios con escuelas

La Escuela de Arquitectura de la Universidad Europea de Madrid, firmó un convenio de colaboración con la Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón (Andece), con el fin de realizar actividades de formación, asesoramiento e investigación de forma conjunta. Entre las actividades planteadas están: la organización de jornadas y seminarios, el desarrollo de estudios y proyectos de investigación vinculados a la industria del prefabricado de concreto, así como al intercambio de información y documentación entre ambas entidades.

Este convenio también permite a los estudiantes de la universidad realizar prácticas en las empresas asociadas a

Andece, principal representante del sector de la industria del prefabricado de concreto en España. Cabe subrayar que con esta iniciativa, la Universidad Euro-



pea de Madrid refuerza sus vínculos con el mundo profesional con el propósito de acercar a sus estudiantes las últimas tendencias del panorama laboral y ayudarles a establecer lazos con los principales protagonistas del sector. Así lo señaló Mercedes Hernández, responsable del Área de Edificación de la Escuela de Arquitectura, quien expresó que: "ya son más de 3 mil las empresas e instituciones de múltiples sectores profesionales con los que mantenemos alianzas. Nuestro objetivo es que nuestros estudiantes tengan contacto con el mundo laboral desde el primer día y, así, se incorporen a él con éxito". Por su parte, Sonia Fernández Ayala, directora de Andece, afirmó que el convenio será fructífero para ambas partes. **c**

**Con información de:**

**[www.construarea.com](http://www.construarea.com)**

## Expo Construcción Oaxaca

**A** mediados de julio tuvo lugar la Expo Construcción CMIC, celebrada en Oaxaca, organizada por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción Delegación Oaxaca. Se trató de un espacio idóneo para la difusión, fortalecimiento y la competitividad de las empresas proveedoras y líderes del sector de la infraestructura presentando productos de vanguardia. Esto quedó confirmado con las más de 220 marcas que conformaron la Expo.

En el marco de este evento y la puesta en marcha del Foro de Difusión de la Agenda de la Infraestructura de la Delegación CMIC Oaxaca, el gobernador del Estado, Lic. Gabino Cué Monteagudo señaló que la CMIC y en especial su Delegación Oaxaca, constituyen uno de los referentes más importantes y claves para la planeación del desarrollo de la infraestructura local. El gobernador añadió que la experiencia ahí concentrada es un referente obligado para sacar adelante el desarrollo económico sustentable de la entidad. Afirmó también que la obra que se realiza en Oaxaca es realizada con constructores profesionales pertenecientes a la CMIC. Asimismo, aseguró que su gobierno tendrá como prioridad trabajar con los afiliados a la CMIC.

Por su parte, el Presidente Nacional de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, el ing. Luis Zárate Rocha, subrayó que durante el gobierno del Lic. Gabino Cué Monteagudo, la obra pública, privada y social que se ha realizado y se continúa haciendo en el estado, se ha caracterizado por procesos integrales que van desde la planeación y el proyecto ejecutivo, a la conclusión y la certificación del beneficio social de dicha obra. Zárate Rocha esbozó algunas propuestas para dar continuidad a lo que hasta ahora se ha venido realizando en el estado, como lo son la instalación de un Consejo para la Infraestructura de Oaxaca, la instrumentación de mecanismos que estimulen el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas de la construcción, el fortalecimiento de los programas de movilidad urbana, de rescate de espacios y de cuidado al medio ambiente, así como el seguir desarrollando una infraestructura que además de atender las necesidades de agua potable y del saneamiento de ésta, genere una cultura del agua entre los oaxaqueños. Finalmente, el Presidente de la Delegación CMIC Oaxaca, el ing. José Manuel Pérez Noyola, destacó las propuestas básicas de la CMIC para instrumentar políticas públicas integrales que impulsen el crecimiento y bienestar de los mexicanos. **C**

**Con información de: CMIC.**

## Importantes productos

**H**olcim España ha puesto en el mercado español, una nueva gama de soluciones para la ejecución de explanadas. Se trata de los ligantes hidráulicos Liga-Roc<sup>®</sup>, los cuales resultan una innovadora solución la cual también resulta bastante rentable y sustentables para la adecuación de explanadas en todas las capas, desde la zona del núcleo (capa más inferior del suelo) hasta en el asiento del firme (parte más superficial del suelo).

Con el fin de acomodarse a las necesidades de los clientes, Liga-Roc<sup>®</sup> ofrece varias alternativas. Liga-Roc<sup>®</sup> genérico, indicado para una amplia variedad de suelos, así como Liga-Roc<sup>®</sup> Arcillas, específico para suelos plásticos o Liga-Roc<sup>®</sup> Yesos, indicado para suelos con presencia de yesos. No obstante que se trata de un producto nuevo en España, Holcim cuenta con una sólida experiencia de más de 30 años en aplicación de ligantes hidráulicos en diversos proyectos en todo el mundo, lo que garantiza exitosos resultados si se utiliza este tipo de productos. Por cierto, Liga-Roc<sup>®</sup> se ha aplicado con éxito en el Aeropuerto de Zurich (Suiza) o en la línea de ferrocarril de alta velocidad que une París con Metz.

### Ventajas de Liga-Roc<sup>®</sup>

La gama de productos Liga-Roc<sup>®</sup> ofrecen toda una serie de ventajas, tanto económicas, como técnicas y medioambientales. Entre las ventajas económicas que tienen, destacan el ahorro en el transporte de materiales, la reducción de la capa de firme y la mayor durabilidad, lo que repercute en una menor necesidad de mantenimiento, con el consiguiente ahorro monetario. Respecto a las ventajas técnicas, destaca que se trata de un producto terminado listo para su uso, al tiempo que mejora tanto la resistencia a las heladas y a la erosión como el favorecer las condiciones de compactabilidad.

En cuanto a las ventajas medioambientales, destaca que el producto permite la protección de los recursos naturales con un mínimo impacto, ya que se mejora la huella de CO<sub>2</sub> frente a otras soluciones. Sin duda, con Liga-Roc<sup>®</sup> Holcim pone en el mercado un producto de gran calidad que cuenta con el *know-how* de una compañía multinacional que le ofrecerá un soporte técnico durante todo el proceso. **C**

**Con información de: [www.holcim.es](http://www.holcim.es)**

## Les informamos

En torno al artículo que presentamos en la sección Ingeniería de este mes, "El 'Creep' en el concreto: Factores que influyen en su desarrollo", cabe mencionar que los días 25 y 26 de octubre próximo tendremos en el IMCYC el curso "Flujo plástico y efectos de la contracción en la estructuras de concreto". Mayores informes: [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

# Recordando nuestra infancia

¿Quién en su infancia no jugó con el Lego? Quizás a ese juego muchos arquitectos e ingenieros le deban el haber descubierto su vocación por construir. El Lego, sin duda alguna, marcó toda una época y aún en la actualidad, podemos decir que es de esos juegos que, creemos, nunca pasaran de moda por el simple hecho que a todos, nos gusta crear.

Basado en este gran juego, la arquitecta Tara Ketchum, del despacho Studio 1015, decidió darle otra forma al concreto y creó unos ladrillos tipo "Lego". Los llamados Concrete Building Block conservan la forma de las piezas originales de plástico, sólo que hechas con concreto y obviamente, mucho más grandes. Su creadora considera que debido a la naturaleza del material del "ladrillo", éstos tienen su propio color y textura única. En Europa, estas piezas Lego de concreto se pueden adquirir en paquetes de seis unidades y cuestan 6.10 euros (el paquete). Así, con estas piezas, vemos una forma más de cómo el concreto, en su infinita transmutación, puede ofrecer a los que, como nosotros, somos sus seguidores. c

Foto: [www.portafolioblog.com](http://www.portafolioblog.com)



## Concreto hidráulico en San Salvador

En los últimos diez años en la República de El Salvador se ha dado un repunte en la construcción de pavimentos en los cuales está presente el concreto hidráulico. En este sentido, hace una década había 0.9% construido con este material mientras que en la actualidad, hay un 14%, aumentando además así, los niveles de calidad en la construcción.

Obras como la autopista San Salvador-Comalapa-Aeropuerto Internacional, de las iniciadoras hace 10 años de repunte, sigue mostrando la calidad de su construcción a una década de haber sido ejecutada. En este sentido, Carlos Quintanilla, asesor técnico del Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto (ISCyC) consideró que en 20 años, esta carretera "habrá incrementado su deterioro dentro de un contexto normal o esperado dentro de un pavimento de concreto hidráulico". Para el especialista salvadoreño "se han desarrollado proyectos en donde el pavimento de concreto hidráulico ha resultado favorablemente económico".

Sobre el concreto, expresó también el directivo que las estructuras de concreto tienen mayor durabilidad por la naturaleza del material", al tiempo que han presentado mayor resistencia ante los fenómenos hidrometeorológicos de los años recientes. Asimismo, aseguró que la cantidad de proyectos ejecutados con este material, demuestra que el concreto hidráulico puede tener un costo de construcción igual o menor a las soluciones de tipo flexible, dado que este último, por ejemplo, requiere de un mantenimiento especial para que tenga durabilidad. c

Con información de: [www.tangomail.net](http://www.tangomail.net)

## Calendario de actividades

Septiembre de 2012

**Nombre:** Bitácora profesional de obra.

**Fechas:** 3 de septiembre.

**Lugar:** Auditorio IMCYC.

**Tel.** (55) 5322 5740-230

(Lic. Verónica Andrade).

**Correo electrónico:**

[cursos@mail.imcyc.com](mailto:cursos@mail.imcyc.com)

**Página web:** [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

**Nombre:** Taller de diseño de pavimentos de concreto

**Fechas:** 11 y 12 de septiembre.

**Lugar:** Auditorio IMCYC.

**Tel.** (55) 5322 5740-230

(Lic. Verónica Andrade).

**Correo electrónico:**

[cursos@mail.imcyc.com](mailto:cursos@mail.imcyc.com)

**Página web:** [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

**Nombre:** Hábitat 2012.

**Feria Inmobiliaria**

**Lugar:** Guayaquil, Ecuador.

**Fechas:** 11 al 16 de septiembre.

**Página web:** [www.expoplaza.ec](http://www.expoplaza.ec)

**Nombre:** Congreso AMCI

**Expo Concreto.**

**Fechas:** 12 al 14 de septiembre.

**Lugar:** Expo Bancomer, Santa Fe, México, DF.

**Página web:**

[www.expoconcreto.com.mx](http://www.expoconcreto.com.mx)

**Nombre:** Baltic Build 2012

**Feria de la Construcción.**

**Lugar:** San Petesburgo, Rusia.

**Fechas:** 12 al 14 de septiembre.

**Página:**

<http://balticbuild.primexpo.ru/en/>

PERMEABILIDAD

# Permeabilidad del concreto en ambiente marino sumergido

2<sup>da</sup> parte.

Como se comentó en la primera parte de este documento, se evalúan algunos aspectos de la durabilidad de cajones portuarios continuamente sumergidos, en los que queda únicamente a la vista la viga cantil sobre cada cajón, que a su vez forma la plataforma del muelle sin resultar objeto del estudio.

Dada la dificultad que tiene la extracción de testigos bajo el mar, se planificaron las extracciones verticales desde la viga cantil. En cada uno de los cajones estudiados (3 por muelle) fueron realizadas dos extracciones verticales de 10 cm de diámetro y 3 m de longitud, excepto en uno de los cajones del Muelle B, en donde sólo se extrajo un espécimen, por lo que se dispone de 6 especímenes en el Muelle A, y 5 en el B.

Por tratarse de determinar el perfil de penetración de cloruros en cada cajón, la primera extracción se intentó ubicar justo detrás de la armadura más próxima al paramento en contacto con el agua de mar; la segunda se situó a continuación, solapándose 2 cm con la anterior. Cabe decir que en los testigos del Muelle A se cortaron tres probetas de 12 cm de longitud (7 cm para el Muelle B, salvo una de 11 cm para el ensayo de resistencia) para realizar ensayos de resistencia a compresión y medir velocidades de pulso ultrasónico. También se estima la porosidad, la absorción, y la penetración de agua y de ascensión capilar.

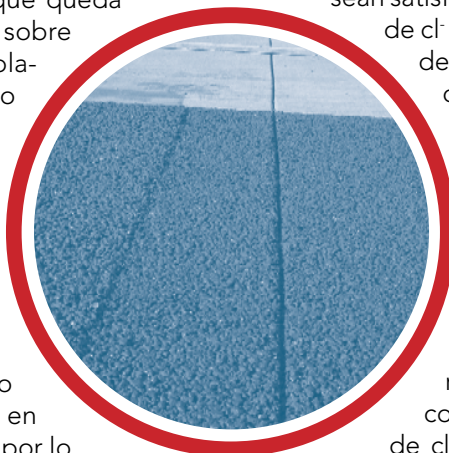
A partir de los datos de la profundidad de penetración máxima de agua y de la porosidad abierta del concreto, se realizó una estimación del coeficiente de permeabilidad; según la ecuación desarrollada por Valenta (1970). El análisis de la penetración de cloruros se suele realizar mediante

la determinación del perfil de penetración que se obtiene analizando químicamente, según la norma ASTM C1152, el contenido de cloruros de muestras de concreto tomadas a diferentes profundidades.

En los testigos extraídos se corta una "rodaja" de 10 cm para realizar los ensayos de determinación de cloruros (cl<sup>-</sup>), en los que son realizados, a su vez, 3 cortes longitudinales paralelos al paramento en contacto con el mar, obteniéndose 4 muestras de 2 cm de espesor y 10 cm de longitud, con las que se realizan los análisis químicos. En general, en los muelles estudiados, aunque la resistencia del concreto y la velocidad de pulso ultrasónico resultaron elevadas, se observa que el concreto contiene una elevada porosidad que induce a que los resultados de los ensayos de durabilidad, no sean satisfactorios. Los análisis de concentración de cl<sup>-</sup> indican que para evitar la penetración de cl<sup>-</sup>, es necesario alcanzar calidades del concreto muy buenas.

Los concretos estudiados habían sido curados con agua de mar; pero el efecto de la mayor penetración de cl<sup>-</sup> inicial parece desaparecer con el tiempo, según los resultados de otros ensayos que actualmente se están realizando. Sin embargo, la inspección visual de las armaduras indicó que no hubo síntomas de corrosión a pesar de que el contenido de cl<sup>-</sup>, a esa profundidad, sea superior al 0.4% que indican muchas de las normativas internacionales, debido a que el acceso de oxígeno hasta las armaduras resulta escaso, al encontrarse el concreto totalmente sumergido en el agua. Por tanto, en ambiente marino sumergido el contenido crítico de cl<sup>-</sup> que supone el inicio de la corrosión debe ser bastante mayor a 0.4%, y según los datos obtenidos para el Muelle B, al menos superior al 1.34% en peso de cemento. De acuerdo con estos resultados, es posible que en ambiente marino sumergido sea suficiente un concreto tipo H-25; mientras que para los ambientes marinos y atmosféricos, en donde sí hay una exposición mayor al oxígeno atmosférico, se necesita utilizar concretos de mayor calidad. c

**Referencia:** Bermúdez Odriozola M. Á.; Alaejos Gutiérrez P., "Permeabilidad a los cloruros del hormigón armado situado en ambiente marino sumergido", en *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 22, núm. 1, abril 2007 ([www.ing.puc.cl/ric](http://www.ing.puc.cl/ric)).





## RASCACIELOS

# El futuro de los grandes edificios

**D**e acuerdo con una investigación desarrollada por Emporis (una de las principales compañías en el mundo destinadas a proveer información asociada a datos de edificios y de proyectos de construcción, <http://www.emporis.com>), una serie de nuevas súper torres eclipsará a los edificios actualmente existentes en la élite del club que agrupa a las grandes torres actualmente existentes.

Increíblemente el décimo edificio más alto de los actualmente en construcción, la torre *Busan Lotte Town*, en construcción en Corea del Sur (que tendrá una altura de 510 metros); llegará a tener más altura que la edificación que actualmente ocupa el segundo lugar entre los edificios más altos del mundo; es decir, la torre *Taipei 101* localizada en Taiwán y que exhibe una altura de 508 metros.

Nueve de los diez futuros rascacielos "súper altos" se encuentran en Asia. El *Burj Dubai*, ubicado en el Medio Oriente, seguirá siendo el edificio más alto del mundo con 828 m. A continuación, en la futura lista de los diez edificios más altos se ubicarán una serie de elevadas edificaciones que se construyen en China y Corea del Sur, en números de 6 y 2 respectivamente.

Kohn Pedersen Fox (KPF) diseñó el Centro Internacional de Finanzas *Ping An*, en Shenzhén, ciudad localizada al sur de la provincia de Cantón, que con 116 pisos tendrá una altura de 648 metros de altura. Una vez culminado este edificio en el año 2015, será el segundo edificio más alto del mundo.

Las otras grandes edificaciones a terminarse en China en los próximos años son: la torre *Shanghai*, diseñada por Gensler, a terminarse en el año 2014 y que tendrá una altura de 632 metros; el edificio *Golding Finanzas 117*, a terminarse en el año 2015, con una altura de 597 metros y a cargo

de la compañía P&T Architects&Engineers; el edificio *Centro Chow Tai Fook*, diseñado también por la compañía Kohn Pedersen Fox, el cual, con 530 metros de altura se planea culminar en el año 2016. Por último, la torre de 530 metros de altura *CTF Tianjin*, diseñada por Skidmore, Owings&Merill (SOM), que espera ser terminado en el año 2015.

Respecto a los rascacielos de Corea del Sur se comenta que se trata de las torres *Lotte World* y *Busan Lotte Town*, a culminarse en el 2014 y en el 2016, respectivamente. La primera, diseñada por Kohn Pedersen Fox, tendrá una altura de 556 metros, y la segunda, bajo el diseño de SOM, tendrá una altura de 510 metros. Por su parte,

en Arabia Saudita ya se encuentra casi lista la que en el futuro será la tercera edificación más alta del mundo: la torre *Makkah Clock Royal*; que tendrá una altura de 601 metros y tendrá vistas a La Kaaba, uno de los lugares más sagrados del Islam.

El único rascacielos (actualmente en construcción en el hemisferio norte) con más de 500 metros de altura, es el Centro *World Trade Center* que se ubica en el Bajo Manhattan, en Nueva York. Esta edificación está considerada para terminarse en el 2013. Tendrá una altura de 541 metros ya también es un proyecto de Skidmore, Owings&Merill.

Tal y como se aprecia de lo anteriormente expuesto, Skidmore, Owings&Merill y Kohn Pedersen Fox resultan ser actualmente los líderes en la construcción de edificios rascacielos a nivel mundial. Entre ambas compañías construyen seis de las diez grandes construcciones del futuro. Cabe decir que otros dos proyectos que actualmente esperan su turno para ser construidos y engrosar también la lista de los más altos del mundo son: la torre *India*, en Mumbai (Foster+Partners) y la torre *Pentominium*, en Dubai (Despacho Aedas). La primera de 720 metros de altura y la segunda de 516 metros. **C**

**Referencia:** Texto adaptado y traducido de: "Under construction: 9 of the 10 tallest buildings in history". Publicado en: *The Architect's Journal*, julio de 2012. (<http://www.architectsjournal.co.uk/news>).



CONCRETO RECICLADO

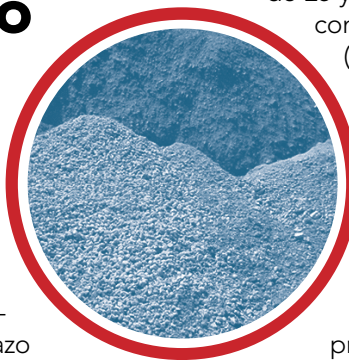
## Reciclados de concreto como agregado grueso

La utilización de desechos de construcción y demolición ha adquirido un gran impulso a nivel internacional, como consecuencia del incremento de los grandes volúmenes generados durante las últimas décadas. En el caso particular del reciclado de concretos viejos para su empleo como agregados en la elaboración de nuevos concretos (en reemplazo parcial o total del agregado grueso natural), el hecho adquiere mayor relevancia debido a que en muchos casos tiene lugar un agotamiento de las fuentes no renovables de agregados.

Una fuente habitual de generación de desechos que no ha sido tomada en cuenta como debiera, la constituyen los sobrantes del concreto de camiones hormigoneras. En estos casos, no es difícil que se conozcan las propiedades de los materiales con que fueron elaborados, así como los niveles de resistencia; sin embargo, debe de considerarse que las características de estos sobrantes, pueden verse modificadas. Lo anterior se debe, entre otras cosas, a la prolongada permanencia dentro del camión, así como a la falta de tratamiento durante y posterior a la colocación (por ejemplo, en la compactación y en el curado); lo que conduce a un concreto de menor calidad.

Con estos antecedentes, en La Plata (Argentina) se desarrolló una investigación encaminada a evaluar las propiedades mecánicas de concretos con reciclados, en los que se reemplaza 25, 50 y 75% en volumen del agregado grueso natural por agregado grueso reciclado (AGR) obtenido de la trituración de sobrantes de concreto convencional, previamente elaborado en una planta concretera. Algunos de los aspectos relevantes de la investigación de referencia, se presentan a continuación en este escrito.

En el estudio se demuestra que el AGR presenta una mayor absorción de agua y menor densidad que el agregado granítico natural que se usa originalmente, lo que se atribuye al mortero que forma parte de su composición. Con relación a los pesos volumétricos determinados en cada uno de los concretos recicla-



dos, se verifica que estos disminuyen a medida que se incrementa el porcentaje de AGR.

Con el propósito de caracterizar las propiedades de resistencia y rigidez de los concretos con reciclados, se moldearon probetas, y fueron realizados ensayos físico-mecánicos a la edad de 28 días, en donde se obtuvo que los concretos con sustitución de 25 y 50 % presentaron un nivel de resistencia a compresión similar al del concreto sobrante (aproximadamente un 9% menor). En el caso del concreto elaborado con una sustitución del 75%, la disminución fue del 19%.

Las diferencias en las resistencias son atribuibles a que al incrementar el porcentaje de reemplazo del agregado natural por el AGR, se demanda un extra de agua, en función de la absorción del material, para compensar la pérdida de revenimiento que podría haberse producido. Por esta razón, la relación agua-cemento (a/c) efectiva que teóricamente era igual en los tres concretos con AGR, se puede incrementar (en función de la cantidad de agua que el AGR pueda absorber), lo que dependerá de la posibilidad de que éste entre en contacto directo con el agua de mezclado o con el mortero del concreto. De acuerdo con lo anterior, es posible establecer que las diferencias observadas en los valores de resistencia pueden ser atribuidas, al menos en parte, al posible incremento de la a/c.

En relación al módulo de elasticidad estático de los concretos con AGR, se observa una disminución del mismo conforme se incrementa el porcentaje de estos en la mezcla; lo que es atribuido a la menor rigidez (mayor deformabilidad) de los AGR, como consecuencia del contenido de mortero del viejo concreto.

Considerando los resultados obtenidos en este estudio respecto a la utilización de AGR procedentes de la trituración de concretos sobrantes procedentes de camiones hormigoneras; para la elaboración de nuevos concretos, se indica que es una alternativa de sumo interés. Esta alternativa puede permitir la eliminación del sobrante, lo que conduciría al logro de una menor contaminación y a la reducción en el costo del nuevo concreto; que a su vez podría llegar a tener niveles aceptables de resistencia y rigidez, respecto a los que se suelen tener en los concretos convencionales. **C**

**Referencia:** Zega, C., Falcone, D.; Di Maio, A. "Hormigones elaborados con reciclados de sobrantes de hormigones de mixer", en *Hormigonar: Revista de la Asociación Argentina del Hormigón Elaborado*, núm. 13, diciembre de 2007.

## ADICIONES

# Residuos agrícolas como materiales puzolánicos

**E**s innegable el papel que ha jugado el cemento en la historia de la humanidad; sobre todo el cemento Portland con cuyo descubrimiento se abrió una nueva era en la industria de materiales de construcción. Sin embargo, en la actualidad han aparecido algunos cuestionamientos en el empleo de este material, asociados principalmente al impacto ambiental que genera su producción y uso extensivo.

Algunas de las maneras de atenuar esta situación es la mejora de la eficiencia de los procesos de producción en planta, con el objeto de disminuir el consumo energético y de disminuir el consumo de cemento en obra utilizando adiciones que sustituyan parcialmente este material por otros de menor impacto. Hacia esta última alternativa se dirige el objetivo fundamental del estudio que comentamos, al evaluar algunos residuos agrícolas en Venezuela desde el punto de vista físico-químico y su comportamiento como material puzolánico.

Diversas fuentes afirman que las puzolanas, sobre todo las de origen artificial, constituyen una de las experiencias más alentadoras como materiales suplementarios al cemento. A partir de considerar que estos materiales por sí solos poseen poco o ningún valor cementante. Sin embargo, cuando se dividen finamente en presencia de agua, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente y forman compuestos con propiedades cementantes. En la actualidad, numerosas investigaciones se encaminan a la búsqueda de alternativas que posibiliten su combinación con el concreto, de ciertas cantidades de cemento por puzolanas; sin afectar o incluso mejorando su resistencia mecánica, entre otras propiedades.

En Venezuela, a partir de los altos volúmenes de producción de arroz, caña de azúcar y maíz, se generan grandes volúmenes de residuos, que pudiesen ser fuentes de obtención de nuevos materiales puzolánicos como la cascarilla de arroz, la hoja de maíz y el bagazo de caña. Para este estudio, se preparan 14



muestras que incluyen un patrón sin ninguna adición (100% Portland), así como series de muestras con contenido de ceniza de entre 10 y 30 %, en sustitución de cemento para cada uno de los materiales a evaluar. Los materiales utilizados en las probetas fueron:

cemento Portland, arena, agua, arena de Ottawa con forma y granulometría controladas, así como cenizas de hoja de maíz, de cascarilla de arroz y de bagazo de caña, obtenidas a partir de su propia combustión, sin control y posteriormente molidas en un molino de bolas de 5 kg de capacidad.

Se verificó en este estudio que las cenizas de cascarilla de arroz y de hoja de maíz se pueden utilizar como suplementos parciales del cemento Portland en la elaboración de concretos ordinarios. Siendo el porcentaje de sílice en la ceniza uno de los elementos principales para una puzolana de buena calidad, se pudo apreciar que la cascarilla de arroz es el material de mayor potencialidad. Se logró una ceniza con poco más de 80 % de sílice en su composición, en tanto que la ceniza de hoja de maíz presentó cerca de un 48 % de sílice. La ceniza de bagazo de caña resultó menos efectiva, con un poco más del 36 % de sílice en su composición.

Las adiciones de ceniza de cascarilla de arroz provocan incrementos en la resistencia a la compresión con un porcentaje ideal de suplementos del 20 %. Por su parte, la ceniza de hoja de maíz experimentó un ligero incremento en su resistencia a compresión para pequeños porcentajes de suplemento. En general, se puede apreciar que se logra hasta el 20 % sin afectaciones mayores de la resistencia. Cabe decir que las muestras con ceniza de bagazo de caña, no mostraron posibilidades de ser empleadas como material puzolánico.

Asimismo, pudo constatarse una mejoría en la estabilidad química y la durabilidad del cemento cuando se le añade ceniza, lo cual aumenta la factibilidad del empleo de ésta en elementos que estarán sometidos a ambientes agresivos; sin embargo, se apreció que la adición de ceniza al cemento también provoca una demanda mayor de agua para el amasado, lo cual tiende a disminuir su resistencia mecánica. **C**

**Referencia:** Águila I; Sosa M., "Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos", en *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. 23, núm.4, Caracas, diciembre de 2008.





# Puebla renueva pavimentos

La pasada conmemoración del 5 de mayo fue motivo para que en la ciudad de Puebla se realizaran diversas acciones, entre ellas, la pavimentación con concreto de vialidades importantes.

**Gregorio Mendoza (Texto y fotos)**

La imagen de la ciudad de Puebla es otra. El cambio es visible y esto representa algo mejor: la posibilidad de que una transformación radical se consolide respetando la tradición y el entorno de una capital de gran historia y riqueza cultural.

### La intervención

El primer día de mayo del año en curso, el gobernador del estado de Puebla, Rafael Moreno Valle, y el alcalde Eduardo Rivera Pé-

rez, hicieron oficial la puesta en operación de la calzada Ignacio Zaragoza. Los mandatarios anunciaron en ese momento que la modernización de la vialidad de 6.1 kilómetros de longitud, tuvo una inversión de 74.8 millones de pesos bajo el esquema local denominado "peso a peso". La obra beneficia a un millón 434 mil habitantes de la capital.

La acción, celebrada hoy por todos los habitantes, había sido largamente postergada. De acuerdo a Miguel González Díaz, del departamento de control de calidad de CEMEX Concretos, "la calzada

Ignacio Zaragoza, se encontraba en muy mal estado, ocasionando un serio problema a la comunidad al momento de transitar por la misma. La falta de pavimentación adecuada y parapetos; los innumerables baches; los brotes de aguas negras y la acumulación de basura, eran algunas de las causas por las cuales existía la necesidad de plantear como solución urgente la pavimentación con concreto". Adicionalmente, se presentarían las condiciones idóneas para que esta iniciativa se volviera una realidad ya que el pasado mes de mayo se conmemoró el 150 aniversario



de la histórica batalla de Puebla, motivo de sobra para dar un nuevo rostro al sitio dónde se llevó a cabo el suceso histórico con una imagen más eficaz y moderna para la capital angelopolitana.

De este modo, no se dudó en integrar la obra al programa estatal y municipal de rehabilitación de calles principales de la ciudad, con el cual se espera lograr beneficios significativos en la fluidez vial y la eliminación de costos de mantenimiento a corto plazo. ¿La razón? El concreto hidráulico es la materia prima de esta renovación y con ello, se proyecta una vida útil del arroyo vehicular de por lo menos 20 años.

Con la ejecución de esta repavimentación, e incorporando la construcción del puente vehicular sobre la avenida Defensores de la República, se consolida un nuevo panorama del área turística de los coloquialmente llamados “Los fuertes” y su glorieta-mausoleo, un verdadero referente urbano que siendo respetado y dignificado, nuevamente logra ser el protagonista simbólico de esta zona. Así, con una solución que ha llegado en conjunto con otras obras de relevancia se ha eliminado el conflictivo tráfico vehicular en el cruce de estas dos avenidas (Zaragoza y Defensores). Además, quedó mejorada la imagen urbana y finalmente se consiguió incrementar la seguridad pública en la zona gracias a las condiciones de iluminación existentes en la actualidad.

### Diseñando el camino

El proyecto contó con la participación de diversas empresas. Uno de los tramos más extensos fue el que estuvo a cargo de CEMEX. Éste tiene una longitud aproximada de 3.7 km, entre los cuales 250 metros fueron realizados con concreto





## Datos de interés

**Nombre del proyecto:** Rehabilitación con concreto hidráulico de la avenida Ignacio Zaragoza.

**Colaboradores:** ing. Adrián Garrido Duran (superintendente); ing. Armando Hernández Leyva (jefe de frente); ing. Ismael Peña Sánchez (jefe de frente).

**Dependencias a cargo:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipales y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de Puebla.

**Proyecto electromecánico:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas municipales (alumbrado público).

**Proyecto estructural:** CEMEX.

**Tiempo y ejecución de obra:** Febrero-abril 2012.

**Proveedor de concreto:** CEMEX.

**Tipo de concreto:** MR-48 (resistencia normal a 28 días y resistencias rápidas a 3 y 7 días).

**Agregados o aditivos especiales:** Caliza y arena de río.



estampado; en el resto se empleó un concreto MR-48 con espesor de proyecto de 20 cm y módulo de ruptura de 48 kg/cm<sup>2</sup>.

Miguel González Díaz explica que, dadas las condiciones del terreno a lo largo de la vialidad y con la finalidad de estandarizar el procedimiento de construcción de la estructura de soporte, se tomó como base el muestreo más desfavorable para los proyectos de pavimentación. Además, se aseguró la calidad del elemento terminado de acuerdo con las especificaciones y los estándares establecidos. Tomando en cuenta lo anterior, con los estudios del terreno y las recomendaciones realizadas por el especialista en mecánica de suelos para la construcción de la estructura de soporte, se entregó a CEMEX toda la información obtenida para que se desarrollara el diseño del concreto, basado en las características de tránsito vehicular (aforo) por volumen y peso.

“Para determinar las características específicas del pavimento a usar, fue necesario que los estudios involucraran aspectos geotécnicos, hidráulicos, de flujo vehicular y de diseño. En todos ellos se analizaron factores como: las características del terreno natural sobre el cual quedó desplantada la estructura de soporte para el pavimento; el tipo de suelo; la estratigrafía; el análisis de cuencas; el diseño de obras de drenaje (puentes, alcantarillas o obras de cruce, drenajes y sub-drenajes); el número de vehículos (tránsito promedio diario anual-TPDA); el factor de crecimiento anual del tránsito; así como otros aspectos de gran importancia como las propiedades mismas del concreto: resistencia MR, coeficiente de contracción, efectividad del sistema de transferencia de cargas o el sellado de juntas”.



Con las fechas de celebración aproximándose, la construcción de esta obra se transformó en un reto a vencer por los tiempos de ejecución de todas las actividades planeadas. Los 74,921.44 m<sup>2</sup> de pavimento requerido se lograron

construir en un periodo de 60 días naturales, aunado a los 4,970 m<sup>2</sup> de relleno fluido colocado como base en zonas críticas y de adecuación de bombes del proyecto. Los datos anteriores promediaron al final un volumen diario de cons-





trucción de 1,331.52 m<sup>2</sup> equivalente a 240 m<sup>3</sup> de concreto por día ininterrumpidamente en días sábados, domingos y días festivos.

Los involucrados en la obra recuerdan cómo en la etapa de rehabilitación de la avenida, se presentaron lluvias constantes que afectaron de diversas maneras el procedimiento constructivo, obligándolos a invertir más en temas de cuidado y protección de los concretos colocados, así como a proteger también las terracerías terminadas para que no fueran dañadas por la lluvia provocando la necesidad de realizarlas nuevamente.

“Sin duda, impactó también la temperatura del ambiente en Puebla, lugar muy frío principalmente durante la noche y en cuyo horario resulta más óptimo la colocación

del concreto debido al tránsito de ollas con el producto y constancia del suministro, por tal motivo precisamos una mejor colocación del concreto haciendo el estudio de la tasa de evaporación (humedad relativa, temperatura y velocidad del viento) para garantizar la calidad de operación del concreto”, comentó Miguel González Díaz.

### La mejor opción

Los responsables de esta obra nos reiteran que “el concreto es hoy en día el material adecuado para las vialidades urbanas (calzadas, caminos, paseos, andenes, veredas), porque además de ser relativamente económico a largo plazo como se sabe, éste proporciona una superficie limpia, de

fácil y de escasa manutención, de gran vida útil, además de brindar beneficios paralelos como mayor seguridad para los conductores. Siempre que sea construido con materiales de buena calidad y se realicen adecuadamente todos los colocados en obra, estaremos hablando de beneficios futuros garantizados”.

Entre las características más sobresalientes del concreto empleado (MR-48 resistencia normal a 28 días y resistencias rápidas, a 3 y 7 días) se indica que éste tiene una vida útil mayor ya que está diseñado para resistir los esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la flexión de las losas; es más resistente a los esfuerzos causados por el alabeo de las losas por efectos de los cambios de temperatura; posee mayor resistencia al desgaste por el paso de los vehículos; entre otros. Por lo anterior, queda claro que los pavimentos de concreto son la alternativa más acertada cuando se requiere construir obras viales para largos períodos de vida útil y con un mínimo mantenimiento. Su principal diferencia en relación a otras alternativas de pavimentación, se concentra en el prologado período de vida útil con el mejor nivel de servicio, resultando así el más económico procedimiento en el largo plazo. Una inversión que va por buen camino.

El estado de Puebla festeja con esta obra un suceso histórico que nos llena de orgullo a todos los mexicanos. También señala oportunamente el rumbo que deben llevar nuestras ciudades donde se contemple un futuro respetuoso con el entorno, con una imagen de vanguardia y con una visión holística del desarrollo de la infraestructura básica de todo desarrollo económico, nuestras vías terrestres. **C**

# SERVICIOS IMCYC

## Publicaciones



*“Un mundo de  
soluciones  
en concreto”*



### AGENDA DEL CONSTRUCTOR 2013

Datos Generales. Tablas de equivalencias. Cálculo de construcción. Construcción de obra. Instalaciones Hidráulicas. Ventilación. Alumbrado. Rendimientos. Mantenimiento.

**\$200 M.N.** BOLSILLO

**\$280 M.N.** ESCRITORIO

Más gastos de envío.

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



**CONTACTO:**  
Michael López Villanueva  
Tel.: 01 (55) 5322 5740  
Ext. 210  
Fax: 01 (55) 5322 5745  
E-mail: [mlopez@mail.imcyc.com](mailto:mlopez@mail.imcyc.com)

## EL "Creep" EN EL CONCRETO: **Factores** que influyen en su desarrollo

E. Vidaud

**E**n general, cuando al concreto se le aplica un estado de esfuerzos cualquiera (Ejemplo: compresiones uniaxiales), se deforma progresivamente en función del tiempo. En este caso, la deformación final, dependiente del tiempo, está integrada por dos componentes: la primera asociada a una deformación elástica, y la segunda vinculada a una deformación progresiva de tendencia inelástica que en la literatura especializada se denomina "Creep". En la Fig. 1 se precisa este concepto.

Se conoce que la relación entre los esfuerzos y las deformaciones del concreto dependen del tiempo. En general, debido al "Creep", el concreto cuando se carga, sufre con el tiempo un aumento gradual de su deformación. Esta deformación puede ser varias veces mayor que la deformación elástica inicial. Generalmente tiene poco efecto en la resistencia de una estructura, aunque provoca una redistribución de esfuerzos en los miembros de concreto reforzado bajo cargas de servicio y conduce a un aumento de las deflexiones.

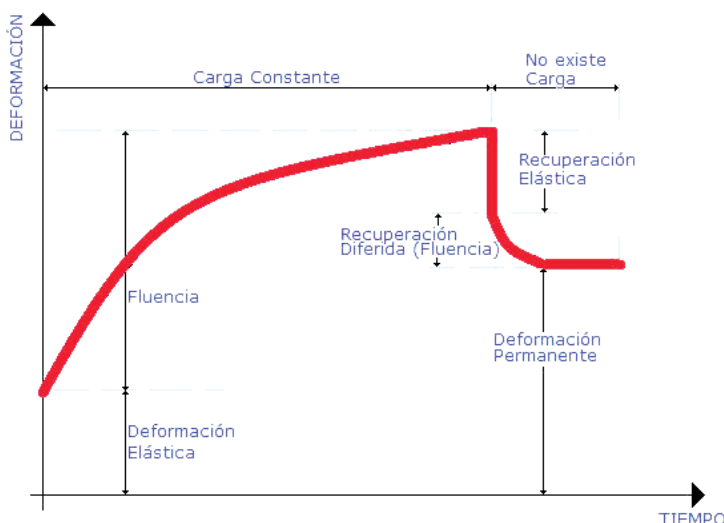
El Creep o fluencia del concreto, no es más que el incremento de las deformaciones que experimenta el concreto en estado endurecido cuando se somete a un estado de cargas permanente o sostenido en el tiempo.

Puede afirmarse que el "Creep" se desarrolla con una tasa decreciente. Si se eliminara la carga, se recuperaría la deformación elástica de inmediato: Sin embargo, esta deformación elástica recuperada es menor que la deformación elástica inicial, debido a que el módulo elástico en el concreto aumenta con la edad. A la recuperación elástica le sigue una recuperación de flujo plástico, que es una pequeña porción de la deformación total por flujo plástico. Análogamente, existe un comportamiento similar cuando una muestra de concreto se somete a ciclos de secado y rehumedecimiento, en este caso la tendencia es similar a la anterior (Fig. 2).

Las deformaciones debido al "Creep" se deben al reacondo de los componentes del material, fundamentalmente del agua y de la pasta, las cuales bajo los efectos de las cargas, intentan cubrir vacíos existentes en sus proximidades. Como es de suponerse, además del tiempo, la estimación de estas deformaciones en el concreto son también dependientes de la magnitud y duración de las cargas, de la edad del concreto al momento en que se aplican éstas, así como de las características de la mezcla y del medioambiente en el que éste se concibe. Es común

Fig. 1

Variación de la deformación del concreto en el tiempo debido a un proceso de carga uniaxial y descarga.



Fuente: Adaptado de Metha y Monteiro 1998.

considerar que en un espécimen del concreto, en proceso de secado y sujeto carga, el "Creep" y la contracción por secado son fenómenos independientes que se añaden entre sí. Por lo cual, el primero podrá ser estimado por medio de la diferencia entre la deformación total de un espécimen cargado, y la deformación medida en un espécimen similar sin cargar.

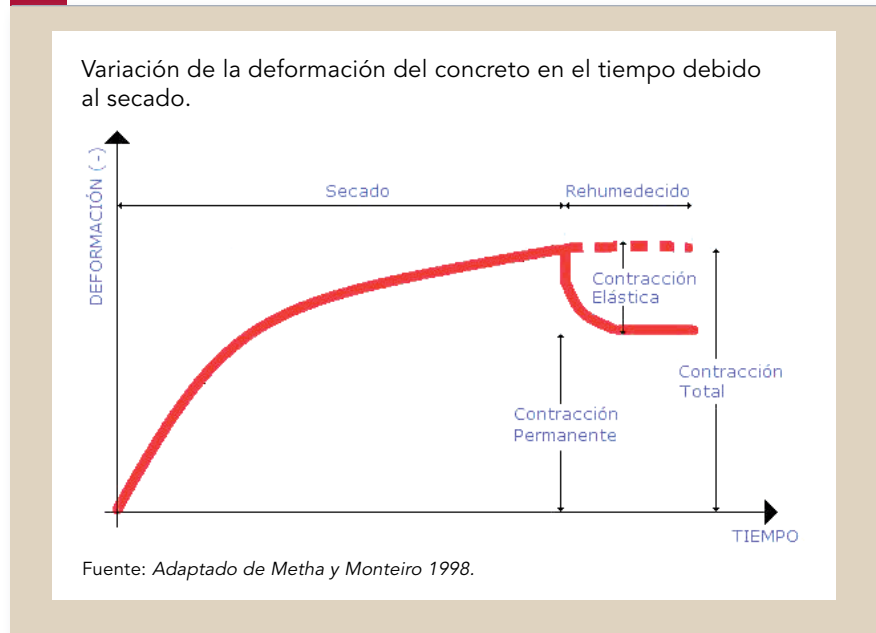
La evidencia experimental indica que la deformación por "creep" que ocurre en un determinado periodo es proporcional al esfuerzo aplicado, siempre que el nivel de esfuerzo no sea alto; aunque la evidencia de las investigaciones es confusa con respecto al nivel de esfuerzo en el que cesa la linealidad entre el flujo plástico y el esfuerzo aplicado.

Algunos estudios evidencian pérdida de linealidad para esfuerzos de compresión de apenas  $0.2 f'c$ , otros, sugieren un valor hasta de  $0.5 f'c$ ; sin embargo, la suposición de una relación lineal entre la deformación por "creep" y el esfuerzo aplicado conduce a una exactitud aceptable para el rango usual de esfuerzos por carga de servicio utilizado comúnmente en el diseño estructural.

Tal y como se aprecia en las figuras 1 y 2, el "Creep", al igual que la contracción por secado son deformaciones no instantáneas, es decir, que dependen del tiempo. La contracción por secado se debe a un gradiente de humedades entre el material y el medio en el que está inmerso; el "Creep" se debe a la aplicación de un esfuerzo originado por una deformación constante en el tiempo. Ambos fenómenos, es común que se evalúen de conjunto, debido a que poseen similares características (Fig. 3).

A continuación se realiza una síntesis de los principales factores que afectan las deformaciones por "Creep".

Fig. 2



### a) Agregados

Los agregados tienen la función de restringir los esfuerzos producidos por el "Creep" y que se materializan en la pasta de cemento hidratado. De acuerdo a lo anterior, los aspectos asociados a los agregados con mayor influencia en el "Creep", son:

#### a.1 Contenido de agregados:

En general la variación en el contenido de agregados entre mezclas de concreto bien diseñadas no es representativa, pero se ha demostrado que frecuentemente, un aumento en el contenido de agregados tiende a reducir la fluencia en el concreto.

#### a.2 Granulometría, tamaño máximo y forma de los agregados:

La influencia de estos tres aspectos en el "Creep", está relacionada con la influencia que tienen, directa o indirectamente sobre el contenido de agregados, siempre y cuando se haya logrado una aceptable compactación del concreto. Expresado de otra manera: si la granulometría, el tamaño máximo y la forma del agregado convergen en el aumento del

contenido de agregados, muy posiblemente el "Creep" tenderá a disminuir.

#### a.3 Calidad de los agregados:

En este caso, tiene especial importancia el Módulo de Elasticidad del agregado empleado. Un concreto elaborado con un módulo elástico alto, tenderá a experimentar un menor nivel de "creep", que uno que tenga un módulo bajo. Así, un concreto elaborado con agregado grueso calizo o basáltico, tendrá menor "Creep" que uno elaborado con agregado grueso andesítico. Esta es la razón por la que sucede también que un agregado poroso, al tener menor módulo, tenderá a tener mayor fluencia. Por otro lado, el incremento de la porosidad de los agregados induce a una mayor transferencia de humedad en la mezcla, que a su vez tiende a aumentar la posibilidad de "Creep"; como una consecuencia del secado.

### b) Contenido de humedad y de cemento en la mezcla

En general, para una cantidad de cemento constante, un incremento en la relación agua/cemento ( $a/c$ )

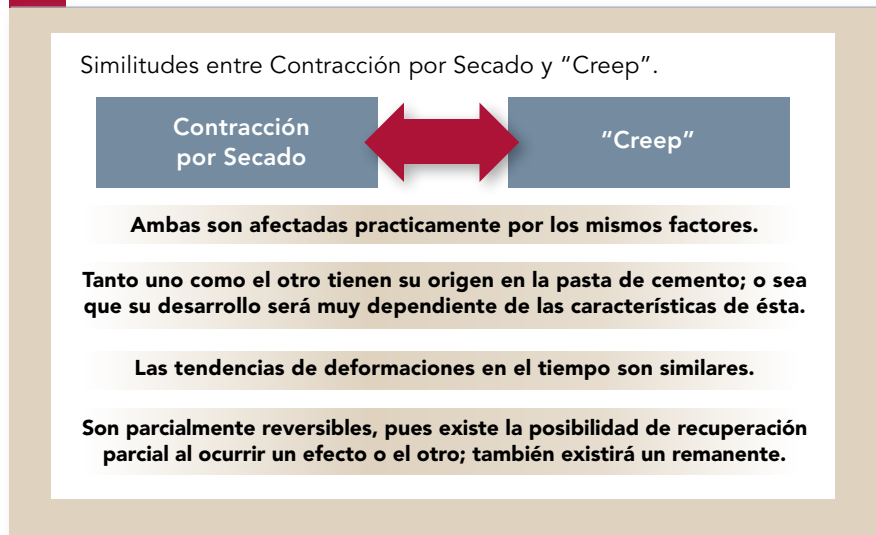
incrementará el "Creep". Respecto a la cantidad de cemento, para una a/c constante, existen en la literatura especializada opiniones encontradas. Algunas fuentes refieren que un incremento en el contenido de cemento reducirá el "Creep". Tendencia contraria a la contracción por secado, en donde un aumento de la cantidad de cemento tenderá a aumentar la contracción por secado. Otras fuentes plantean que al igual que en la contracción por secado, un aumento en la cantidad de cemento, reduce el "Creep". Para este autor, el incremento en las cantidades de cemento, inducirá a que se tengan mayores niveles de resistencia a la compresión en el concreto; por lo que a su vez, de manera indirecta y proporcional y bajo condiciones normales, se incrementará la rigidez del material y así también se reducirán las deformaciones asociadas.

### c) Humedad relativa del medio

Al igual que en la contracción por secado, en donde a medida que aumenta la humedad relativa del aire se reducen los niveles de deformación en el concreto, en el caso del "Creep" ocurre lo mismo. Es decir, a medida que la humedad relativa del aire es mayor, se reduce el "Creep".

Por otra parte, el "Creep" se reduce si se restringe la pérdida de agua del miembro. Estudios desarrollados han demostrado que cuanto mejor es el proceso de curado, menos propensa es la pieza a desarrollar "Creep". Estos mismos estudios demuestran que el "Creep" comienza después de la aplicación de las cargas sostenidas, y que las tasas de incrementos se hacen mayores después de los 28 días, pudiendo estarse desarrollando durante más de 20 años. Sin embargo, la rapidez de desarrollo del "Creep" a mediano y largo plazo es similar, independientemente

Fig. 3



de la calidad del proceso de curado. Lo anterior permite asegurar que la influencia de la humedad relativa es mucho menor, en el caso de piezas que hayan alcanzado el equilibrio hídrico con su medio circundante antes de cargarse; razón por la que el proceso de secado ("Creep" por secado) es más influyente en el desarrollo del "Creep" que la humedad relativa.

### d) Geometría del elemento

El tamaño y la forma del elemento afectan la magnitud del flujo plástico. Es posible representar la influencia del tamaño y la forma del miembro de concreto mediante la relación del volumen al área superficial (A), o mediante la evaluación de un espesor teórico o equivalente ( $h_E$ ), que puede ser obtenido en función del perímetro (p) como:

$$h_E = \frac{2A}{p}$$

En general, a medida que se incrementa el espesor equivalente, se reduce tanto la contracción por secado como el "Creep".

### e) Temperatura

Las piezas de concreto sometidas a elevados niveles de temperatura

tendrán mayores niveles de "Creep", que las que se someten a bajos niveles en las que incluso el "Creep" es muy poco representativo.

### f) Edad del proceso de carga

Existe una relación directamente proporcional entre la magnitud de la carga sostenida y el "Creep" del concreto, como consecuencia de la influencia que tiene la resistencia del concreto sobre el "Creep"; de ahí que se ha demostrado que los valores de "Creep" son menores en piezas curadas durante importantes periodos antes de que se inicie el proceso de carga. Esta es la razón por la que debe tenerse especial interés en la evaluación de los tiempos de descimbrado y puntales en la construcción de edificios de varios niveles.

Cabe decir, que es común en la construcción de los sistemas de pisos de edificios de múltiples niveles, establecer secuencias encaminadas a darle rapidez al proceso constructivo; relegando a un segundo plano la interrelación entre el "Creep", los niveles de resistencia y de rigidez del material, y la carga sostenida. De ahí que no es difícil darnos cuenta, que en las primeras edades se tienen

las condiciones más desfavorables por varias razones: porque el concreto tiene los más bajos niveles de resistencia y rigidez; porque se comienza a aplicar el proceso de carga (muchas veces incrementado en zonas puntuales, al retirarse cimbras y algunos puntales, que hace que un número limitado de puntales absorban los niveles de carga en los entrepisos superiores y los transmiten de manera directa, prácticamente concentrados, al entrepiso inmediato inferior); y adicionalmente, dado que se comienza a desarrollar la contracción por secado, que muchas veces es importante debido a que el curado es deficiente (e incluso inexistente) y a que el concreto utilizado, a pesar de que cumple con las especificaciones (asociadas a la resistencia de proyecto), no es el idóneo para emplearse en este tipo de elementos (elementos planos).

En este caso lo más común es que ocurra un agrietamiento en el sistema de piso por contracción por secado, que después se incrementa por la acción del "Creep" y de las grandes cargas concentradas que se transmiten a través de los puntales que permanecen transmitiendo las acciones de los niveles superiores.

Cabe aclarar que lo presentado en este escrito no es más que un breve recuento de la importancia que tiene el fenómeno del "Creep" en el correcto desempeño de un elemento de concreto. Aspectos tales como las características medioambientales y de la mezcla de concreto

empleada, así como el curado, la edad de aplicación y la magnitud de las cargas, deben de evaluarse definitivamente a detalle para conocer, evaluar y a su vez atenuar este fenómeno, tan poco considerado, y que tanta influencia tiene sobre los elementos el concreto. **C**

#### Referencias

ACI Committee 209: *Prediction of Creep, shrinkage, and temperature effects in concrete structures*, American Concrete Institute, Farmington Hills, 1992.

P. K. Metha, P. Monteiro: *Concreto. Estructuras, propiedades y materiales*, editado por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 1998.

A. Neville: *Tecnología del concreto*, editado por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., 1999.

R. Park, T. Paulay: *Reinforced concrete structures*, editado por John Wiley & Sons, 1988.



¡Suscríbese!



"Un mundo de soluciones en concreto"

# CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO<sup>®</sup>

Es la revista especializada en construcción con cemento y concreto.

● **\$450 M.N.** por 12 ediciones

Más gastos de envío.

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



#### CONTACTO:

Michael López Villanueva

Tel.: 01 (55) 5322 5740

Ext. 210

Fax: 01 (55) 5322 5745

E-mail: [mlopez@mail.imcyc.com](mailto:mlopez@mail.imcyc.com)

# CONCRETO AUTOCOMPACTABLE: **Revolución** en la tecnología del concreto

Esta mezcla altamente fluida y sin segregación que fluye bajo su propio peso, llenando las cimbras, es nuestro tema de este interesante artículo dividido en dos partes.

I. y E. Vidaud

**E**l concreto autocompactable CAC (SCC por sus siglas en inglés o concreto autoconsolidable como también se le conoce) consiste, según la literatura especializada, en una mezcla altamente fluida y sin segregación que fluye bajo su propio peso llenando completamente las cimbras y cubriendo perfectamente al acero de refuerzo, sin la necesidad de ningún tipo de consolidación mecánica. Estas propiedades fundamentales son las que inciden en que este

Fig. 1 Estribo del puente Akashi-Kaikyo (Pearl Bridge) en Kobe, Japón.



Fuente: <http://commons.wikimedia.org>



material resulte de uso común en estructuras muy armadas en las que también existan variadas, irregulares, complejas, y creativas formas arquitectónicas y estructurales.

Denominado por muchos especialistas como “el desarrollo más revolucionario de las últimas décadas en el campo de la construcción con concreto”, el CAC tuvo su origen en Japón a fines de la década de los ochentas del siglo pasado como resultado, entre otras cosas, del uso de aditivos superplastificantes. A partir de entonces, la tecnología de los CAC ha sido acogida con éxito, tanto para concretos prefabricados como premezclados, haciéndose también extensiva hacia Europa y otros países, sobre todo de Norteamérica. Cabe decir que su desarrollo se ha presentado vertiginoso y muchos hitos de la ingeniería estructural mundial así lo demuestran (Fig. 1 a 3).

Con el tiempo, su empleo en estructuras se ha ido incrementando considerablemente. En sus primeros años, el diseño de los CAC, definido también como uno de los denominados concretos de alto desempeño, se justificaba para compensar una creciente escasez de personal especializado. Posteriormente, se impusieron considerables beneficios económicos debido a las muy diversas y atractivas ventajas que exhibe este material.

Las principales ventajas del CAC son la posibilidad de ahorro en los costos de colocación, pues puede colocarse a un ritmo mucho más rápido que un concreto convencional. Otra importante ventaja sería el logro de mejores y más uniformes superficies arquitectónicas (Fig. 4), sin que se requiera prácticamente de ninguna terminación adicional. Por último,

Fig. 2 Túnel SondraLanke en Estocolmo, Suecia.



Fuente: [www.omegacentre.bartlett.ucl.ac.uk](http://www.omegacentre.bartlett.ucl.ac.uk).

otra significativa ventaja de este producto resulta ser la posibilidad de concebir, durante el diseño, variadas formas estructurales y arquitectónicas. Dada la gran trabajabilidad del concreto, éste podrá ser fácilmente colado en las secciones más restringidas y de difícil acceso que se conciban.

El CAC se diferencia del concreto convencional en que sus propiedades en estado fresco son esenciales para determinar si puede o no colocarse de manera satisfactoria. Los distintos aspectos de la trabajabilidad que controlan su capacidad de relleno y de circulación, así como su resistencia a la segregación deben controlarse con atención para garantizar que sus requerimientos de colocación sigan siendo aceptables.

La fluidez y la estabilidad son dos de las propiedades que distinguen a los CAC en el estado plástico. Con el uso de aditivos reductores de agua de alto rango se consigue en los CAC la elevada fluidez, y nunca por adición de agua a la mezcla en el sitio. Asimismo,

la estabilidad o resistencia a la segregación (capacidad del material para mantener homogénea su composición durante el transporte y la colocación de la mezcla) en estado plástico, se logra mediante el incremento de la cantidad total de finos en la mezcla y/o mediante el empleo de aditivos que modifican la viscosidad.

El incremento de finos puede alcanzarse mediante la incorporación de materiales cementantes, o también con el uso de adiciones minerales como el humo de sílice o la ceniza volante. Los aditivos que modifican la viscosidad de la mezcla son especialmente necesarios cuando no puede alcanzarse una granulometría adecuada con los agregados disponibles; de ahí la importancia de este parámetro. Con una granulometría del agregado bien distribuida pueden alcanzarse CAC con reducidos contenidos de materiales cementantes, usando también una menor proporción de aditivos químicos. De igual manera, también puede referirse a su trabajabilidad, la que

en el caso del CAC la literatura especializada define como una compleja combinación de otras propiedades, como la fluidez, la cohesividad, la compactabilidad y la viscosidad. Cabe decir que los materiales componentes del CAC deben presentar propiedades adecuadas según las especificaciones del proyecto, así como estar libres de sustancias perjudiciales que puedan afectar la durabilidad, o provocar la corrosión de las armaduras.

En el caso del cemento, su selección depende de los requisitos generales del concreto, entre los que se encuentran la durabilidad y resistencia. En el caso del CAC, un contenido de aluminato tricálcico (C3A) superior al 10% puede provocar problemas de mala retención de la trabajabilidad. El contenido habitual de cemento deberá oscilar entre 350 y 450 kg/m<sup>3</sup>; cantidades mayores podrían aumentar las contracciones térmicas en demasía, y menores solo resultarán adecuadas si se incluyen adiciones minerales en la mezcla.

Los estándares internacionales sugieren que son adecuados cualquier tipo de agregados gruesos; siendo recomendables, en función de las exigencias del proyecto, tamaños máximos oscilantes entre 16 y 20 mm. Asimismo, debe monitorearse con atención el contenido de humedad; por lo que durante la producción del CAC es preciso realizar en los agregados ensayos de contenido de humedad y de granulometría con mayor frecuencia que en un concreto convencional. Esto último debido a que los CAC son más susceptibles a las variaciones que los concretos convencionales.

En cuanto a las características de los distintos tipos de agregados, los triturados tienden a mejorar la resistencia por el ajuste de las partículas angulares, mientras que los redondeados mejoran el flujo

Fig. 3 Torres Petronas en Kuala Lumpur, Malasia.



Fuente: [www.wallpaperpimper.com](http://www.wallpaperpimper.com).

por su menor fricción interna. Asimismo, las mezclas de agregados con granulometría discontinua suelen ser mejores que las continuas, que pueden experimentar una mayor fricción interna y producir una reducción del flujo.

Todas las arenas para un concreto convencional, son adecuadas para el CAC. Pueden utilizarse arenas trituradas o rodadas, también arenas silíceas o calizas. Las partículas con un tamaño inferior a 0.125 mm contribuyen al contenido de polvo (finos), fundamental para la reología de estos tipos de concretos, debiendo limitarse a una cantidad mínima, para así evitar la segregación.

En lo relativo a los aditivos, puede afirmarse que los superplastificantes son un componente esencial de este material para obtener la necesaria fluidez en la mezcla. Se maneja por los especialistas que éstos representan una reducción del agua mayor al 20%. Otro de los aditivos de posible adición a los CAC son los modificadores de viscosidad los cuales, además de mejorar la estabilidad, controlan la segregación.

Respecto a las adiciones a considerar en los CAC, pueden usarse adiciones inertes o reactivas. Dentro de las primeras, las más utilizadas resultan ser el filler mineral o los pigmentos minerales. Dentro de las reactivas, el humo de sílice, las cenizas volantes y la escoria granulada de alto horno. Estas adiciones son importantes para el logro de las especificaciones reológicas de los CAC pues con ello se mejora y mantiene la trabajabilidad de la mezcla.

Adicionalmente, se regula el contenido de cemento, reduciéndose así el calor de hidratación y mejorándose significativamente, en el caso de las adiciones reactivas, las propiedades a largo plazo del concreto.

Al igual que en el concreto convencional, las fibras pueden elevar las prestaciones del material. Las fibras sintéticas muy finas pueden reducir el flujo, y en general su contenido no debe superar 1 kg/m<sup>3</sup>. Son frecuentes en la composición de la mezcla de los CAC las fibras de acero o de polipropileno. Las fibras de acero suelen utilizarse para mejorar las características mecá-

The background of the advertisement is a large, transparent glass sphere that floats in a field of tall grass under a dramatic, cloudy sky at sunset or sunrise. Inside the sphere, two large, white, spherical industrial storage tanks are visible, supported by a network of white and green structural beams. The tanks have red railings and ladders. The overall scene is surreal and emphasizes the company's ability to protect industrial assets in various environments.

**Comex**  
Industrial Coatings

***SÍ*** es posible proteger bajo cualquier condición.

## **Soluciones Ilimitadas**

es tener una amplia gama de recubrimientos.

Los recubrimientos *high performance* de Comex están desarrollados para satisfacer las más demandantes condiciones y exigencias del mercado industrial en el mantenimiento y nueva construcción, cumpliendo con estándares internacionales.

Nuestros productos evitan la corrosión, el desgaste y ataques de agentes químicos protegiendo superficies de acero, concreto, aluminio, y aleaciones especiales.

Contamos con un amplio portafolio de recubrimientos, epóxicos, uretanos, polisiloxanos, alquídicos y acrílicos que cumplen con certificaciones internacionales en NSF/ MPI/ FDA.

### **Más información**

Del D.F. y área metropolitana: 5864 0790 y 91,  
o del interior del país: 01800 712 6639

[www.comex.com.mx](http://www.comex.com.mx)

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

**Comex Group**

Fig. 4 Calidad superficial de una pieza elaborada con CAC.



Fuente: FNARC European Federation of National Trade Association.

nicas del concreto, como pueden ser la resistencia a la flexión y la dureza. Las fibras de polipropileno, por su parte, pueden utilizarse para reducir la segregación y la retracción; o bien para aumentar la resistencia ignífuga. En este sentido, siempre su compatibilidad respecto a la mezcla y ejecución deberá ser comprobada en obra a través de ensayos previos.

Siguiendo los aspectos hasta el momento abordados, puede afirmarse que el desarrollo exitoso de los CAC se debe en gran medida al equilibrio que se alcanza entre la deformabilidad y la estabilidad del material. Investigadores en torno a este tema han establecido algunos criterios para el proporcionamiento de la mezcla de CAC.

Algunos de los criterios de referencia se enuncian a continuación:

- La reducción de la relación entre el volumen de los agregados y de los materiales cementante.
- El incremento del volumen de pasta y de la relación agua-cemento (a/c).
- Un estricto control del tamaño máximo de agregado grueso y de su volumen total.
- El empleo de aditivos químicos para alcanzar la viscosidad necesaria.

En opinión del autor de este documento, tiene especial importancia el logro de una buena granulometría, que implica el desarrollo de múltiples ensayos con los materiales de la zona, en donde se pretenda llevar a cabo la construcción.

Los niveles de autocompactación son muy dependientes de las características de los materiales y del proporcionamiento de las mezclas; de hecho, la inexistencia de procedimientos de diseño de mezclas asociados a los CAC, es

una las principales limitaciones en la utilización de este material. Actualmente, son disímiles las maneras de proporcionar una mezcla de CAC. Por ejemplo en Japón, Okamura y Ozawa en 1995 propusieron un procedimiento en donde se fijan las cantidades de agregado grueso, así como el nivel de autocompactación (o de trabajabilidad). Con ello, se determina entonces la relación agua-material cementante y la dosis de aditivo superplastificante.

Otras recomendaciones para el diseño de las mezclas de CAC resultan más empíricas. EFNARC (European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems), en el documento: "Guía y especificaciones para el Concreto Autocompactable (2002)", establece límites en volumen para la relación agua-cementante, entre 0.80 y 1.10, así como en el contenido de cementantes que en este caso se limita entre 400 y 600 kg por cada metro cúbico. Respecto al contenido de agregado grueso, también recomienda que éste, oscile entre el 28 y el 35 % del volumen de la mezcla. Cabe subrayar que el contenido de agua para la relación agua-cementante deseada, no debe superar los 200 litros por metro cúbico. Por último,

respecto a la arena, su contenido debe equilibrar el volumen de los restantes constituyentes de la mezcla, a fin de que se logre el nivel de trabajabilidad deseado.

A pesar de que no se establecen como norma, los aspectos para la dosificación de los CAC antes mencionados y otros estudios desarrollados sugieren que una mezcla típica de CAC, comparada con la de una de concreto convencional, debe exhibir en su dosificación: un volumen más elevado de pasta, menos contenido de agregado grueso, así como una mayor relación entre agregados finos y gruesos. Cualquiera que sea el método elegido para dosificar la mezcla de un CAC, al diseñarla es muy útil tener en cuenta las proporciones relativas de los componentes según el volumen y no según la masa. El procedimiento general además deberá incluir entre otros elementos: la determinación y fijación de las propiedades requeridas (nivel de "autocompactabilidad"), selección y evaluación de los materiales; es deseable el uso de materiales de fácil acceso en la zona en donde se va a elaborar la mezcla; diseño y ajuste de la mezcla, verificación y ajuste (si procede) del rendimiento en el laboratorio, y chequeo del rendimiento en la planta o en la obra. **C**



La colección de libros técnicos especializados  
en cemento y tecnología del concreto más  
completa de Latinoamérica.

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

## EN SU CIUDAD:

### ACAPULCO, GUERRERO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE GUERRERO, A.C.**  
SONORA 66 COL. PROGRESO ACAPULCO, GUERRERO  
C.P. 39350 TEL: (744) 486-78-79, 138-16-75, 546-40-55  
CICG\_AC\_1973@PRODIGY.NET

### AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE AGUASCALIENTES, A.C.**  
BLVD. MIGUEL DE LA MADRID HURTADO S/N CASI ESQ. CON  
PASEO DE LAS MARAVILLAS COL. CORRAL DE BARRANCOS  
AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES C.P. 20900  
TEL: (449) 973-50-23  
CICAGS07@GMAIL.COM / WWW.CICAXXII.BLOGSPOT.COM

### CANCÚN, QUINTANA ROO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE QUINTANA ROO,  
ZONA NORTE, A.C.**  
CALLE ARIES MZ.12 LT.1 SM 41 FRACC. SANTA FE CANCÚN,  
QUINTANA ROO C.P. 77507 TEL: (998) 848-24-04 Y 05  
INGENIEROSCIVILES@PRODIGY.NET.MX / WWW.INGENIEROSCIVILES.ORG

### CUERNAVACA, MORELOS

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO DE MORELOS  
PRIV. NUEVA HOLANDA S/N**  
COL. JARDINES DE REFORMA, SEGUNDA SECCIÓN C.P. 62260  
CUERNAVACA, MORELOS  
TEL: 777-317-0653 / CICMORI@GMAIL.COM

### CULIACÁN, SINALOA

**CÁMARA MEXICANA DE INDUSTRIA Y DE LA  
CONSTRUCCIÓN, DELEGACIÓN SINALOA**  
IGNACIO RAMÍREZ NO. 184 PTE. COL. JORGE ALMADA CULIACÁN,  
SINALOA C.P. 80200 TEL: (667)-712-71-55 712-78-06  
CMICSIN@PRODIGY.NET.MX / WWW.CMICSINALOA.ORG

### DURANGO, DURANGO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO  
DE DURANGO, A.C.**  
SAN MIGUEL DE CRUCES 234 FRACCIONAMIENTO LA FORESTAL  
DURANGO, DURANGO C.P. 34217 TEL: (618) 129-02-64  
CICED\_DGO@YAHOO.COM / WWW.CICED.ORG.MX

### GUADALAJARA, JALISCO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO  
DE JALISCO, A.C.**  
AV. DE LOS MAESTROS NO. 1943 FRACCIONAMIENTO CHAPULTEPEC  
COUNTRY C.P. 44620. GUADALAJARA, JALISCO. TEL: (33) 382-632-89  
SERVICIO@CICEJ.ORG / WWW.CICEJ.ORG

### HERMOSILLO, SONORA

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE SONORA, A.C.**  
QUINTA MAYORY CALZADA DE LOS ÁNGELES  
COL. LAS QUINTAS C.P. 83240 HERMOSILLO, SONORA  
TEL: (662) 218-18-29  
CICSON@HOTMAIL.COM / WWW.CINGENIEROSSON.ORG

### LEÓN, GUANAJUATO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE LEÓN, A.C.**  
BLVD. CAMINO A COMANJA 1121 PLANTA ALTA COL. PORTONES  
CAMPESTRE C.P. 37138 LEÓN, GUANAJUATO  
TEL: (477) 211-7842, 781-1348  
CICL@CICL.ORG.MX / WWW.CICL.ORG.MX

### MÉRIDA, YUCATÁN

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE YUCATÁN, A.C.**  
CALLE 21 NO.310-D X 50 Y 52 COL. ROMA C.P. 97128 MÉRIDA,  
YUCATÁN TEL: (999) 925-8723, 925-9869  
INGCIVILES@PRODIGY.NET.MX / WWW.CICYUCATAN.COM

### MORELIA, MICHOACÁN

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE  
MICHOACÁN, A.C.**  
AV. SIERVO DE LA NACIÓN NO. 1030 COL. LIBERTAD  
C.P. 58090 MORELIA, MICHOACÁN TELS. (443) 326-61-65  
COLEGIN77@PRODIGY.NET.MX  
WWW.INGENIEROSCIVILESMICHOACAN.ORG

### PACHUCA, HIDALGO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES  
DE HIDALGO, A.C.**  
CALLE 16 DE ENERO NO. 27  
COL. PERIODISTAS C.P. 42060 PACHUCA, HIDALGO  
TEL: (771) 107-44-44 / CICHGO@HOTMAIL.COM

### PUEBLA, PUEBLA

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ESTADO  
DE PUEBLA, A.C.**  
11 ORIENTE NO.9 COL. CENTRO HISTÓRICO C.P. 72000  
PUEBLA, PUEBLA TELS: (222) 246-08-35 Y 77  
CICEPAC@GMAIL.COM / WWW.CICEPAC.COM

### QUERÉTARO, QUERÉTARO

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE QUERÉTARO, A.C.**  
MÁRQUEZ DE VILLA DEL VILLAR DEL ÁGUILA 4100  
COL. CENTRO SUR C.P. 76079 QUERÉTARO, QUERÉTARO  
TEL: (442) 229-06-25 Y 229-07-14  
CICQRO@HOTMAIL.COM /  
WWW.COLEGIODEINGENIEROSCIVILESDEQUERETARO.ORG

### SAN LUIS POTOSÍ, SAN LUIS POTOSÍ

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES  
DE SAN LUIS POTOSÍ, A.C.**  
INDEPENDENCIA 2826 INT. 302 COL. HIMNO NACIONAL  
C.P. 78280 SAN LUIS POTOSÍ, SAN LUIS POTOSÍ  
TELS: (444) 811-19-79  
CICSLP@PRODIGY.NET.MX / WWW.CICSLP.ORG.MX

### TAPACHULA, CHIAPAS

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE TAPACHULA, A.C.**  
BLVD. PERLA DEL SOCONUSCO S/N FRACC. SANTA CLARA II  
C.P. 30780 TAPACHULA, CHIAPAS. TEL: (962) 642-51-46  
COLINCIVITAP\_2@HOTMAIL.COM / WWW.CICTAP.COM

### TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

**COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE CHIAPAS, A.C.**  
CALZ. DE LOS INGENIEROS NO.320 COL. TERÁN  
C.P. 29050 TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.  
TELS. (961) 615-43-80 Y 615 68-76  
CICCH@PRODIGY.NET.MX / WWW.CICCH.COM.MX

### VILLAHERMOSA, TABASCO

**CÁMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA  
DE LA CONSTRUCCIÓN**  
CIRCUITO MUNICIPAL NO. 106 TABASCO 2000 C.P. 86035  
VILLAHERMOSA, TABASCO TEL: (993) 310-93-00 AL 09  
SERVICIOSCMICTAB@GMAIL.COM /  
WWW.CMICTABASCO.ORG.MX

### XALAPA, VERACRUZ

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

### MÉXICO, D.F.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
AZCAPOTZALCO**  
AV. SAN PABLO NO. 180 COL. REYNOSA TAMAULIPAS,  
DEL. AZCAPOTZALCO C.P. 02200 MÉXICO, D.F.  
TEL: (55) 5318-9271 EXT. 9281  
LIBRERIA@CORREO.AZC.UAM.MX / WWW.AZC.UAM.MX

### ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO AMIC

BLVD. ADOLFO LÓPEZ MATEOS 1135 COL. SAN PEDRO DE  
LOS PINOS DEL. ÁLVARO OBREGÓN. C.P. 01180 MÉXICO, D.F.  
TEL: (55) 5272-9011  
SMARTENS@AMICP.ORG.MX / WWW.AMICPAC.ORG.MX

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

AV. INSURGENTES SUR NO. 1846 COL. FLORIDA  
DEL. ÁLVARO OBREGÓN,  
C.P. 01030 MÉXICO, D.F. TEL. (55) 5322-5740

**LABORATORIO:** CONSTITUCIÓN NO.50 COL. ESCANDÓN,  
DEL. MIGUEL HIDALGO C.P. 1800 MÉXICO, D.F.  
TEL: (55) 5318-9271  
MLOPEZ@MAIL.IMCYC.COM / WWW.IMCYC.COM

# El centinela de Querétaro

Víctor Hugo Martínez

Fotos: Cortesía TGL Arquitectos



El despacho del arquitecto Teodoro González de León, sigue demostrando su calidad arquitectónica. Aquí, un ejemplo más de su obra.

**U**bicado al norte de la ciudad de Querétaro, en la ladera de un lomerío con 100 m de altura, escasa vegetación y un suelo pobre, este recinto creado por el arquitecto Teodoro González de León y su equipo, da muestra fiel de su alianza fraterna, de décadas, con el concreto y la innovación constructiva dominando privilegiadamente el horizonte queretano.

### Desde arriba

Sin duda, su ubicación es uno de los mayores privilegios de este edificio. Su personalidad y manufactura son características ampliamente

conocidas de la arquitectura que por décadas ha producido Teodoro González de León, uno de los alarifes mexicanos más reconocidos en la escena contemporánea que en este proyecto tuvo como socio al arquitecto Óscar A. Rodríguez Castañeda.

Siendo visible para todos y otorgándole a sus usuarios postales estu- pendas de la ciudad que lo contiene, se erige el Centro de Congresos de Querétaro. Un edificio que requirió tres años de construcción y cuyas dimensiones en volumen son de 100 m x 200 m x 18 m de altura, teniendo como gesto más evidente las características fachadas longitudinales conformadas por grandes parteluces de concreto blanco cincelado de 3 m de profundidad que, en conjunto producen un ritmo aleatorio por



sus diversas inclinaciones y giros, al mismo tiempo que favorecen la presencia de luz filtrada o reflejada de forma imprevisible en su interior a lo largo del día.

A él se ingresa a través de una fachada de cristal, ondulada e inclinada, que está orientada al sur y con un frente a una gran plaza de acceso semi-cubierta que comparte con el edificio del Teatro Metropolitano, el cual fue realizado por otra firma de arquitectos de inminente similitud con la obra de González de León. En este lugar destaca un marco de concreto blanco a escala peatonal, que se integra al cuerpo vítreo de la fachada y permite el ingreso a un espacio complejo de cuádruple altura que funciona como vestíbulo principal articulando las circulaciones y entradas a to-



dos los espacios públicos. En éste, se hace uso de columnas circulares de impresionante esbeltez y queda manifestado el rigor constructivo en diversos detalles, al tiempo que se acentúa la presencia de color con el mobiliario dispuesto. Es el acceso a una obra de carácter solemne y de atmósferas amables que nunca pierde el vínculo con el exterior y su paisaje único.

## Organización espacial

El programa arquitectónico general es amplio; sin embargo, vale la pena mencionar algunos de los espacios principales que se resolvieron en el proyecto para comprender posteriormente cómo se vinculan en función de las actividades que se desarrollan. Iniciamos con la planta baja (13,003 m<sup>2</sup> de construcción), donde se encuentran entre otros espacios el vestíbulo exterior e interior, taquillas, módulo de información y registro, módulo de seguridad, comercios, salas de exposiciones a cubierto, servicios y el área de andén (subestación eléctrica, control, mantenimiento, etc.)

Un nivel arriba (Niv.+7.5 m) se encuentra el centro de negocios, cafetería, comercios y servicios para personal. Posteriormente (Niv.+11.25 m), las oficinas de administración y promoción, así como el cuarto de máquinas. Para concluir, se encuentra el Niv.+15 m, que alberga el salón de eventos (vestíbulos, guardarropa, bodegas, cuarto de mamparas), así como el Gran Salón integrado por tres salas y ocho salones de juntas de distintas dimensiones, contando también con una cocina general para banquetes.

Al recorrer el edificio nos damos cuenta que sobre la planta baja se sitúa el área principal destinada a la realización de congresos y exposiciones, la cual consta de un



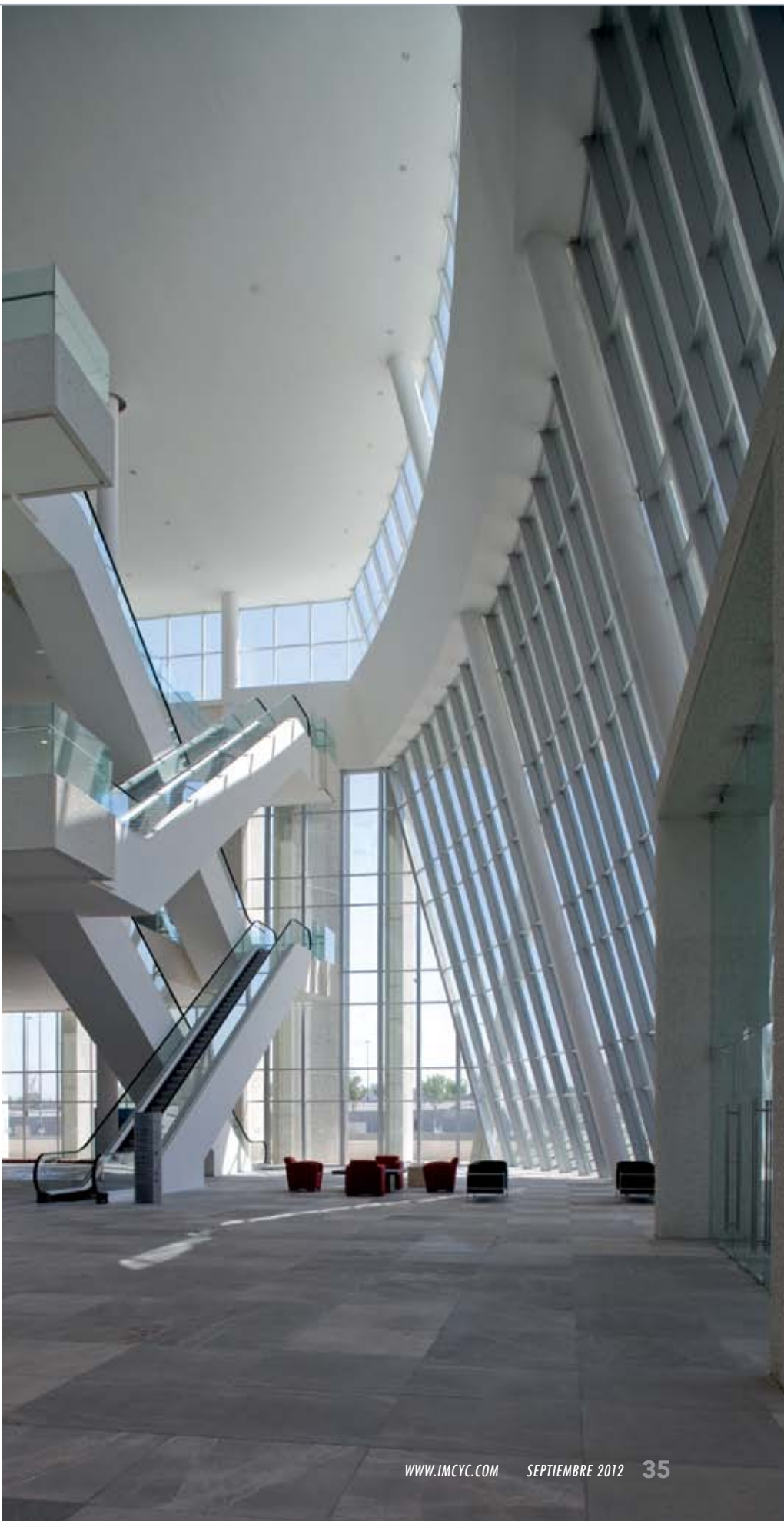


gran salón de 72 m x 90 m y 11.5 m de altura, divisible en dos salones simultáneos, con un área descubierta para eventos al aire libre desde la que se tienen excelentes vistas panorámicas de la ciudad. También ahí, se encuentran dos juegos de escaleras mecánicas y un elevador que permiten el ascenso a la planta alta en donde se ubicó el salón de fiestas –con terraza–, y los salones de convenciones. El espacio del salón de fiestas cuenta con una altura libre interior de 7 m, caracterizándose por su gran versatilidad ya que puede dividirse de distintas maneras dependiendo de las necesidades de los eventos que se realicen incluso en programaciones simultáneas, éste cuenta además con una gran cocina, área de servicios y vestíbulo propios.

En cuanto a los servicios sanitarios y las escaleras de emergencia, funcionan como espacios de transición entre el vestíbulo y los grandes salones. Por su parte, entre los dos pisos principales se encuentra un par de niveles intermedios a manera de balcón; en el primero está el Centro de Negocios, comercios y la cafetería con terraza; en el segundo, los servicios administrativos del Centro de Congresos.

Por su parte, en la sección norte del edificio se localiza el patio de maniobras para los trailers que tienen opción de ingreso al área de exposiciones; se dispuso de un talud verde de 6 m de altura –muy típico de la arquitectura de González de León– que sirve para alojar en su interior diversos cuartos de máquinas e instalaciones, además de que funciona como barrera visual. El estacionamiento tiene una capacidad para 1,073 automóviles.

No está de más mencionar la importancia de las áreas públicas en el proyecto, las cuales están





distribuidas espacialmente en un juego de volúmenes y balcones interiores –ya mencionados– en distintos niveles bajo una gran cubierta abierta a la Plaza de Acceso, protegida en sus costados oriente y poniente por parteluces verticales; énfasis absoluto del movimiento en la composición arquitectónica del recinto.

## Concreto en movimiento

Entrando a detalle en el sistema constructivo, debe subrayarse que

debido a la dimensión de los claros a librar, la estructura del edificio se resolvió con columnas, vigas y armaduras metálicas de gran peralte mientras que el sistema de piso se construyó a base de losacero aparente como terminado final. Por su parte, el concreto fue utilizado mayormente como acabado arquitectónico en las fachadas construidas por tableros y parteluces precolados. Veamos cómo se distribuyeron los 27,740 m<sup>2</sup> de prefabricados de concreto que se produjeron de acuerdo al equipo del arquitecto González de León.



“Las fachadas del Centro de Congresos Querétaro, fueron realizadas con prefabricados de concreto blanco cincelado por el exterior que en su mayoría tienen espesores de 15 cm nervados. Todas las piezas fueron fabricadas con concreto armado de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  (25 MPa); hay una variante en color gris donde se ocupó grava de  $\frac{3}{4}$ ” y cemento gris Apasco, mientras que el diafragma de 6 cm de espesor que forma la fachada es de concreto blanco hecho con grava de mármol de  $\frac{3}{4}$ ” del mismo color, marmolina y cemento blanco Apasco”.

En lo referente a las fachadas oriente y poniente, las dos más largas del volumen, fueron empleados marcos estructurales de 3 m de profundidad, por 18.30 m de altura, formados por nueve parteluces tipo, que difieren uno del otro respecto a su sección en planta e inclinación en alzado. Se cuenta con seis tipos de parteluces verticales y tres tipos más con algún grado de inclinación en alzado (5, 10 y 15 grados de inclinación respecto de la vertical). “Como regla general, la sección de cualquier parteluz está formada por dos piezas de .10 m de espesor en forma de C, las cuales en conjunto, dan un ancho mínimo de 0.70 m, manteniéndose la profundidad total del marco y generándose juntas horizontales a cada 3.50 m de altura”.

Para el desarrollo de estas fachadas, se optó por disponer los parteluces verticales en intercolumnios de 9 y 18 metros, siendo utilizados como cimbra para confinar dos columnas de concreto armado de 0.5 x 0.7 m, ligadas mediante perfiles IR a cada 3.75 m, las cuales soportan una armadura metálica triangular de remate. Una vez colocada la

## Datos de interés

**Nombre de la obra:** Centro de Congresos Querétaro.

**Propietario:** Gobierno Estatal de Querétaro.

**Dirección:** Ciudad de las Artes, Parcela 39 y 40 Z.2 P2/2 Del Ejido Casablanca, Delegación Josefa Vergara y Hernández, Sureste de la ciudad de Querétaro.

**Fecha de construcción:** 2008–2011.

**Plan maestro:** Arq. Teodoro González de León.

**Arquitectos:** Teodoro González de León; Óscar A. Rodríguez Castañeda.

**Colaboradores:** Arquitectos José Arce Gargollo; Alejandro Castañeda; Rafael Sevilla Arias; Jaime Brambila Corral.

**Diseño estructural:** Izquierdo Ingenieros.

**Mecánica de suelos:** TGC Geotecnia.

**Proyecto aire acondicionado:** IACSA, Ingeniería en Aire y Control.

**Proyecto eléctrico:** PYSE, Proyectos y Suministros Eléctricos.

**Proyecto hidráulico y sanitario:** GHA y Asociados.

**Proyecto de instalaciones especiales:** BMS Solutions.

**Proyecto de seguridad:** BMS Solutions.

**Proyecto iluminación arquitectónica:** Luz+Forma.

**Obra civil:** Constructora Chufani.

**Precolados de concreto:** O’Farrill Arquitectos.

**Área construida:** 27,599 m<sup>2</sup>.

**Área de terreno:** 24.5 hectáreas.

**Fotografía:** Pedro Hiriart.

**Concreto:** Columnas y elementos estructurales: 30 MPa CLASE 2.

**Datos de cimentación especiales:** 45 MPa CLASE1.

armadura, se procedió a habilitar las columnas de alma abierta de los parteluces inclinados, mismas que fueron forradas por los precolados.

Por otra parte, para la realización de las fachadas del patio y andén de carga –las más cortas– se emplearon tableros precolados de 1.50 m x 7.50 m x .07 m de espesor con nervaduras de .22 m, fijados a la estructura principal y a bastidores secundarios de perfiles OR e IR, mediante ángulos y placas metálicas así como parteluces a base de prismas trapezoidales de 0.10 x 0.75 x 7.50 m.

Así, en conjunto la imagen final de esta arquitectura es monumental pero dinámica y solemne. Una obra pública que requirió 600 millones de pesos (mdp) para verse materializada y reafirmar lo que los proyectistas nos han reiterado: “el papel fundamental del concreto en este conjunto está en función de la expresión plástica del edificio”. En esa descripción estamos de acuerdo quizá por ello este recinto comienza a ser una evidente referencia en el horizonte de Querétaro. **C**



Con la construcción del Distribuidor Vial Emiliano Zapata, en la puerta norte de la capital del estado de Morelos, se busca mayor fluidez en el tránsito vehicular.

**Isaura González Gottdiener**

**Fotos: Gregorio Mendoza**

**C**on una larga historia que se remonta más allá del año 1500 a.C., la ciudad de Cuernavaca, en el estado de Morelos, presenta en la actualidad importantes retos de movilidad urbana. Asentada en la ladera sur de la sierra de Chichinautzin, la ciudad tiene buena comunicación en el sentido longitudinal nortesur; sin embargo, en el sentido transversal al estar atravesada por siete barrancas, es deficiente. El crecimiento urbano desordenado, acentuado a partir del sismo de 1985 en que cientos de capitalinos migraron a la ciudad de la eterna primavera trajo, entre otros temas, el aumento del parque vehicular y con ello la saturación de las vialidades. En este sentido, uno de los puntos más conflictivos era la glorieta donde se encuentra el monumento al héroe revolucionario Emiliano Zapata. Puerta norte de entrada a la ciudad. Allí confluyen la carretera federal México - Cuernavaca, la autopista de cuota, y las

# Movilidad en tierra morelense





avenidas Emiliano Zapata, Francisco Villa y Heroico Colegio Militar.

Para dar una solución definitiva a la movilidad de la zona, el Ayuntamiento de Cuernavaca, durante el mandato de Manuel Martínez Garrigós, impulsó la construcción del distribuidor vial Emiliano Zapata, el cual fue inaugurado en julio de 2011. Si bien ya se habían hecho varios intentos por mejorar la movilidad en la zona, como fue la instalación de semáforos inteligentes, el problema seguía sin resolverse.

La zona tiene un tránsito promedio de alrededor de 48 mil vehícu-

los diarios y el tiempo de demora para pasar por ella era de 25 a 40 minutos. Con esta obra, se plantea que en la actualidad exista un flujo continuo y los automovilistas pasen un tiempo promedio de cinco minutos. En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, el ingeniero Rafael Eduardo Rubio Quintero, Secretario de Desarrollo Urbano, Obras y Servicios Públicos Municipales y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Cuernavaca nos explicó que para llevar a cabo este proyecto de infraestructura vial, en primer término se realizaron una

serie de estudios geométricos y de mecánica de suelos para analizar las posibilidades de solución. Al respecto, el funcionario comentó: "las opciones eran hacer el distribuidor subterráneo, por arriba o mixto. Tomamos la decisión de hacerlo mixto con dos gazas por arriba y una deprimida, ya que era lo más económico".

### En tiempo y forma

El sistema constructivo, avalado por el Colegio de Ingenieros Civiles de Morelos, después de

haberse estudiado varias alternativas, está basado en estructuras prefabricadas de concreto; estos trabajos fueron encargados para realizarse a la empresa de prefabricados de concreto, Grupo Constructor SEPSA, S.A. de C.V., empresa líder, con 50 años de experiencia en el mercado. La estructura en el distribuidor vial, se conformó con dos gazas elevadas con longitud de rodamiento de 382.50 con 8 tramos, soportados con 7 columnas y 217.50 m, en 7 tramos que están soportados por 6 columnas, con 45 traveses tipo cajón en ambas gazas con peralte de 150 cm y 13 cabezales. La superficie de rodamiento tiene concreto armado, mientras que el deprimido tiene 318.00 m, donde se utilizaron 168 muros doble T, 68 muros tipo spiroll de 30 cm de espesor y 51 tabletas prefabricadas de concreto. En la obra se utilizaron un total de 5 mil 525 m<sup>3</sup> de concreto y 994.5 toneladas de acero de refuerzo. Para contratar el desarrollo de proyecto ejecutivo y la ejecución, se llevó a cabo una licitación pública que ganó la empresa Pinfra S.A. de C.V.

El principal requisito era que el contratista contara con la capacidad técnica y financiera para entregar el proyecto llave en mano. Técnicamente la construcción fluyó sin problemas, siendo concluida incluso un mes antes de lo previsto. El ingeniero Rubio dice que el mayor reto técnico a resolver fue la reubicación de la infraestructura subterránea, como las redes de teléfono, televisión, drenaje y agua potable. Además del distribuidor, Pinfra también realizó obras complementarias como un puente peatonal para la 24 zona militar, jardinería, alumbrado público y señalamiento vertical y horizontal. Cabe subrayar que para lograr la realización de esta obra de infraes-



estructura vial fue necesario establecer un diálogo entre los distintos niveles de gobierno.

Este proyecto tuvo que ser aprobado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno Federal y por los comuneros. Se trata de una zona federal la cual está dada en comodato al gobierno del estado de Morelos, dado que se ha convertido en una zona urbana por lo que el Ayuntamiento tiene la jurisdicción para darle mantenimiento. También hubo que dialogar con los ambientalistas y con los comerciantes ya que al ser paso natural para la ciudad de México y Acapulco, en este punto hay mucha venta de alimentos y bebidas, para que se convencieran de los beneficios que se iban a obtener.

Para financiar ésta y otras obras, el Ayuntamiento de Cuernavaca, junto con los regidores y el congreso local, consiguieron un crédito de 600 millones de pesos, de los cuales 165 se destinaron al distribuidor. Cabe destacar que normalmente los ayuntamientos no tienen muchos recursos para la obra pública y los que hay son para servicios de pavimentación, bacheo y recolección de basura. En este sentido, el ingeniero Rubio comentó que ésta es la administración municipal que más obra pública ha realizado en la ciudad de la eterna primavera. El crédito se pudo lograr dado que el Ayuntamiento no estaba endeudado. Con estos recursos también se construyó una Unidad Deportiva en Acatzingo; se pavimentó con concreto la avenida Morelos en la parte sur, en el entronque con la autopista a Acapulco; se hizo un parque público y un centro cultural en Tlaltenango.

### Zapata cabalga

Obra de los escultores Carlos Kunte-Ovando y Estela Ubando Corial, la estatua del general Emiliano Zapata fue retirada momentáneamente por una empresa especializada en el desplazamiento de este tipo de monumentos de la glorieta durante la obra. Para ello se



fabricó una caja de acero de 3 metros de ancho, por 8 de largo y 7 de altura en la que fue embalada la obra de bronce cuyo peso es mayor a las 8 toneladas. Una vez concluido el distribuidor, el Caudillo del Sur regresó a su posición original. De broma, el ingeniero entrevistado comentó: "Se calculó que si el caballo estuviera vivo iría a una velocidad de 32 km/hr y chocaría en dos segundos contra la trabe". El entrevistado agregó que la estatua será reubicada en la avenida Plan de Ayala para que luzca el esplendor escultórico del caudillo cabalgando por siempre. Mientras, el maestro Kunte trabaja en la creación de un Zapata erguido, que continuará dando nombre a esta conocida glorieta morelense. ©

**ALTA RESISTENCIA**  
aún en Ambientes Hostiles.

**KENWOOD**  
Listen to the Future

**3 AÑOS DE GARANTÍA**

**Radiocomunicación para:**

- Coordinar sus Actividades.
- Aumentar su Productividad.
- Incrementar la Seguridad.

Entregamos e instalamos de inmediato, a través de nuestra red de Integradores Profesionales Certificados. ¡Ingeniería y Soporte del más Alto Nivel en el Mundo!

**PIDA SU CATÁLOGO GRATIS**

**01 800 711 6270**  
www.syscom.mx info@syscom.com.mx

**SYSCOM**  
A la Vanguardia en Tecnología®



## Un edificio para Joan Miró

Así como el pintor Joan Miró es uno de los más importantes en la historia del arte, el edificio de la Fundación Miró, que difunde la obra del artista, es una obra que a más de tres décadas de haber sido construida, es ícono urbano de Barcelona.

**Gabriela Celis Navarro**

**Fotos: Carlos Sánchez Pereyra**



# H

acer referencia al maestro catalán Joan Miró es pensar en una de las figuras del arte mundial más importantes e influyentes del siglo XX. De ahí la necesidad de que su legado pictórico y de pensamiento tuviera un hogar propio:

la Fundación Miró, que abrió sus puertas al público el 10 de junio de 1975. Los orígenes de esta fundación se encuentran ligados a la primera exposición que hiciera el artista plástico en Barcelona, en 1968, en el antiguo Hospital de la Santa Cruz. Después de esa gran muestra, diversas personalidades del mundo del arte y la cultura se dieron cuenta de la oportunidad que tenían de contar en Barcelona, con un espacio referencial para la obra del gran Joan Miró.

Este nuevo espacio y la institución que se conformaría, basada en la propia voluntad del artista, debían fomentar el conocimiento y la difusión del arte contemporáneo, en todas sus vertientes. Así, en una etapa en que el panorama artístico y cultural estaba a la baja en Barcelona, la Fundación Miró brindó vitalidad y aire fresco a través de la presentación de un museo más dinámico en el cual, la obra de Joan Miró, convivía con diversas manifestaciones artísticas. Cabe decir que el nombre real de esta Fundación es: Centro de Estudios de Arte Contemporáneo (CEAC). Hoy, la Fundación ha sido declarada Museo de interés nacional, dada su relevancia.

En la actualidad, la colección existente en la Fundación Joan Miró de Barcelona tiene más de 14 mil piezas entre las que se encuentran pinturas, esculturas, textiles, cerámica y, en sí, la totalidad de la obra



gráfica de Miró, así como alrededor de 10 mil dibujos. La mayor parte de este fondo invaluable fue donado a la institución por el propio artista catalán, mientras que otras obras proceden de la colección de doña Pilar Juncosa (esposa del artista), así como de la colección





de Joan Prats, amigo íntimo de Joan Miró, e impulsor de la idea de generar una Fundación. Con el paso del tiempo, este fondo artístico se ha ido incrementado con donaciones posteriores.

había realizado para su amigo Miró, su estudio de pintura en Mallorca (1955). Cabe decir que en 1986 el edificio fue motivo de una ampliación, con el fin

## El arquitecto del edificio

Fue un gran amigo del pintor Joan Miró, desde 1937, el notable arquitecto Josep Lluís Sert (1902-1983) quien concibió, teniendo al concreto como material preponderante, un espacio abierto, con grandes terrazas y patios interiores que permiten a los visitantes una circulación idónea, la cual está basada en el sistema Modulor. Las obras para la generación del espacio dedicado a Miró, fueron iniciadas en 1972, siendo dirigidas por el propio Josep Lluís Sert, así como por el también arquitecto Jaume Freixa. Josep Lluís Sert, por cierto, años atrás, ya



de albergar una biblioteca y un auditorio. Para 2001, bajo la dirección del arquitecto Jaume Freixa tuvo una segunda ampliación, siguiendo los dibujos originales del propio Josep Lluís Sert. El imponente edificio fue levantado sobre unos terrenos que cediera el Ayuntamiento de Barcelona, dentro del emblemático parque de Montjuïc.

A nivel cultural, destaca el hecho de que la sede de la Fundación Joan Miró fue el primer museo de arte contemporáneo con que contó Barcelona siendo además, punto de ruptura y de vanguardia tanto desde una perspectiva arquitectónica, como funcional.

De esta obra, destaca también la solución que sus autores hicieron de la iluminación, así como las estructuras abiertas al paisaje de la imponente ciudad condal. Desde una perspectiva formal, conviene remarcar la reinterpretación de las líneas propias de la arquitectura medieval catalana, como son la presencia de los patios, de una torre octogonal, de las proporciones vinculadas al vacío y, sobre todo, a la presencia de la piedra, en este caso, de la gran piedra artificial que es el concreto, presentado de modo aparente.

Esta obra está catalogada dentro del llamado "Racionalismo mediterráneo", un estilo arquitectónico que se caracteriza por buscar comunicar el espacio interior con el exterior, buscando así un equilibrio entre paisaje y arquitectura. Como ya se dijo, destaca en la obra el tratamiento que se hace de la luz, la cual ingresa al recinto de manera cenital en la salas gracias a los amplios lucernarios existentes, tan propios de la arquitectura de Sert.

Sobre esta obra, se lee: "El edificio que alberga la Fundación Joan Miró es una imponente estructura que en el momento de su construcción resultó rabiosa en su modernidad, gracias a sus líneas simples y a su fachada de concreto liso sin ventanas y que pronto fue apreciada por su 'rara belleza' [...] A pesar de su aspecto exterior, el interior de la Fundación Joan Miró está lleno de luz natural y en sus salas destaca el arte que se expone [...] Todo el conjunto está estructurado en torno a un patio central de bóvedas y medias bóvedas, reminiscencia de la arquitectura de la época romana y en la que se presentan otras reminiscencias históricas". (*Más allá de El Prado: museos e identidad en la España democrática*, de Selma Holo e Isabel Benassar). Asimismo, conviene resaltar, dentro de ese Racionalismo

mediterráneo presente en esta obra, el interesante juego de volúmenes que se logra a través del concreto, así como la ausencia de elementos decorativos en el cuerpo del edificio con el propósito de potencializar los valores exteriores; los paisajísticos. Hay también en la obra una preferencia por privilegiar lo esencial, lo práctico, todo bajo formas simples.

## Colofón

Dentro de la historia de la arquitectura española, el edificio que alberga la Fundación Joan Miró, desde los puntos de vista arquitectónico, urbanístico y paisajístico, es uno de los hitos más relevantes. Esta relevancia está además dada por ese ambiente tan particular que tiene, que proviene de los valores históricos y sociales enlazados en la obra del artista, con la obra del arquitecto Josep Lluís Sert, dos de los catalanes de mayor relevancia en el mundo del arte y la arquitectura. **c**

## SOLUCIONES PROFESIONALES en Circuito Cerrado de TV

Diseñamos Sistemas de Videovigilancia Autónomos para sitios remotos.

Nuestra solución incluye la grabación y comunicación robusta por radio o internet, así como la alimentación con energía solar.



Entregamos e instalamos de inmediato, a través de nuestra red de Integradores Profesionales Certificados. ¡Ingeniería y Soporte del más Alto Nivel en el Mundo!

PIDA SU CATALOGO GRATIS

01 800 711 6270  
www.syscom.mx info@syscom.com.mx

**SYSCOM**  
Segura Inversión en Seguridad



# Un velero llamado Trump Ocean Club

**Raquel Ochoa**

Ubicado en la bahía de Panamá, en Punta Pacífica –sector de lo más exclusivo y prominente del país caribeño–, se alza el Trump Ocean Club International Hotel & Tower. Mole de concreto que reta y ejerce una atracción poderosa creando una sensación de ligereza y vértigo.



Cuánta gente puede decir al mirar una fotografía de qué lugar se trata? El Trump Ocean Club (TOC) es un edificio con personalidad.

Crema un horizonte reconocible del entorno caribeño, dando la sensación de identidad. El TOC, como comúnmente se le conoce, fue edificado como una demostración de confianza en la solidez y estabilidad de la economía panameña, por parte del empresario inmo-

biliario estadounidense Donald Trump. La sola firma Trump, sin duda alguna, genera un estatus de prestigio en el TOC, por ser una franquicia reconocida a nivel mundial.

Para ingresar al mercado inmobiliario de América Latina y lograr la construcción del lujoso complejo residencial y turístico, el emporio estadounidense *The Trump Organization* se asoció con los desarrolladores panameños K-Group.

El despacho colombiano de arquitectos Arias Serna Saravia (AS&S) y Espacios Urbanos, fueron los seleccionados para realizar el proyecto arquitectónico de mayor altura de Latinoamérica, ubicado en Punta Pacífica. La idea del despacho fue concebir un diseño sofisticado y exclusivo, inspirado en el entorno y cultura panameña. Así, surgió el TOC, un velero que confluye en dos mares. Con una inversión de 470 millones de dólares, esta impresionante torre se levanta 293 metros de altura en una superficie de 260,000 m<sup>2</sup> de construcción, convirtiéndose en el elemento vertical más alto de Latinoamérica. Se estima que será todo un hito arquitectónico de la urbe caribeña.

Cabe decir, que el lujoso complejo turístico de concreto incluye: un hotel de cinco estrellas, spa, piscina cubierta, boutiques de diseñadores y tiendas, restaurantes de gastronomía gourmet, club playa y de yates, centro de negocios, un casino internacional y una isla privada.

## El material decisivo

Para hacer posible la megaconstrucción fue decisivo el concreto reforzado y los sistemas de bombeo que lo llevan hasta la cima del gigante de concreto. En este sentido, miembros del despacho AS&S comentaron: "En su construcción se utilizaron concretos de altas resistencias, de hasta 12,000 libras de fuerza por pulgada cuadrada (PSI, por sus siglas en inglés) con agregados finos y aditivos de última generación, diseñados para bombeo a gran altura". Conviene subrayar que el desarrollo óptimo de este tipo de concretos obligó a los constructores a considerar especialmente el material cementante, el agregado grueso y los



aditivos finos, así como los parámetros originales y las proporciones de agua y material cementante, arena y agregado, tamaño máximo y revenimiento, entre otros elementos.

Para el bombeo de concreto a más de 200 metros de altura se utilizaron tres sistemas de bombeo independientes. En este caso, la alianza Putzmeister y Trump Ocean Club, solucionó de manera eficiente el gran reto de hacer llegar el concreto hasta el último piso de este sofisticado rascacielos.

Para lograr el gran reto que conlleva trabajar con concreto lanzado a grandes alturas, AS&S comentó: "Se realizaron análisis minuciosos para la colocación del concreto que permitieron optimizar el tiempo y los costos presupuestales del proyecto. Un de los retos más grandes fue seleccionar el equipo correcto para el vaciado de concreto en la singular forma curva del edificio que da la idea de velero". Además, otro aspecto fundamental fue la tecnología hidráulica con cimbras deslizantes. La pluma de levantamiento sin esfuerzo a la torre y los dos cilindros de elevación permitieron eficientar la productividad en el uso de maquinaria y equipo para la colocación de concreto.

La idea fue transportar el concreto de manera uniforme a las plumas de colocación. En este sentido, el equipo Deutz Turbo BSA 1409 D de 140 Kw distribuyó el concreto de manera eficaz y rápida, es decir 91 m<sup>3</sup> por hora.

AS&S expone que "el proceso de preparación de cimbras para las placas de concreto postensado involucró mesas volantes, las cuales son movilizadas con torre



grúas hacia un nivel superior del edificio sin necesidad de desarmarlas y volverlas a ensamblar. Este sistema produce grandes ahorros en tiempo y en mano de obra, se estima que este proceso ágil de desmontaje y montaje de cimbras, ahorra al menos un 30% del tiempo requerido por desmontaje y montaje de las cimbras convencionales".

Para el despacho, "sólo es posible construir estructuras de concreto de grandes alturas con sistemas especiales de bombeo y diseños de mezclas especializados que permiten la distribución del concreto dentro de los rangos de eficiencia y rapidez que exigen las mega-construcciones como el TOC. Los sistemas de bombeo para alturas superiores a 100 metros requirieron tres juegos de bombas de alta capacidad, así como diseños de mezcla y aditivos especiales, que permitieron el manejo del concreto dentro de tuberías impulsadas haciendo posible que el inicio del fraguado sucediera en los tiempos requeri-

dos y la consistencia de la mezcla se desplazara de forma adecuada dentro de los conductos", expresan en AS&S.

## Sistemas de cimentación de suelos

Los ingenieros estructuristas de la Torre Trump de Panamá, Óscar M. Ramírez y Luis García Dutari, explicaron los retos, características y evolución de los sistemas de cimentación de suelos de esta estructura de concreto. "El suelo de cimentación del Trump presenta un perfil variable en su estrato rocoso ubicado a 6 metros en el extremo norte y 20 metros en el extremo sur. Fue necesario enclavar el suelo sobre el estrato rocoso de material de relleno que, en algunos casos, registraba alto contenido de limo y arena.

La cimentación consistió en la combinación de zapatas superficiales apoyadas directamente a la roca por pilas vaciadas in situ y empotradas sobre la misma roca", señalaron los ingenieros estructuristas.

Los cabezales de concreto reforzado fueron claves para conectar los elementos verticales del proyecto, "las columnas y muros de cortante, a los pilotes. Los cabezales se unieron ente sí por vigas de amarre de cimentaciones en las dos direcciones ortogonales de la planta".

El empleo de sistemas de piso de concreto postensado es una solución importante en las grandes edificaciones, su ventaja sobre otros materiales es reducir la aceleración lateral por efectos de viento. Actualmente, la tendencia de los cambios asociados a procesos de innovación tecnológica hace posible el uso de estas soluciones logrando seguridad y confort en las edificaciones de gran altura.

Óscar M. Ramírez, explica que el sistema de piso del TOC, "consiste en losas tipo placa plana postensada en pisos típicos, y de una losa multicelular en la zona de Lobby principal. Debido a la asimetría del proyecto, las losas de piso también fueron reforzadas para actuar como tensores durante el proceso de construcción, con lo cual se logró atender el momento de volteo inducido por los arcos al momento el proceso de constructivo".

Para Óscar M. Ramírez, "el sistema y elementos de resistencia y rigidez lateral del TOC se pueden definir como un sistema de muros de corte en la dirección corta y muros acoplados con vigas de gran peralte *outriggers*, en la dirección longitudinal". Además, "el edificio cuenta con dos muros de cortante tipo cajón en el núcleo de elevadores, un muro tipo cajón en el lado sur (mástil), dos muros tipo cajón en forma de arco, desde el nivel 11 hasta el nivel de azotea, y algunos muros individuales ubicados en el resto de la planta. El sistema de "outriggers" amarraban estos



muros, en tres ubicaciones (nivel 15, nivel 33, y nivel 66) dentro de la altura del edificio, a partir del nivel 11", enfatiza el estructuralista.

## Colofón

La convergencia de diversos materiales, como el concreto, el acero, el vidrio de doble capa, aluminio,

fibras de polietileno de alta densidad, tableros de cemento, pintura texturizada de alta resistencia, acabados telas antifuego, mármoles, piedras, tableros de yeso, cartón para cielo raso, maderas pre moldeadas y prearmadas de chapillas múltiples, dan forma a la edificación más alta de Latinoamérica, El Trump Ocean Club. ©

 **Consorcio de Andamios y Cimbres Universales, S.A. de C.V.**

[www.andamiajesuniversales.com.mx](http://www.andamiajesuniversales.com.mx)

**Los mejores a su servicio...**

**Tel. 01 800 654 2653**  
**5859-4675, 5859-4676**

[www.andamiajesuniversales.com.mx](http://www.andamiajesuniversales.com.mx)

The advertisement features a central image of a large, classical-style building under renovation, completely encased in a complex network of metal scaffolding. The building has multiple stories with arched windows and decorative architectural elements. The scaffolding is made of dark metal poles and cross-braces, creating a grid-like structure around the building. The sky is a clear, light blue. The text is arranged around the image, with the company name and logo at the top, the website URL below it, and the slogan and contact information in a bold, black font at the bottom.

En México existe mucho talento para enfrentar los grandes retos de la industria; nuestro entrevistado es ejemplo de lo antes dicho.





# Talento para transformar la industria

**Gregorio B. Mendoza**  
(Texto y fotos)

**S**iempre se ha dicho que en el país existen el talento y la juventud que brinda solidez a las grandes empresas de la industria; lo anterior es totalmente cierto. Detrás de la vasta experiencia de personajes consolidados están numerosos profesionistas con tenacidad y dando pasos firmes hacia un futuro más prometedor. Aquí presentamos a uno de ellos.

## Ni azar ni destino

Nacido en febrero de 1972, el ingeniero Jorge Guillermo Antillón Quintana nunca imaginó involucrarse profundamente en la industria de la construcción. Sin embargo, la vida lo acercó al área y pronto este ámbito se convirtió en parte de él. Padre de familia, egresado como Ingeniero Mecánico por el ITESM Campus Estado de México y Maestro en Administración de Empresas por la misma

institución hoy, a quince años de haber iniciado su carrera profesional, es el director de la División de Químicos para Construcción en México, Centroamérica y el Caribe de BASF y tiene una interesante historia que compartimos. Por lo anterior, nos recibió en sus oficinas y abre las puertas a los lectores de CyT para hacer un recorrido por su trayectoria profesional colmada de tenacidad, esfuerzo y constancia, así como para dar un vistazo al panorama de los aditivos para concreto en la actualidad.

El entrevistado sabe bien que no ha sido algo fácil. Logra con comodidad recorrer cada una de las etapas por las cuales ha pasado para llegar hasta donde se encuentra. Se le presentó una oportunidad y no la desperdició; supo adaptarse y evolucionar en una actividad profesional que no pertenecía a su rubro académico y en la cual veía un incierto crecimiento profesional. Una vez dentro de la empresa, su perseverancia y posteriormente su descubrimiento de la industria del concreto, lo animó a quedarse en este camino.

“Comencé en el área de ventas; fui representante técnico y vendedor durante aproximadamente diez años. Comencé instalando equipos de dosificación de aditivos; haciendo mi cartera de clientes. Sin duda la parte más difícil a nivel personal fue cambiar mi paradigma de que ahora iba a estar en ventas y no en una planta industrial. Se trataba de estar tocando la puerta de los clientes. Me costó un poco de trabajo aceptar mi nuevo rol que era ser un vendedor de aditivos. Finalmente, me encantó ya que me vi involucrado en negociaciones interesantes para la empresa y me di cuenta que este sector (ventas) es de los más difíciles para encontrar el éxito.

Indudablemente me formó”, nos cuenta.

Él le atribuye esta dificultad al hecho de no conocer con exactitud el valor agregado que le puedes ofrecer a un cliente potencial, amén de identificar cuál aspecto es al que ese cliente le da valor. Por ello, señala que como vendedor se puede tratar de colocar cualquier producto. Sin embargo, si no existe una comunicación efectiva y un conocimiento pleno de las necesidades del consumidor difícilmente se logrará el objetivo. “Una vez identificado lo anterior, lo siguiente es adaptar tu oferta de valor, los productos que tienes para cubrir esas necesidades y llevarlo a la realidad para garantizar satisfacción en cualquier sentido que se piense”.

El gran reto al que me enfrenté –nos dice– es que yo no tenía pensado trabajar en este ramo de la construcción porque mi enfoque era más industrial, pero en 1995 conocí a los directivos de MBT y me invitaron a participar con ellos. Debo decir que mi idea no era quedarme mucho tiempo en esta industria del concreto; pero fue como un virus (positivo) y pues me infecté muy rápido –nos comenta entre risas–; fui apasionándome de este material y hasta la fecha aquí estamos poniendo nuestro granito de arena”.

Reconoce que aunque es algo que tampoco le es ajeno a su formación profesional, saber de concreto tiene su mérito. “Es un material que se comporta distinto a otros materiales de construcción porque es un compuesto que primero se nos presenta como un líquido y después se vuelve sólido en un proceso muy complejo e interesante. Es una materia prima que depende y cambia drásticamente su com-

portamiento o cualidades por diversos factores. Eso me atrae”. Y así como el material y sus múltiples cambios son una referencia para él, nos dice que quizá ya no es tan joven, mientras sonríe. “Acabo de cumplir 40 años, pero yo creo que lo más importante de mi trayectoria en la empresa ha sido poder adaptarme (como el concreto) a los cambios internos, lo que ha sido clave para poder seguir en crecimiento profesional de forma constante”.

¿Qué ha sido lo que más te ha gustado al adentrarte en esta industria?, le preguntamos. “Yo creo que la oportunidad que te da de conocer muchas otras que están ligadas al concreto. Todas las industrias necesitan en mayor o menor medida utilizar este gran material. Uno puede mencionar desde una presa hidroeléctrica que lleva concretos masivos, hasta una nave industrial o vivienda que también utiliza concreto, todo el contacto que tienes con las diferentes industrias es muy amplio; eso es lo que me encanta, te da un conocimiento muy amplio de todos los aspectos de la vida de un país”.

Conocedor de primera fila de los actuales retos de la industria de los aditivos para concreto en diversos rubros y de las exigencias a nivel técnico de este material, comenta que desde su perspectiva lo que hoy y en un futuro inmediato está teniendo un énfasis y peso específico es el tema de sustentabilidad. En su opinión, la industria química juega un papel fundamental porque debe proporcionar productos más amigables con el medio ambiente y eso será un punto determinante en el futuro de la industria. “Creo que todos en general están preocupados por ello. Nos preguntamos desde nuestro campo de acción cómo

podemos contribuir a este tema o cómo poder hacer un crecimiento que sea sostenible sin afectar drásticamente el medio ambiente, esto es clave y va tomar cada vez mayor relevancia. Es el reto más importante que tenemos frente a nosotros en la actualidad”.

Por lo anterior, BASF realiza investigaciones en México para el desarrollo de nuevos productos como lo ha venido haciendo desde hace tiempo aunque tomando en cuenta este enfoque. Y es Antillón Quintana quien nos explica el por qué: “Creemos que no solamente podemos depender de los productos que nos mandan de otros países, entendemos que muchas veces éstos los tenemos que tropicalizar a las condiciones del mercado, de la industria local y en ese sentido trabajamos para dar respuestas específicas y responsables con el medio ambiente”. En este sentido, vale la pena mencionar que México tiene un papel de suma importancia ya que para la empresa es el mercado más grande y una de las economías más importantes de la región. Aunque por ejemplo, Panamá ha logrado posicionarse como uno de los mercados más activos debido a las obras de infraestructura realizadas en materia de presas, metro, ampliación del canal, etc. Otros dos países muy bien posicionados son la República Dominicana y Puerto Rico, en donde la industria del turismo ha detonado diversos nichos que franca injerencia para BASF.

“En México estamos tratando de dar una oferta integral para la industria de la vivienda vinculada a nuestros aditivos para el concreto, por eso estamos sumando otras tecnologías de aislamiento para el ahorro de energía. Esto es algo novedoso en lo que es-



tamos trabajando fuertemente porque complementa y expande las cualidades del concreto; por lo pronto ya estamos en una etapa de implementación para probar que funciona correctamente y después saldremos a los demás países”.

Ante la pregunta expresa sobre la forma en que influyen en la industria de los aditivos las investigaciones que realizan por su parte cada una de las cementeras en el país, respondió: “Creo que mucho. Sobre todo en el tema verde y en el de las tecnologías desarrolladas, las cuales nos han impulsado a responder de forma precisa con productos que se adapten a esas necesidades específicas. Es inevitable, ahora los cementos han ido evolucionando; se están volviendo cada vez más verdes; eso nos ha abierto la posibilidad de ocupar productos o aditivos para concreto que sean más eficientes, que

puedan ayudar al desarrollo de resistencias o fluidez adecuadas para este tipo de cementos bajo exigencias que no se contemplaban antes. En el tema de productos para la industria, me gustaría comentar que tenemos algunos que lanzaremos próximamente al mercado como aditivos reductores de agrietamiento, concretos dúctiles que son materiales compuestos pero a base de cemento, impermeabilizantes internos del concreto basados en la cristalización de silicatos, etcétera”.

¿Cuáles son las características del concreto dúctil?, le preguntamos. A decir de nuestro invitado, éste es el sueño de cualquier ingeniero estructuralista, arquitecto o diseñador, porque implica que se podrá disminuir el acero de refuerzo ya que el concreto absorbe parte de los esfuerzos a flexión que el acero toma en la estructura. “Estamos aún en pruebas pero no

creo que no pasaremos más de dos años para su lanzamiento”.

### Gran futuro

Adicionalmente, dentro de los planes y próximas fechas que tiene la empresa, el especialista nos ha comentado que lo más importante en el futuro cercano es garantizar un crecimiento sostenible; eso es parte de los retos inmediatos que tiene la industria y BASF de forma específica. Sabe bien que la demanda de vivienda, de pavimentos y obras de carácter industrial o comercial son los pilares de estos objetivos y que en sus manos está el cumplimiento de ellos. Hacia ello –como empresa– estamos enfocándonos, desde la química hasta las cualidades técnico constructivo reitera Antillón Quintana concluyendo que “el valor del compromiso individual genera siempre un beneficio colectivo”.c

# Más allá de lo verde

La ciudad es el laboratorio dónde la responsabilidad social y el bajo impacto ambiental comienzan a detonar nuevas estrategias de trabajo para transformar nuestro entorno. Taller 13 Arquitectura Regenerativa nos abre el panorama de este tema.

Víctor Hugo Martínez

Renders: Cortesía Taller 13  
Arquitectura Regenerativa







Foto: www.vertigopolitico.com.

## Rescatar el vital líquido para la Cuenca del Valle de México; vital.

objetivos de trabajo como arquitectos o urbanistas. "Tenemos que dejar de ver objetos. Un gran urbanista menciona que los arquitectos deben de pasar de diseñar objetos a pasar a diseñar lugares. Porque no se trata tanto de jerarquías, es mucho más de cómo nos comunicamos y cómo nos distribuimos; no es tampoco un acto de medición de las cantidades sino de las calidades para todos los habitantes en un ecosistema". Agrega que para lograrlo habrá que entender el concepto de redes, ciclos, metabolismo, etc. Lo explica así porque para su oficina cualquier proyecto de consultoría que asume lo abordan entendiéndolo como un proceso de educación y desarrollo, como un ser vivo.

Estamos en la Ciudad de México, nos encontramos en una cuenca que es el vaso ancestral de captación de agua natural, un sistema de drenaje de un ecosistema, nuestro sistema mínimo a nivel social es una comunidad

Foto: Gregorio B. Mendoza.



El arquitecto Elías Cattán.

y la sostenibilidad en la relación de estos es el hecho de que las personas estén participando en mejorar su cuenca, esa cuenca que hoy sólo traslada aguas negras y que es coronada por un flujo vehicular en incremento que reduce todo tipo de actividad en este gran recorrido.

Para la propuesta del rescate del Río de la Piedad, Cattán expresa: "Partimos desde una teoría de regeneración, básicamente lo que eso significa es que nosotros como humanos debemos de diseñar nuestros patrones de desarrollo y de crecimiento de tal manera que beneficie en diversos sectores y que actuemos como un sistema completo. Lo que representa un panorama radicalmente distinto a separar únicamente las cosas o tratar el agua que por ahí se traslada con tecnología o plantas de tratamiento; es decir, son elementos que nos servirían pero no deben ser parte de una estrategia fragmentada, debemos de buscar una inclusión holística".

¿Cómo hacerlo y lograrlo con éxito?. El especialista indica que la vida es una serie de elementos dinámicos y la mejor manera de contarla es a través de historias, de comunicar las necesidades y el potencial de nuestra ciudad. Por eso está convencido de que proyectos como el de la regeneración del Río de la Piedad, pueden generar una nueva cultura a través del agua, a través del potencial que inspira y que nos motiva a organizarnos como sociedad en la búsqueda de un fin común. "Todos los estudios que hemos hecho a través de la ciudad, nos dicen que la movilidad y el agua son un binomio; que la conquista de este ecosistema fue dominando el agua, cuya estrategia de secar los lagos o ríos se fundamentó en la opresión de rebeliones locales. Es claro que los ríos los seguimos usando para movernos porque los flujos continúan un patrón, los patrones perduran y están ahí para volver a surgir bajo diferentes cánones".

## De vuelta al pasado

Si nos preguntamos cuáles son las raíces y la existencia de este lugar como metrópoli, veremos que podríamos equipararnos a Venecia. "La Ciudad de México con sus 45 ríos nos indica lo que puede ser, y eso es la regeneración que buscamos. Se podría resumir diciendo que es cuando un sistema conserva algo que tiene en esencia pero que no se ha manifestado todavía con nuevos potenciales, aquí podríamos tener la primera megalópolis sostenible del planeta", señaló Cattán.

# SERVICIOS IMCYC

## Publicaciones



*“Un mundo de  
soluciones  
en concreto”*



### REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS (2011)

#### ACI 318 S-11

El “Reglamento para las construcciones de concreto estructural” en su edición 2011, presenta la última versión que se ha realizado a dicho documento.

**\$950 M.N.**

Más gastos de envío.



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

**CONTACTO:**

Michael López Villanueva

Tel.: 01 (55) 5322 5740

Ext. 210

Fax: 01 (55) 5322 5745

E-mail: [mlopez@mail.imcyc.com](mailto:mlopez@mail.imcyc.com)

Considerando que todo en la vida tiene un propósito, el de Taller 13 se fundamenta en la regeneración del Río de la Piedad como proyecto piloto para alcanzar el objetivo mencionado. Lo que espera esta firma es que poco a poco la gente se involucre con el fin de cambiar nuestro modelo de ciudad a través del aprecio por tener un nuevo espacio público. "Simple y sencillamente queremos una ciudad sana, regenerando los bosques, los ríos y los pantanos, nuestros sistemas vivos".

Ante la pregunta sobre por qué este río y este territorio, responde que se escogió por ser un punto céntrico, y porque esboza una verdadera cirugía urbana gracias a que el 80% del agua que fluye por estos ríos es agua limpia y la usamos sólo como lubricante de aguas negras. Además, indica que el Viaducto Miguel Alemán no es una vialidad factible por reglamento ya que originalmente eran dos carriles y ahora son tres. "Básicamente lo que estamos proponiendo es quitarle seis carriles a la ciudad ya que ninguna ciudad del mundo ha solucionado su problema de tráfico haciendo más infraestructura para automóviles. Hay un principio en ingeniería que indica que si a un líquido se le da más espacio, éste va a seguir ahí y así se analiza o resuelve el tema vehicular en la mayoría de las ciudades. Nosotros creemos que el tráfico vehicular funciona más bien como un gas ya que si le proporcionamos más espacio toma el espacio y se expande pero si le restringimos se adapta".

De esta forma, propone quitar los carriles del Viaducto y propiciar un sistema integral de movilidad, el cual denomina 1-2-3-4 de acuerdo a las prioridades del mismo (peatones, bicicletas, transporte colectivo y transporte privado). "Lo que queremos poner aquí es a la gente, sus bicis, el transporte público y sus coches. Generando este eje de carácter público se podría conectar el aeropuerto con Santa Fe en un recorrido de 20 a 25 minutos aproximadamente. Imaginemos las plusvalía inmobiliaria, la recaudación predial, los nuevos planes de desarrollo que deberían de ponerse en marcha; sólo entonces al ver los árboles más altos identificarán que ahí va el río, todo el caudal de nutrientes, los flujos y esto trae consigo potencial, impuestos comerciales y espacio público, integración comunitaria, los beneficios son múltiples", afirma.

No está de más decir que su marco de trabajo en consultoría e investigación de proyectos parte básicamente de comprender los procesos geológicos que conforman el territorio y determinan la hidrología, binomio que a su vez dicta la biología, los patrones de asentamientos y cultura, así como su relación con

el mundo. Un nuevo escenario urbano en la Ciudad de México es posible, la historia, la física, los ejemplos diversos en el mundo pueden comprobarlo, la cuestión es preguntarse: ¿Qué modelo de ciudad queremos?

Le preguntamos a Elías Cattán ¿cuál es el paso siguiente de esta iniciativa?, a lo que responde: "el proyecto intenta hablar de esa regeneración urbana y sostenibilidad real, lo que estamos haciendo es un manifiesto del agua en esta cuenca para entregárselo a los siguientes candidatos a cargos públicos tanto locales como federales. Nosotros mantenemos la idea de que el proyecto es el mejor por su escala porque adicionalmente es un conector natural entre el oriente y el poniente; una amiga nos sugirió que empezemos por donde sea, ella lo sintetizó muy bien: lo importante es no perder el objetivo del cambio en el sistema".

Finalmente, el director de Taller 13 opinó sobre el concreto en este contexto de regeneración y preservación del medio ambiente en la edificación. "Creo que



Foto: <http://4.bp.blogspot.com>.

**El viaducto Miguel Alemán de la Ciudad de México, comenta el entrevistado, no debe crecer más, sino ser transformado.**

este material tiene muchas cualidades y hay que usarlo de la mejor manera posible. El especialista Werner Sobek dice que todas las estructuras no deben caber en un tiradero sino que deben poderse desmontar y reutilizarse dentro de algún otro proceso de la construcción. Estoy de acuerdo con ese principio. En cuanto al proyecto de Río la Piedad, la idea sería desazolvar todas las presas, y con algunas técnicas utilizar material biológico como material de construcción, pensando que todo lo que se demuela sea el material para construcción futura y espacios públicos dentro de este gran proyecto", finaliza. **c**



# SERVICIOS IMCYC



*"Un mundo de  
soluciones  
en concreto"*

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

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





- **¿Quién está en la foto?:** Ing. Elsa Judith López Gómez.
- **¿Dónde está?:** En el mirador del Puente Mezcala Solidaridad, en la Autopista del Sol.
- **¿Porque se quiso tomar una foto ahí?:** Porque creo que es uno de los puentes más bellos de México; en una de las carreteras más importantes del país.
- **Dato relevante:** Este impresionante puente tiene una longitud total de 911 m; tiene un vano principal de 311 m. Está suspendido de tres mástiles por medio de tirantes. De anchura, alcanza los 20 m de ancho. Además, tiene dos vanos principales y una altura de 160 m.

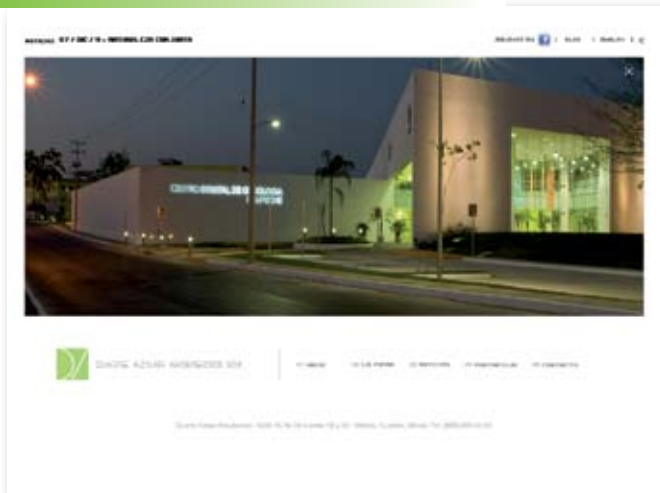


Estimado lector: ¡Queremos conocer tus fotos!  
Mándalas a: [bsyolanda1999@gmail.com](mailto:bsyolanda1999@gmail.com)

## CONCRETO VIRTUAL

Gabriela Celis Navarro

## CON AROMA DEL SUR



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

Uno de los despachos más importantes de arquitectura del sur de México es el del arquitecto Enrique Duarte Aznar, quien además ha hecho del concreto uno de sus materiales preferidos. En su página web podrá usted encontrar información, entre otras cosas, sobre los valores que tiene el despacho para hacer Arquitectura; sobre su filosofía; currículum; escritos diversos, así como información acerca de algunas de sus obras más representativas, en las cuales el concreto destaca con una calidad, claridad y pureza de gran valor para la arquitectura mexicana contemporánea. Todo un gusto conocer la obra de este maestro de la arquitectura. **C**



## PARA TODOS LOS GUSTOS

Gabriela Celis Navarro

**E**l cemento y el concreto se han convertido en los materiales preferidos por millones de personas no sólo por sus cualidades estructurales, sino por las infinitas formas que se pueden lograr. Para la gente que quiere expresar su creatividad, a veces de calidad, a veces un tanto *naif* (que no deja de tener su encanto) estos materiales les ayudan a expresarse de una manera casi infinita. Así, tanto el cemento como el concreto, sirve para lograr obras, para todos los gustos.

Este es el caso de un artesano de la población de Nohales, en Cuenca, España, quien siendo completamente empírico, decidió decorar su casa con esculturas un tanto cuanto ingenuas. Se sabe que el dueño es un comerciante de pescado por lo cual, hizo los moldes para las figuras que ornamentan el jardín de su casa, con cajas para guardar pescado. Lleva quince años de estar desarrollando este trabajo tan particular en el cual enormes serpientes, representaciones de faraones del antiguo Egipto o Moais que recuerdan a los de la Isla de Pascua, sirven para ornamentar, acompañar y funcionar en diversas zonas como la piscina, el área para la barbacoa u otros espacios del *sui generis* jardín. Seguramente algunos no verán arte en estas piezas; otros las considerarán *naifs* o de escaso gusto. Para nosotros, son otra manera, extremadamente ingeniosa, de utilizar por cualquier persona, los productos más importantes que tiene la construcción mundial. **C**



Fotos: <http://aplicahormigon.blogspot.mx>

### ÍNDICE DE ANUNCIANTES

PASA	2º DE FORROS
CONTROLS	3º DE FORROS
HENKEL	4º DE FORROS
ROTOPLAS	1
CICM	3
ANDAMIOS ATLAS	29
SYSCOM	41
SYSCOM	45
CONSORCIO DE ANDAMIAJE UNIVERSA	49