

# CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO

Volumen 3 • Número 4 • Julio 2013

www.imcyc.com

ISSN: 0187 - 7895



# Emblema urbano en **concreto**



# Hablemos de concreto

**E**l brindar una variedad de temas, que presentamos mes con mes en la revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., es una de las prioridades que buscamos cumplir. De ahí que, en este número les presentamos una gran obra de impacto urbano plasmada en nuestro Artículo de Portada, el llamado *Emblema de San Pedro*, ubicado en Monterrey, Nuevo León (proyecto de notable arquitecto mexicano Fernando González Gortázar). En la sección de Pavimentos, presentamos el caso de una interesante restitución de pavimento por firmes de concreto, realizado en 2012 en el estacionamiento de edificio del Poder Judicial de la Federación en el puerto de Mazatlán, en Sinaloa; trabajo que fuera reconocido en la pasada edición XXI de los Premios Obras CEMEX. Así, vemos que el concreto está en nuestras obras, calles, muebles, en la investigación cotidiana, en el interés de los alumnos de diversas universidades; en suma, es uno de los materiales con los cuales el hombre convive diariamente.

Por otro lado, en la revista también queremos informarle sobre el éxito de nuestro evento anual: "Foro Internacional del Concreto 2013: Retos y oportunidades del concreto sustentable", y del "Tercer Concurso Nacional de Diseño de Mezclas de Concreto", celebrados a fines de mayo en el Centro Banamex de la ciudad de México. De ambos eventos presentamos, en una visión "a vuelo de pájaro", sobre las actividades, los temas, los conferencistas y personalidades que hicieron posible este importante foro. Sin duda alguna, los retos que todos tenemos por entregar a las generaciones venideras, comienza así, dialogando entre expertos; mostrando resultados y proponiendo acciones. **c**

## **Los editores**



# 2<sup>do</sup> Premio ONNCCE 2013

*"Para el reconocimiento a los impulsores y promotores por la  
utilización de las mejores prácticas en la Normalización  
y Certificación en el ámbito de la construcción"*



**Premio**  
**ONNCCE**  
2013

A LA NORMALIZACIÓN  
Y CERTIFICACIÓN

Registro de inscripción  
**03 de junio al 31 de julio, 2013**

CONSULTA LA CONVOCATORIA, BASES DE PARTICIPACIÓN Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

---

[www.premio-onncce.org.mx](http://www.premio-onncce.org.mx)

Ceres No. 7, Col. Crédito Constructor, Del. Benito Juárez, C.P. 03940, México, D.F.  
Tel. 5663 - 2950 ext. 108 ó 109 / [info@premio-onncce.org.mx](mailto:info@premio-onncce.org.mx)

## Red de profesores y académicos IMCYC

**E**n el marco del Foro Internacional del Concreto 2013, celebrado en el Centro Banamex del 28 al 30 de mayo pasado, tuvo lugar una importante reunión titulada "Red de profesores/académicos IMCYC", la cual tuvo como objetivos, entre otros, buscar consensos para establecer programas académicos de calidad de temas relacionados con la información para la gestión de equipamiento necesario en temas

académicos de alcance teórico-práctico. Asimismo, plantear diferentes procedimientos que faciliten la difusión de trabajos de investigación que se realizan a nivel de posgrado en universidades y centros de investigación.

Con esta Red para profesores también se busca plantear esquemas para una efectiva y ágil transferencia de las modernas tecnologías del concreto, para los futuros profesionales de la construcción; ofrecer un foro permanente para el intercambio de ideas y conocimientos, así como para motivar el trabajo conjunto entre profesores y diferentes instituciones.

En la presentación de esta red estuvieron el arq. José Antonio del Rosal y el M. en I. Donato Figueroa Gallo quien comentó sobre las conclusiones y beneficios del Simposio Nacional de Enseñanza del Concreto y de la propuesta de darle continuidad en el 2014. Por parte de la red de profesores/Académicos IMCYC estuvo el dr. Alejandro Durán y el dr. Robert Stark, participante a futuro en esta Red de Profesores, con el tema de Reglamentos y Requisitos para Concreto Estructural (ACI 318-14). **c**



Foto: Yolanda Bravo Saldaña.

## El futuro con concreto blanco

**25** maquetas de edificios a pequeña escala de concreto blanco. Éste fue el resultado del trabajo en la cementera que la multinacional CEMEX tiene en la localidad valenciana de Buñol, en España. Medio centenar de alumnos del Taller de Arquitectura Blanca, actividad formativa de la Cátedra Blanca de CEMEX y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), realizaron una clase práctica de encofrado con concreto. En ella, los arquitectos del futuro convirtieron sus diseños en obras de concreto blanco, dando forma a los edificios que trabajaron sobre el papel.

El director de la Escuela de Arquitectura, Vicente Más, acompañado por el director gerente de Cemento Blanco de CEMEX, Jaime Isla, apoyan con su presencia este tipo de iniciativas que acercan la formación universitaria al trabajo en una empresa. Sobre esto, Jaime Isla comentó: "la realización de esta práctica supone aprender a construir con concreto blanco, cómo se trabaja este material, y qué propiedades tiene, conocimientos que necesitarán para ejercer su profesión en el futuro." Cabe decir que el Taller de Arquitectura Blanca impartido en la Universidad Politécnica es una de las ofertas didácticas de la Cátedra que más éxito tiene entre los alumnos gracias a que la formación impartida es totalmente práctica. Desde hace siete años, este taller enseña a los universitarios las propiedades y características del concreto blanco a través de clases prácticas que culminan con la materialización a pequeña escala de sus proyectos. Los futuros arquitectos

valoran el concreto blanco como un material que garantiza la elegancia y belleza, la luminosidad y estética, sin restar funcionalidad, características incuestionables en arquitectura. Por su parte, CEMEX colabora con la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia, así como con las Universidades Politécnicas de Madrid, Barcelona y Sevilla, a través de su Cátedra Blanca, contando con un cuerpo docente multidisciplinar, integrado por profesores, especialistas nacionales e internacionales y profesionales de CEMEX, que comparten con los estudiantes los más de 70 años de experiencia fabricando cemento blanco. **c**

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

## Concreto con residuos de neumáticos

**E**l Instituto Tecnológico de Tecnología Industrial (INTI), de Argentina, ha desarrollado mezclas de concreto con la adición de neumáticos triturados que podrían ser empleadas en la pavimentación de rutas y caminos, favoreciendo así el escurrimiento rápido de las aguas de lluvia. Cabe decir que en Argentina se desechan entre 5 y 7 millones de neumáticos de camiones y autos por año.

El concreto ha demostrado ser un medio apropiado para reciclar o inmovilizar residuos de diversa índole. Dado que en Argentina se descartan entre 100 mil y 120 mil toneladas al año de neumáticos en desuso, los especialistas de INTI Construcciones desarrollaron una fórmula que permitiría resolver el problema ambiental que esto genera, logrando a la vez un aplicaciones de utilidad como por ejemplo en pavimentos permeables, alternativa que haría posible el escurrimiento rápido de las aguas como, así como la disminución del riesgos de inundaciones. ©

**Con información de: Centro INTI-Construcciones.**



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

## Un tejido flexible

**L**a compañía Milliken desarrolló un tejido flexible que permite colocar concreto en zonas de difícil acceso como pueden ser laderas o en cuerpos de agua, sin necesidad de montar una cimbra o poner una mezcla. El Concrete Cloth, como fue denominado el producto, consiste en una mezcla de cemento atrapado en un textil, con el soporte de una membrana impermeable.

Este tejido es colocado sobre suelo, colgado verticalmente, o también se puede cortar y adaptar al espacio seleccionado. Finalmente el lienzo es mojado para activar el cemento. El producto alcanza 80% de su resistencia en 24 horas. A diferencia del concreto regular, se puede instalar en la lluvia o en otras condiciones de humedad, eliminando virtualmente la reprogramación debido a las condiciones meteorológicas. La empresa lo presenta en una variedad de tamaños, incluyendo rollos portátiles que dos hombres pueden cargar, reduciendo la necesidad de utilizar maquinaria pesada. ©

**Con información de: <http://concretecloth.milliken.com>**



Foto: <http://concretecloth.milliken.com>.

## Proyecto para templo

**E**l obispo de la prelatura Cancún-Chetumal, Pedro Pablo Elizondo anunció al ganador del proyecto arquitectónico de la nueva Basílica de Cancún de Santa María del Mar. Se trata de Grupo ArqTell, que presentó "Moisés", proyecto ganador de entre 13 firmas que mandaron propuestas para el nuevo edificio religioso que estará en el Malecón Tajamar.

El representante del proyecto ganador, el Grupo ArqTell, firma presidida por Gabriel Téllez, dijo: "Este proyecto nace a partir de la necesidad del ser humano de mirar al cielo buscando a Dios, por ello su concepto básico fue la transmisión visual entre el fiel y el cielo", destacó en la justificación del proyecto arquitectónico. Agregó que se instalaron modulares transparentes y elementos de vitral para que al interior de la misma sea una similitud de "conexión con el cielo".

En la proyección arquitectónica hicieron el vínculo maternal entre Jesús y la Virgen que estará en la parte posterior donde se expresa el abrazo de la Virgen a su hijo después de la crucifixión y acepta plenamente el acto de entregar a su hijo al mundo. Se comentó que con la finalidad de que el recinto pareciera Basílica retomaron elementos históricos como los dos campanarios, la bóveda celeste y todo ello fue fusionado entre la historia y lo contemporáneo. El remate visual será la laguna Tajamar. El Grupo ArqTell está conformado por Teresa García Méndez, Erick Alcalá Toraño, Mario y César Téllez Urbina, quienes comandan la firma arquitectónica que precisó de dos meses y 11 días para realizar y concluir el proyecto cuyo génesis nació de dos bocetos. ©

**Con información de: <http://cancundigital.mx>**



Foto: <http://cancundigital.mx/>.

## Inauguran 10 km

**A** mediados de junio el jefe de Gobierno del Distrito Federal, Miguel Ángel Mancera, y autoridades federales, encabezados por el presidente de la República, Enrique Peña Nieto, inauguraron los primeros 10 kilómetros del Túnel Emisor Oriente (TEO). El primer tramo del Emisor Oriente se suma a los sistemas existentes para cubrir el desalojo de aguas negras, con una capacidad adicional de hasta 40 mil litros de agua cada segundo y enviarlas al Gran Canal del Desagüe.

Durante la inauguración, Miguel Ángel Mancera, agradeció al Gobierno Federal, por el avance de una obra que beneficiará a una gran parte de la zona metropolitana del Valle de México. El mandatario capitalino destacó que año con año la temporada de lluvias representa un reto importante a enfrentar, por lo que "con la puesta en marcha de



Foto: www.laverdadyucatan.com.

estos primeros 10 kilómetros se da tranquilidad a la ciudadanía bajo la amenaza de una gran inundación".

Asimismo, reconoció el esfuerzo del gobierno del presidente Enrique Peña Nieto en el otorgamiento de recursos federales, para la construcción de esta obra que beneficiará principalmente a la delegación Gustavo A. Madero. Por su parte, el presidente Enrique Peña Nieto presionó el botón de arranque de los motogeneradores de las bombas hidráulicas, en el marco de la actual temporada de lluvias. El acto tuvo lugar en la planta de bombeo El Caracol, ubicada en Avenida Central, a la altura de la Plaza las Américas, en la colonia San José Jajalpa, municipio de Ecatepec, Estado de México.

**Con información de:** [www.excelsior.com.mx](http://www.excelsior.com.mx)

## Homenaje a don Pedro

**E**l recientemente fallecido arquitecto Pedro Ramírez Vázquez ha sido objeto de diversos homenajes, dada la importancia de su trayectoria. Uno de los más notables fue el que tuvo lugar en uno de los recintos que él diseñó, el Museo Nacional de Antropología.

Al rendir este homenaje póstumo a Pedro Ramírez Vázquez (1919-2013), amigos, familiares y autoridades de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (Conaculta) lo recordaron como el gran maestro de la arquitectura; pero también como un humanista y constructor de la misma historia de México.

En el evento, desarrollado en el Auditorio Jaime Torres Bodet del MNA de la Ciudad de México, Emilio Chuayffet, titular de la SEP; Rafael Tovar y de Teresa, presidente del Conaculta, y el arquitecto Javier Ramírez Campuzano, evocaron el vasto legado del arquitecto homenajeado. Asimismo, reconocieron su incursión en diversos ámbitos del arte, la cultura y el deporte, a través de grandes proyectos que dominaron el horizonte cultural mexicano en la década de los 60 del siglo pasado.

Sobre este gran personaje, el titular de Conaculta dijo: "Ramírez Vázquez encarnó lo mejor del siglo XX. Fue un hombre de profunda cultura, siempre leal a su vocación y capaz de entender todos los lenguajes de la vida social. En lo religioso nos legó la nueva Basílica de Guadalupe; en lo cultural, el Museo de Arte Moderno (MAM), el Museo del Caracol, el Centro Cultural Tijuana (Cecut) y el Museo Nacional de An-

tropología (MNA); en lo político, el Palacio Legislativo de San Lázaro, y en lo deportivo, el Estadio Azteca". Además, Tovar y de Teresa lo recordó no sólo como arquitecto, sino como hombre de familia, destacando que fue un ser humano que vio su inmensa obra como quien observa algo natural, construcciones hechas a la medida del hombre. Sobre su parte familiar, el funcionario expresó: "Lo recordamos junto con su esposa, al lado de sus hijos. Padre solidario que con amorosa maestría podía guiar con una firmeza que indicaba el camino sin que se notara la solidez del gesto", refirió. **C**

**Con información de:** <http://www.eluniversal.com.mx>



Foto: www.eluniversal.com.mx.

# Merecidos reconocimientos

**A** mediados de junio, el presidente Enrique Peña Nieto, entregó el Premio Nacional de Ingeniería y Arquitectura al arquitecto Francisco Serrano y al ingeniero Bernardo Quintana, respectivamente. El responsable del poder Ejecutivo Federal habló del cariño especial que le tiene a la ingeniería, dado que su padre, Enrique Peña del Mazo, ejerció esa profesión. Por esta razón, comentó: "Para un servidor, además de que es muy significativo este acto, lo es más cuando tengo en mi memoria y en mi corazón la profesión que tuviera mi padre, quien fuera también ingeniero". Subrayó que tanto ingenieros como arquitectos han contribuido en el desarrollo del país y que con su visión, creatividad y talento, México deberá proyectar un nuevo rostro de modernidad y vanguardia. Cabe decir que este premio se entrega desde 1965.



Francisco Serrano.



Bernardo Quintana.

En el caso del trabajo de Francisco Serrano, se resaltaron algunas de sus obras, como la Universidad Iberoamericana campus Santa Fe, o la Terminal 2 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Respecto al ing. Quintana, quien es presidente del Consejo de Administración de ICA, se destacó su labor profesional y altruista a favor de la cultura y la ingeniería.

Al recibir el premio, Francisco Serrano dijo: "Para mí la arquitectura es un bien material que por su género calidad y tamaño, tiene posibilidades de trascender a sus tiempo por lo que la intención será siempre proyectar edificios con personalidad, con un partido claro, ideas fuertes que sean la razón de ser y que son fieles representantes de nuestra época. Esto sólo el tiempo lo da". Por su parte, Quintana también evocó a su padre, Bernardo Quintana Rioja, quien fuera galardonado con el mismo premio en 1976. **c**

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

## Calendario de actividades

Julio de 2013

**Nombre:** Diseño de estructuras de concreto conforme al Reglamento ACI 318.

**Fechas:** 3, 4 y 6 de julio.

**Lugar:** Auditorio IMCYC.

**Contacto:** Verónica Andrade,  
(55) 5322 5740, ext. 230.  
cursos@mail.imcyc.com.

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

**Nombre:** Tecnología del concreto.

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

**Lugar:** Auditorio IMCYC.

**Contacto:** Verónica Andrade,  
(55) 5322 5740, ext. 230.  
cursos@mail.imcyc.com.

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

**Nombre:** Expo Tu casa Total 2013.

**Fechas:** 12, 13 y 14 de julio.

**Lugar:** WTC de la Ciudad de México.

**Teléf.:** (55) 5343 3007.

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

**Nombre:** Concreto decorativo.

**Fechas:** 18 de julio.

**Lugar:** Auditorio IMCYC.

**Contacto:** Verónica Andrade,  
(55) 5322 5740, ext. 230.  
cursos@mail.imcyc.com.

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

**Nombre:** Técnico para pruebas al concreto en la obra. Grado I.

**Fechas:** 25 y 26 de julio.

**Lugar:** Auditorio IMCYC.

**Contacto:** Verónica Andrade,  
(55) 5322 5740, ext. 230.  
cursos@mail.imcyc.com.

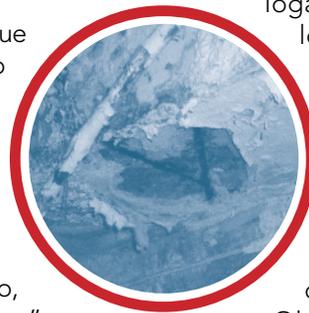
**Página web:** [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com) ↗

CORROSIÓN

# Corrosión de refuerzos en estructuras de concreto

(Segunda parte)

**S**e resume a continuación un método que puede seguirse para evaluar el grado de deterioro de una estructura de concreto armado afectado por corrosión. Primeramente se debe detectar la delaminación del recubrimiento. En un inicio, puede que esta patología no se observe a simple vista; por lo que puede intentarse detectar, golpeando la superficie del concreto, tratando de identificar áreas con sonido "hueco".



Posteriormente, es importante que se localice la armadura de refuerzo, y que se verifique la continuidad eléctrica. La armadura de refuerzo se puede localizar mediante un pachómetro, un equipo que permite detectar la posición del acero de refuerzo, por lo general a menos de 10 cm de la superficie, y adicionalmente estimar el espesor del recubrimiento. Por su parte, la verificación de la continuidad eléctrica permite determinar la existencia de óxido aislante entre los refuerzos; por lo que se deja parte de la armadura expuesta y se limpia, para después medir los potenciales de corrosión, conectándole un multímetro.

A continuación es necesario extraer con perforadora, testigos de concreto de longitud variable. En estos testigos se podrá determinar el contenido de cloruros en el concreto, mediante análisis químico de las muestras, según ASTM 1152. En este caso se hace referencia al nivel crítico de concentración de cloruro, cuyo valor generalmente es adoptado como 0.4 % (en peso) respecto al contenido de cemento en el concreto.

A continuación se deberá determinar el espesor de la capa carbonatada, cuya profundidad del frente se podrá medir en distintos sectores de la estructura, en los mismos orificios resultantes de la extracción de testigos. La medición se podrá efectuar mediante la pulverización de una solución indicadora de pH sobre la superficie del concreto recientemente expuesta por las extracciones.

También se deberá determinar la reducción del diámetro de la armadura, tomando mediciones del diámetro del acero de refuerzo en sectores puntuales de la armadura expuesta y limpia. Esta disminución porcentual se estimará con base en el diámetro inicial y final del refuerzo.

Posteriormente, es importante que se determine la resistividad eléctrica del concreto ( $\rho$ ), según la "técnica de Wenner"; con un dispositivo de diseño propio conectado a un medidor de resistencia. A partir de las lecturas se podrá catalogar la agresividad del concreto en función de los valores de resistividad eléctrica en tres tipos: agresividad baja para valores de  $\rho$  mayores a 200; moderada para valores de  $\rho$  entre 20 y 200, y alta para valores de  $\rho$  menores de 20; medido este parámetro en  $k\Omega\text{cm}$ .

También se deberá estimar la porosidad en el concreto, empleando probetas cilíndricas sin refuerzo según ASTM C-642. Obtenido el porcentaje de poros (P%), el criterio de evaluación establece que la calidad del concreto es alta si P% es menor que 10, buena si se encuentra entre 10 y 15, y baja si es mayor a 15.

Por último, resta la medición del Potencial de Corrosión ( $E_{\text{CORR}}$ ) con un electrodo de referencia estándar saturado conectado a un multímetro de alta impedancia de entrada; interpretando los resultados según ASTM C-876. Con valores de potencial mayores a -200 se presenta el primer rango en el que el riesgo de corrosión es bajo y el acero se encuentra en estado pasivo. El segundo rango exhibe valores de entre -200 y -300, para los cuales existe un riesgo moderado en presencia de un acero en transición de activo a pasivo. Para valores menores a -300, el riesgo se considera alto con una armadura con corrosión activa.

Este último estudio puede complementarse con la medición de la velocidad de corrosión de la armadura, que permite predecir su velocidad de deterioro en términos de la disminución esperada para su sección transversal. Las mediciones se pueden realizar mediante ensayos *in situ* de resistencia a la polarización.

Con el empleo de procedimientos como el descrito, se pueden determinar los niveles de deterioro en las estructuras, debido al efecto de la corrosión; pudiéndose de alguna manera establecer un diagnóstico asociado al origen y a las causas del problema. Establecido el diagnóstico de referen-

cia, así como el grado de avance del deterioro, se pueden recomendar los métodos más adecuados para la reparación; según la severidad del daño. **C**

**Referencia:** Vico A.; Morris W.; Vázquez M., "Evaluación del avance de la corrosión de refuerzos en estructuras de concreto", División Corrosión, INTE-MA Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

[http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/tecnologia\\_hormigon/coreMARCELA.pdf](http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/tecnologia_hormigon/coreMARCELA.pdf)

## SUSTENTABILIDAD

# Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno-cemento

**E**l Tereftalato de Polietileno (PET por sus siglas en inglés), fue patentado como un polímero para fibra por J. R. Whinfield y J. T. Dickinson en 1941, comenzando a ser utilizado a partir de 1955 para la producción de envases para líquidos.

Con el desarrollo de la industria del plástico, el PET ha sustituido a diversos materiales como el vidrio, la madera y el cloruro de polivinilo (PVC); debido entre otras cosas, a su gran ligereza y resistencia mecánica a compresión, alto grado de transparencia y brillo, y a que es un buen conservador del sabor y del olor de los alimentos. La producción anual de envases de PET a nivel mundial es de más de 200 millones de toneladas, cifra que va aumentando considerablemente; siendo el PET un material útil para la vida cotidiana del hombre, también se ha convertido en uno de los que más contaminación genera. Ante esta disyuntiva, su reciclaje se convierte en una prioridad ante la que aparece la opción de su empleo en la construcción.

Se presenta en este escrito el resultado de un trabajo experimental desarrollado en Venezuela que se ocupó de elaborar, ensayar y caracterizar mezclas de PET-Cemento, estableciendo para ello una metodología que ayude a determinar de manera preliminar el comportamiento del PET como agregado en una mezcla.

Se elaboraron 21 probetas (cilindros y paralelepípedos) por cada uno de los 5 tipos de mezclas (mortero y concreto). Las mezclas fueron conformadas por 5, 10 y 15 % de PET, además de arena y piedra en proporciones que dependen del tipo de mezcla; es decir, si es para mortero o para concreto. Se utilizaron tres diseños de mezclas en donde se sustituyó parte de la arena por el plástico.

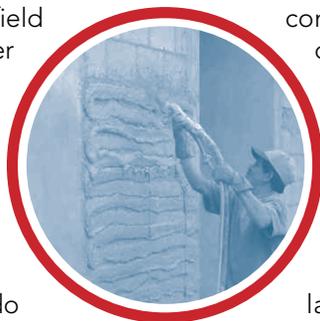
Para determinar las propiedades mecánicas y de durabilidad de las mezclas realizadas se elaboraron una serie de probetas que tuvieran las características ideales para los respectivos ensayos tanto de compresión simple, como de absorción, erosión, e impacto. Las mismas se curaron por 7 días, luego se almacenaron hasta los 28 días para realizar los ensayos anteriormente mencionados; exceptuando los de absorción y erosión que se llevaron a cabo a los siete días.

En general, de este estudio puede referirse que el PET puede ser usado como agregado en las mezclas, a fin de contribuir al proceso de disposición final de los residuos plásticos contaminantes, lo cual ayuda de forma indirecta a disminuir el impacto ambiental. Dichas mezclas pueden utilizarse en la construcción de elementos de obras civiles, cuyas cargas y durabilidad estén limitadas a cierto rango.

Pudo comprobarse que al mantener constante la cantidad de cemento y variar la cantidad de arena para agregar el PET, se varía la resistencia a compresión. Al agregar PET a una mezcla de concreto se pierde cierto nivel de resistencia; aunque la obtenida se podría utilizar en mezclas de elementos que no requieran de estética, o para bloques, u otros elementos que no soporten importantes cargas.

Para realizar un diseño de mezcla óptimo, utilizando el PET como agregado, no se puede sustituir la arena de la mezcla; ya que al eliminar los agregados finos se pierde mortero y se producen discontinuidades dentro de la misma. La geometría irregular del PET con el que se realizaron las muestras, influyó de forma negativa en el comportamiento de la mezcla endurecida. Por otra parte, la densidad de la mezcla de PET-cemento es menor que los concretos o morteros patrones, ya que el PET es menos pesado que la arena y la piedra; lo que hace que la mezcla sea interesante para estructuras sometidas a bajas cargas.

Con respecto a la absorción, se puede concluir que la mezcla en estudio absorbe mayor cantidad



de agua que las mezclas patrón; lo que se debe a que al poseer menor cantidad de finos, existen más espacios vacíos dentro de la mezcla que se saturan al momento de sumergirla en el agua. Los ensayos de erosión realizados a las mezclas de PET arrojaron valores que demuestran que estas mezclas se ven más afectadas por factores externos como la lluvia y el viento (simulados en el laboratorio) que las muestras patrón. **C**

**Referencia:** Luis A., Rendón N.; Korody M. E., Diseños de mezcla de Tereftalato de Polietileno (PET)-cemento, *Revista de la Facultad de Ingeniería*, Universidad Central de Venezuela, ISSN 0798-4065, versión impresa., Rev. Fac. Ing. UCV v.23 n.1, Caracas, marzo de 2008.

## RASCACIELOS

### Sky city

**C**uando este año se termine el rascacielos Sky City, en la ciudad de Changsha, China; será considerado el edificio más alto del mundo. El edificio tendrá 220 niveles y 838 metros de altura. Sorprendentemente, todavía en el mes de noviembre del pasado año no se daban los primeros pasos en su construcción.

El actual edificio más alto del mundo (el Burj Khalifa con 828 metros, edificado en Dubai) tardó casi 5 años en construirse. Arquitectos e ingenieros de la compañía Broad Sustainable Building (BSB), encargados de la construcción del Sky City, confían en que este tiempo se pueda reducir.

Los críticos han señalado que la empresa de construcción BSB nunca ha construido nada más alto que un edificio de 30 niveles; pero los constructores parecen estar despreocupados. El vicepresidente de BSB, Juliet Jiang, previo al inicio de la construcción comentó que la obra estaba concebida para llevarse a cabo a razón de 5 niveles por día.

En el edificio Sky City, diseñado por los mismos ingenieros que trabajaron en el Burj Khalifa, se tendrá como objetivo fundamental el ensamblaje del 95% de una tecnología modular, que previamente

la prefabricará la compañía BSB, a un ritmo de construcción vertiginoso.

Adrian Smith, diseñador del Burj Khalifa, quien vive en Chicago, comentó en un encuentro del Consejo para Edificios Altos y Hábitat Urbano (Council for Tall Buildings and Urban Habitat) en Shanghai el pasado año, que la rápida urbanización en China impulsaría de manera importante la expansión de edificios altos. Nueve de los 20 nuevos edificios más altos del mundo, se están construyendo en China.

La compañía BSB, que es la responsable de 20 estructuras modulares construidas recientemente en China, ha demostrado la eficacia de su forma de construir; siendo muy representativa la construcción de un hotel de 30 niveles en tan solo 15 días. Cabe decir que Changsha, que es la ciudad en donde se edificará el Sky City, es la ciudad natal del presidente Mao Zedong. El costo del proyecto del Sky City es de 4 mil millones de yuanes (400 millones de libras esterlinas). La estructura será capaz de albergar a 31,400 personas.

La compañía asegura además que el área residencial será del 83% del edificio, mientras que el resto serán oficinas, escuelas, hospitales, tiendas y restaurantes. La edificación también contará con 104 elevadores de alta velocidad.

El Sky City consumirá una quinta parte de la energía requerida por un edificio convencional, debido a los métodos de construcción únicos, en donde existe un cuádruple acristalamiento y paredes exteriores de 15.0 cm de espesor para el aislamiento térmico. Una vez que la edificación esté terminada, llegará a ser más alta que el Shanghai Tower, que se suponía iba a ser el edificio más alto de China con 632 metros, cuando esté terminado en 2014.

En noviembre del pasado año existían en construcción en China 239 edificios altos de más de 200 metros. Por otra parte, a finales del año 2011 sólo había 61 edificios en el mundo con alturas superiores a los 300 metros. En 5 años, China llegará a tener más de 60 de éstos.

**Referencia:** Adaptado y traducido de: "China to build world's tallest building in just 90 days", publicado en *The Independent*, noviembre del 2012. <http://www.independent.co.uk/news/world/asia/china-to-build-worlds-tallest-building--in-just-90-days-8340870.html>



## Contracción por secado y ceniza de cáscara de arroz como adición al concreto

**E**l estudio de concretos de alto desempeño (CAD) se viene desarrollando en el laboratorio de la Universidad Nacional del Noreste, en Argentina desde finales de la década de los 90 del siglo pasado. El tema de la durabilidad ha sido importante, así como también una de las propiedades que más incide en ella: la contracción por secado.

El mayor problema se presenta cuando la retracción o contracción no puede desarrollarse libremente; es decir, el concreto se encuentra restringido a los cambios volumétricos, ya sea por problemas de vínculos, cimbras, o por la forma del elemento constructivo. Este impedimento puede provocar una importante fisuración, la cual atenta contra la durabilidad y futuro comportamiento del material.

Deben distinguirse dos aspectos de la contracción: la producida por el fraguado de la pasta de cemento en la fase de endurecimiento; y la otra que es producto de las variaciones del contenido de humedad del concreto. Esta última es la que comúnmente se denomina contracción o retracción por secado.

La exposición del concreto a un ambiente no saturado de humedad provoca su contracción, tanto en estado fresco como endurecido. Este fenómeno es favorecido a su vez, cuando existe una considerable acción del viento y también cuando aumenta la temperatura. Cuando la contracción es controlada, por sí sola no ocasiona efectos desfavorables en el material, como es el caso de las probetas en ambiente de laboratorio.

Se exponen en este escrito los resultados de una investigación para aportar mayor información sobre el comportamiento mecánico de concretos

elaborados con materiales del nordeste argentino; considerándose para el estudio dos mezclas sin adiciones mineralógicas y una con incorporación de ceniza de cascarilla de arroz.

Para la elaboración de los especímenes se utilizó: cemento de alta resistencia inicial, piedra partida basáltica con tamaño máximo de 19 mm, y arena natural silícea con módulo de finura 2.46. El aditivo superfluidificante que se empleó como reductor del contenido de agua, fue con base en el naftaleno sulfonado. Las dosis empleadas variaron entre 2.4 y 3% del peso del cemento más la puzolana. Estas dosis permitieron obtener mezclas trabajables y con consistencias que van desde plásticas a fluidas, con relaciones a/c (sin considerar el aditivo) inferiores a 0.33.

La cáscara de arroz es un material altamente silíceo, que después de una combustión controlada proporciona un 20% de ceniza con contenido de sílice que varía entre el 90 y 95%.

La puzolana se incorporó al concreto en remplazo parcial del cemento, en una proporción del 10%

Para el estudio de la retracción se utilizaron probetas prismáticas de 5 x 5 x 28.5 cm, moldeadas de a pares para cada mezcla. Los cambios volumétricos que experimentó el concreto, se establecieron en términos de cambios relativos de longitud; para cuya determinación se incorporaron en el molde dos tornillos de material inalterable, que quedaron adheridos al concreto por ambos lados a una distancia de 30 cm.

Según los resultados de esta experiencia, la incorporación de ceniza de cáscara de arroz al concreto, como sustitución parcial del contenido de cemento en peso, proporciona una disminución considerable de la contracción por secado; disminuyendo la posibilidad de formación de fisuras y por consecuencia aumentando la durabilidad. Las cenizas obtenidas a través del tratamiento térmico adecuado, podrían ser una alternativa cierta en el campo de la tecnología de los materiales. **C**

**Referencia:** Sanguinetti B. M.; Astori R. E.; Bizzotto M. B., *Retracción por secado en hormigones de alto desempeño elaborados con materiales de la zona del nordeste argentino*, Universidad Nacional del Nordeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, 2005.



# Emblema urbano en concreto

Texto y fotos: Gregorio B. Mendoza



Concebido como punto cumbre de una iniciativa urbana nacida años atrás, *Emblema de San Pedro* representa una intención urbana, y es un nuevo ícono de Monterrey.

**E**n noviembre de 2011, aprovechando el programa local “San Pedro de Pinta” que se realizaba cada domingo en las inmediaciones del municipio de San Pedro Garza García en el estado de Nuevo León, el entonces presidente municipal, el ing. Mauricio Fernández Garza, acompañado por el Secretario de Obras Públicas, el arquitecto Armando Leal, así como el reconocido arquitecto y escultor Fernando González Gortázar, anunciaron a la comunidad que se encontraba en construcción y en tiempo pleno para concluir el magno proyecto denominado Emblema de San Pedro donde se rescatarían cerca de 5 kilómetros lineales de ese sector de la ciudad.

El proyecto, que se encuentra entre los campos de los clubes Pumas y Avispones, hasta lo que es actualmente es el Centro Cultural Plaza Fátima, contempla importantes obras en beneficio de la comunidad. Posee rasgos distintivos de la obra del arquitecto tapatío



que justo al finalizar el año 2012 se hizo merecedor del Premio Nacional de las Artes, máximo galardón que otorga el gobierno mexicano a la contribución artística y cultural.

Uno de estos elementos característicos en su obra ha sido mantener el compromiso de jerarquizar la ciudad; humanizarla, devolviéndole al peatón su papel protagónico al recorrerla cotidianamente. Otro de ellos, ha sido generar oasis urbanos; espacios de ordenamiento y refugio en medio del caos, del bullicio, del frenesí automovilístico. También se reconoce en la obra del maestro, su capacidad de generar iconos de escala urbana que se convierten en faros artísticos para el deleite visual, para observar la manera en cómo la luz genera un recorrido perpetuo.

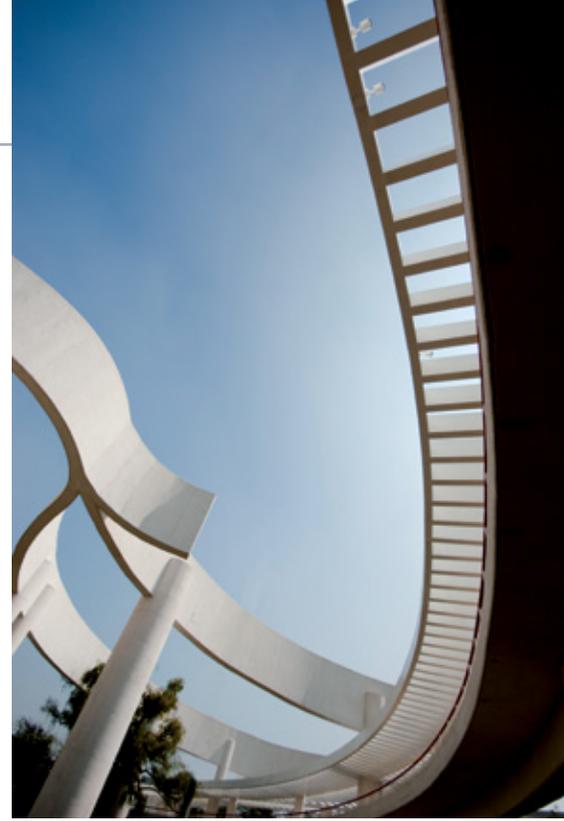
“A cada luz debe corresponder una arquitectura diferente y derivado de la luz y del clima se encuentra toda identidad, toda tradición. En el momento que hacemos arquitectura pensando en la luz, en clima y en los materiales, estamos incorporándonos a una tradición siempre cambiante, renovada y viva”, comenta el arquitecto. “La tradición no tiene nada que ver con la nostalgia; cuando es verdadera no repite nunca, siempre propone. Se debe de recordar que proponer significa también correr riesgos”.

De este modo, González Gortázar, concibió una obra que él considera puede ser la obra más importante de su vida. El primero de ellos, denominado *El paseo de los duendes*, ubicado en el cruce de las calzadas San Pedro y Del Valle, que fue erigido en el año de 1991; el segundo, denominado *La ola blanca*, construido en 2002, que se encuentra en la avenida José Vasconcelos y Calzada San Pedro. Ambos, realizados en concreto, uno gris y el segundo en blanco martelinado.



## Datos de interés

- Nombre del proyecto:** Emblema de San Pedro.
- Ubicación:** San Pedro Garza García, Nuevo León.
- Diseño arquitectónico:** Fernando González Gortázar.
- Longitud:** 5 km.
- Metros cuadrados de construcción:** 250,000 m<sup>2</sup>.



En conjunto, estas tres obras (realizadas en periodos diversos), con sistemas constructivos distintos, consolidan un eje virtual de carácter urbano peatonal, con el cual se ofrece un espacio ideal para la comunidad que recorre esta zona para desarrollar actividades deportivas todos los días. Asimismo, se ordena el espacio y se regulan sus usos al tiempo que se mejora la calidad del sitio a través de iluminación, zonas de descanso y espacios verdes fusionados con espacios de convivencia.

“Se trata del rescate de una parte sustancial del municipio de San Pedro Garza García que sucede sin afectar a los automóviles –porque no se les está quitando nada-; se les está dando espacio digno a aquellos que siempre se le había quitado: al peatón, al ciclista, al niño que sale a correr con su patineta y a la gente que sale a caminar y disfrutar su ciudad”, enfatiza González Gortázar.

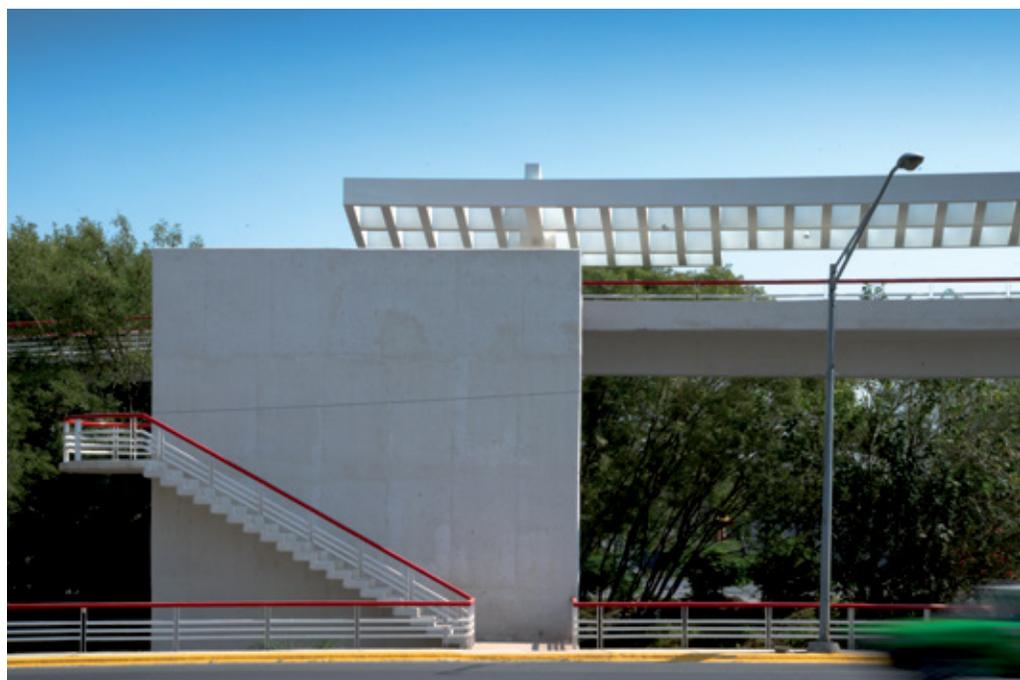
## El proyecto

Este proyecto en su recorrido, está desplantado sobre más de 250,000 m<sup>2</sup>. Está compuesto por diversos espacios como “Las

Charcas”, una zona lúdica aún por realizarse que contará con áreas infantiles, un lago con fuentes de agua, mobiliario urbano, etc. y que será realizado en el sector oriente de la colonia Fuentes del Valle. Lo que hoy está concluido es la pujante iniciativa de incorporar al plan maestro la remodelación del Centro Cultural Plaza Fátima al cual se equipó con un auditorio

para 200 personas, dos grandes salas de exposiciones, y una zona de estacionamiento.

Lo que articula al proyecto son una serie de andadores peatonales y puentes que buscan integrar las áreas verdes de Fuentes del Valle con los camellones de la Calzada San Pedro y la Calzada del Valle, así como el área de Fátima, que se va integrando al entorno natural con



su topografía y vegetación existente, siguiendo rampas u otros elementos como escaleras que permiten una circulación constante sin confrontar los flujos vehiculares.

La materia prima empleada es indudablemente el concreto en diversas modalidades. En algunos elementos como la cimentación, se emplearon elementos aislados (zapatas) y en la superestructura (columnas, muros y firmes) donde posee el característico color blanco, el concreto fue colado *in situ* con un sorprendente trabajo de andamiaje y cimbrado, que posteriormente recibió un tratamiento de martelinado. Cabe decir que en otros sectores el concreto fue empleado con un acabado

aparente más fino donde es notoria la presencia y modulación de la cimbra (los moños).

Mención especial merece la forma en cómo se han reunido diversos materiales para armonizar y acentuar ciertas características compositivas de la obra, porque si bien es cierto que el concreto tiene una gran presencia, este elemento se ve exaltado visualmente por la presencia de pergolados, barandales y pasamanería de acero, así como por el trabajo de mampostería para los accesos inferiores de la obra.

Fernando González Gortázar afirma que esta obra realizada en concreto es una de las mejores cosas que dejará como legado.

En ella reivindica su postura respecto a que la arquitectura sea producto directo del material y sus cualidades constructivas. "Mi idea es la de permitir que el concreto se exprese tanto cómo es capaz de hacerlo, haciendo formas que al ser lógicas, son funcionales y que al ser funcionales son también acogedoras".

Sobre el concreto, el maestro señala: "Se trata de un material que debe ser dosificado con maestría; creo que la epopeya del concreto es una hazaña verdaderamente poética y digo esto de este material porque lo conozco desde hace muchos años y lo considero un aliado en mi trayectoria profesional, pero también



porque es el mayor elogio que se le puede hacer”.

## El emblema

Coronando esta obra, se encuentra el conjunto “Las banderas” una serie de piezas escultóricas de gran altura que dan acceso a toda la zona, al tiempo que son el principal ícono de esta intervención que da la bienvenida al municipio de San Pedro y que están desplantadas en un área de 40 mil metros cuadrados.

Dispuestas donde anteriormente se encontraba la famosa Estatua del David, estas columnas y sus curvas suspendidas permiten contemplar el horizonte en calma, por encima del automóvil y al subir las escaleras blancas junto al monumento se abre un camino pavimentado entre los árboles que poco a poco se aleja del bullicio urbano para adentrarse en la naturaleza misma; se trata de una zona denominada el “Camino de nubes”.

Esta magna obra, polémica para algunos sectores, que ha llevado 22 años de trabajo, vio por fin su conclusión más significativa en octubre de 2012, el día en que su autor cumplió 70 años de edad. Poco después, de que esa etapa concluyera y con un cambio de administración municipal de por medio, el remanente que dejó iniciado el ayuntamiento anterior estaba en peligro de ser cancelado o transfigurado por parte de las nuevas autoridades sin consentimiento del autor.

Por fortuna, el proyecto en su fase reciente se realiza con adecuaciones precisas siguiendo las exigencias de los vecinos y respetando las recomendaciones del arquitecto con el objetivo de que la finalidad esencial de la obra, que es servir a la comunidad se mantenga como principal argumento.



## Ser felices

Convencido de que lo primero que debe uno de aprender es “aprender a aprender; mirar, pensar, crear y ser felices”, González Gortázar afirma que analizando desde lo personal o desde el impacto en la ciudad “la arquitectura se convierte en una promesa y una esperanza de felicidad, que es la mayor de sus aspiraciones”. Una obra de estas cualidades, tiene así, la tarea

de permitir que los habitantes imaginen nuevas posibilidades de convivencia y que se consolide la idea del bien común por encima del logro personal.

Sin duda, *Emblema de San Pedro*, da una lección en diferentes sentidos: nuevamente el recorrer a pie el espacio común es una experiencia colmada de emociones, llena de expectativas y de dinámicas sociales que generan tejidos urbanos y resonancia en la comunidad. ©



# Concreto sustentable ¿mito o realidad?

Sin duda alguna, en los próximos años la supervivencia de la especie humana en la tierra se verá muy influenciada por el uso racional de los recursos naturales; lo que demandará de la industria de la construcción un cambio de mentalidad y estrategias.

**I. Vidaud, T. Castaño  
y E. Vidaud**

**(Primera parte)**

**E**l concreto es un material de construcción formado básicamente por la mezcla de agregados (fino y grueso), cemento y agua, que en algunos casos también incluye entre sus componentes aditivos y adiciones para mejorar, cambiar o propiciar nuevas propiedades. Es un material conocido desde la antigüedad y que hoy se continúa utilizando con éxito por sus múltiples ventajas y aplicaciones. En

la actualidad existen concretos masivos, armados, prefabricados, pretensados, y los que ocuparán nuestra atención en este escrito: los concretos reciclados.

¿Qué es un concreto reciclado y por qué hoy es importante estudiarlo? El concreto reciclado, también denominado por algunos especialistas como "concreto sustentable" es aquel constituido por agregados de materiales reciclados (en sustitución parcial o total de los naturales); es decir, agre-

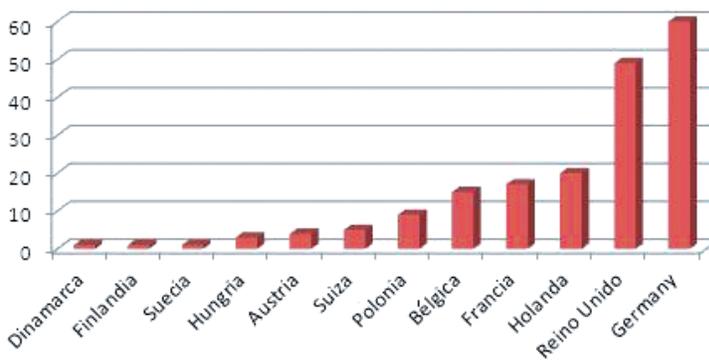
gados procedentes de residuos o de demoliciones que se someten a procesos de cribado, triturado y tratamiento para formar parte del nuevo concreto.

El empleo de material reciclado en la construcción tiene su origen en Alemania, después de la Segunda Guerra Mundial en que las múltiples destrucciones de las ciudades obligaron a los constructores a hacer uso del material disponible en mayores proporciones: el escombro.

Afirman diversas fuentes que la investigación en torno al reciclado de residuos de concreto para la fabricación de nuevos concretos fue iniciada por Glushge, en Rusia en el año 1946. Posteriormente, fueron desarrollados variados estudios por todo el mundo que centraban la atención en la caracterización de los agregados reciclados, diseños de mezclas, y análisis del comportamiento mecánico y de la durabilidad de los concretos reciclados.

Los primeros usos del concreto reciclado fueron como material de relleno y concretos masivos; lo que ha evolucionado hasta el empleo como concretos estructurales, no estructurales y morteros. En la

**Fig. 1** Estimación en % del total, de la producción de agregados reciclados en Europa en el año 2010.



Producción de agregados reciclados por países europeos.

Fuente: Adaptado de <http://www.uepg.eu/statistics>

actualidad, países como España, consideran en su normativa (Instrucción de Concreto Estructural, EHE-08) la regulación del empleo de este tipo de material granular mediante la introducción de los anexos 15 y 18, que establecen recomendaciones para la utilización de agregados reciclados en concretos estructurales y no estructurales, respectivamente.

El concreto reciclado tiene su principal fuente de recursos en los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) que proceden en su mayor parte de derribos de edificios, demoliciones de pavimentos, excedentes en plantas concreteras, y como resultado de reformas en viviendas o urbanizaciones. También llamados residuos inertes y conocidos habitualmente como escombros, los RCD varían según provengan de nueva construcción, reforma o demolición. Estos RCD también dependen de la función para la que se diseñó la estructura original, su edad, así como la zona de emplazamiento, ya que los materiales una vez utilizados sufren alteraciones significativas conforme pasa el tiempo.

Dentro de los tipos de RCD podemos distinguir de forma general, los limpios y sucios. Los RCD limpios están compuestos por un solo elemento mayoritario (>95% en peso) y contienen un porcentaje de impurezas menor del 5%. En este caso los residuos inertes no peligrosos tipo plásticos, maderas o metálicos, pueden ser considerados impurezas.

En la actualidad, el sector de la construcción es de los más interesados en fomentar el uso racional de sus residuos y subproductos industriales. En primer lugar es un sector que consume grandes volúmenes de materias primas, y además genera enormes cantida-



**Fig. 2**

Planta de reciclados.

**Fuente:** [http://resansil.com/images/schwing/Recycling\\_ES.pdf](http://resansil.com/images/schwing/Recycling_ES.pdf)

des de escombros procedentes de las demoliciones de edificios o de desperdicios de materiales provenientes de la construcción de obras nuevas o de acciones de conservación en otras ya existentes.

Con esta idea, poco a poco se va tomando conciencia y extendiendo el interés por utilizar estos residuos de construcción y demoli-

ciones en las nuevas edificaciones, aliviándose el problema ambiental que originaría su eliminación. La necesidad del empleo de agregados reciclados en la construcción está fundamentada mayormente, por motivos de índole medioambiental, dada la generación de grandes volúmenes de escombros que resultarían de difícil gestión.



**Fig. 3**

Almacenamiento de agregados reciclados ya clasificados.

**Fuente:** [www.ccanz.org.nz/images/document/Recycled%20Aggregates%20in%20New%20Concrete.pdf](http://www.ccanz.org.nz/images/document/Recycled%20Aggregates%20in%20New%20Concrete.pdf)

Fig. 4



Agregados Reciclados de Concreto.

**Fuente:** [www.longwoodquarries.co.uk/quarry-products/recycled-aggregates/](http://www.longwoodquarries.co.uk/quarry-products/recycled-aggregates/)

Fig. 5



Agregados Reciclados de productos Cerámicos.

**Fuente:** [http://kafkagranite.com/recycled\\_aggregates/crushed\\_ceramic\\_fire\\_brick.php](http://kafkagranite.com/recycled_aggregates/crushed_ceramic_fire_brick.php)

La gestión de los RCD en vertederos autorizados para su destrucción es sin duda una práctica improductiva y anti-ecológica, con un marcado impacto negativo; además de que resulta poco agradable a la vista. Esta es la principal condicionante por la que la reutilización de estos residuos como agregados para la producción de concretos, es una práctica creciente en todo el mundo. Por ejemplo, en Europa se estima que la producción de agregados reciclados en el año 2010 fue del

orden de los 185 millones de toneladas, siendo Alemania y el Reino Unido los máximos exponentes de esta producción. En la Fig. 1 se observa el aporte por países en la producción de agregados reciclados en Europa, según la Unión Europea de Productores de Agregados (UEPG: Union Européenne des Producteurs de Granulats).

En la actualidad la gestión de los RCD se presenta como un panorama bien diverso en relación con las características de cada país.

Fig. 6



Agregados Naturales.

Fig. 7



Agregados Naturales.

Diferencias entre el árido natural y el reciclado.

**Fuente:** García J., *et al.*, 2010.

En general, los países con mayor tradición en el planteamiento de estrategias medioambientales, y en los que son escasas algunas materias primas para la construcción (como es el caso de los agregados naturales), son los que han adoptado iniciativas para regular esta gestión.

Los agregados reciclados (AR) son el resultado de la gestión y tratamiento de los RCD en plantas de reciclado (Fig. 2), que tras someterlos a un proceso de reducción de tamaño y cribado, y analizados posteriormente en el laboratorio, cumplen con las especificaciones técnicas para una aplicación dada dentro del sector de la construcción. En la Fig. 3 se aprecia el proceso de almacenamiento de agregados reciclados ya clasificados.

Los especialistas caracterizan a los AR por su fracción granulométrica: zahorras, arenas, gravas; o bien por su procedencia, en donde pueden ser: agregados de concreto (Fig. 4), de productos cerámicos, de la mampostería (Fig. 5), y mixtos. Para poder determinar las posibles aplicaciones de los AR es necesario conocer el RCD de origen, así como la composición final del agregado. Se afirma en la literatura especializada que los AR procedentes de concreto son los más estudiados, y los que hoy presentan un mayor número de aplicaciones.

En las figuras 6 y 7 se muestra una determinada cantidad de agregados naturales (izquierda), mientras que los que se exhiben en la foto de la derecha son reciclados provenientes de RCD. Pueden visualizarse evidentes diferencias entre ambos como son el color y la forma. En los naturales el color es homogéneo, mientras que en los AR éste varía según su composición y grado de selección. Esto se

debe a que estos agregados son restos de escombros triturados, cribados y clasificados en instalaciones de tratamiento, por lo que pueden distinguirse claramente en ellos: residuos provenientes de material cerámico y de concreto, tanto mortero como agregados naturales.

Existen marcadas tendencias en diferentes países en cuanto a la calidad que se exige del AR, a su contenido máximo permitido en el concreto, así como a algunas limitaciones en su aplicación. Aun así, países como Alemania, Australia, Bélgica, Brasil, Dinamarca, Holanda, Japón, Países Bajos y el Reino Unido exhiben las clasificaciones más representativas de los AR a nivel internacional; disponiendo de normativas y/o recomendaciones para el empleo de este tipo de agregado en el concreto estructural. Cada una de estas normativas establece los criterios de clasificación propios, con los que se definen los requerimientos para los ensayos, a partir de las diferentes propiedades. De igual manera, estas clasificaciones son utilizadas en cada país para poder establecer criterios de aplicación de estos AR.

En el caso de la Ciudad de México, en el área metropolitana, la gran cantidad de desechos que diariamente se generan procedentes de la industria de la construcción, hace que el control de esta situación sea en extremo importante, por lo que ya se han comenzado a dar pasos sustanciales en la evaluación de este tipo de materiales como adición al concreto. Asimismo, se aprobó la Norma Ambiental NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de los RCD en el Distrito Federal y que tiene como uno de sus objetivos principales

fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inadecuada.

El concepto de construcción sostenible recoge entre sus múltiples tendencias la reducción, reutilización, reciclaje y revalorización de los residuos que genera la propia actividad constructiva. Muchas y diversas son las ventajas que ofrecen los concretos elaborados con AR como son: menor extracción de materias primas de las canteras, menor costo de transportación, aumento de las ganancias, reducción en el impacto ambiental, y la disminución del uso de las reservas de los agregados naturales. Todas son situaciones de actualidad que han contribuido al uso del reciclaje con el objetivo de lograr la conservación de las canteras de agregados naturales.

De esta manera puede afirmarse que la principal ventaja de emplear el concreto reciclado en las obras; más que ser económico y social, es medioambiental. Con esta opción se generan menos escombros y hay que explotar en menor cantidad las canteras naturales.

Varias son las fuentes de agregados reciclados; además de las procedentes de construcciones y demoliciones, también se encuentran disponibles aquellos que tienen su origen en las plantas concretoras y prefabricadoras. Además de estas producciones, también pueden utilizarse las probetas resultantes de los ensayos al concreto en dichas plantas, materiales que de no reciclarse, sin dudas pasarían a formar parte de los escombros de estas instalaciones.

Para producir AR a partir de las demoliciones o residuos se realiza una selección primaria; separando los restos de concreto de los restos de mampostería y otros. Es impor-

tante tomar en consideración que muchas variables pueden influir en el desarrollo de las resistencias en el concreto; por lo que debe de realizarse una selección muy cuidadosa.

Estos pedazos seleccionados se cargan entonces en camiones para su posterior procesado en la planta de tratamiento, donde se trituran y se separan los segmentos de acero de refuerzo, trozos de mampostería, así como agregados que se separan de la pasta, y trozos de pasta.

Los procesos para la producción de los AR son diversos. Se realizan en plantas de tratamiento de RCD que por lo general son similares a las empleadas para agregados naturales; aunque incorporan tecnologías para la separación de impurezas y de otros contaminantes. Las plantas de tratamiento pueden clasificarse según el grado de automatización (tecnología baja, intermedia y superior), según el grado de admisión (en función de las tipologías de los residuos originales), y según la capacidad de transporte (fijas o móviles). **C**

#### Referencias:

- Alaejos Gutiérrez P., "Recomendaciones para la utilización de áridos reciclados en concreto estructural", CEDEX, España. <http://www1.caminos.upm.es/estructuras/files/estructuras/articulo%20hormigon%20reciclado.pdf>
- Chauveinc J. A., "Estudio experimental de propiedades mecánicas de concretos con árido reciclado mediante la modificación del método de mezclado del concreto", Universidad de Chile, 2011.
- García J., Cervantes M., Guzmán A., "¿Residuos o recursos?", UPN, 2010.
- Medina C.; Juan A.; Frías M.; Sánchez de Rojas M.I.; Morán J.M. & Guerra M.I.: "Caracterización de los concretos realizados con áridos reciclados procedentes de la industria de cerámica sanitaria". *Materiales de Construcción* (2011) [en línea], manuscrito aceptado. doi: 10.3989/mc.2011.59710.
- Rueda Páramo, A. "Tipología de áridos reciclados en Cataluña y su aplicabilidad", tesis de Maestría, UPC, España, 2011.

# Evaluación de Integridad Estructural mediante Tomografía Tridimensional Ultrasonónica (MIRA)

Prolongar la vida de servicio de las estructuras de concreto reforzado es uno de los retos tecnológicos que tienen varios institutos de investigación en el mundo.

O. Aguirre, I. Vidaud, L. Peña y E. Vidaud.

(Segunda parte)

**C**uando se usa la tecnología MIRA, por cada escaneo hecho en un punto de prueba se generan 66 rayos en una fila de transductores (Fig. 1). Dado que se cuenta con 4 filas, se genera un total de 264 ( $66 \times 4 = 264$ ) trayectorias de onda.

Por lo tanto se generan 264 registros de tiempos de llegada de ondas de cortante.

Los tiempos de llegada son convertidas a "profundidades de vacío". Posteriormente, el método de procesamiento de información es utilizado para generar una imagen en 2D del perfil de la sección debajo de la antena.

Es importante referirse a la localización de Interfasas de Reflexión utilizando el MIRA. Las interfases de reflexión son cualquier espacio o elemento que genere dispersión de las ondas de cortante producidas por los transductores del aparato (Fig. 2); estas interfases pueden ser vacíos, grietas, juntas frías, segregaciones, ductos de postensado, y hasta cambios constitutivos del material.

Para localizar la profundidad de un vacío (Fig. 3) se utiliza el Teorema de Pitágoras, debido a que la distancia entre los pares de transductores ( $i-j$ ) es conocida ( $X_{i-j}$ ), la profundidad de vacío es calculada a partir del tiempo de llegada medido ( $\Delta t_{i-j}$ ).

Utilizando las lecturas ultrasónicas, el software determina cómo las señales son reflejadas por los diferentes puntos en el concreto. El ordenador construye una imagen a color del interior del elemento de concreto utilizando la Técnica de Enfoque de Apertura Sintética (SAFT: Synthetic Aperture Focusing Technique); a través de los diferentes colores se representa la intensidad de las ondas reflejadas.

Esta es una técnica utilizada en varios campos de la ciencia. En el rubro de las NDT, la estrategia se centra en encontrar superficies de reflexión desde varios ángulos, para después superponer los resultados y generar imágenes de alta resolución. El MIRA utiliza estos algoritmos para generar perfiles del interior del

Fig. 1:

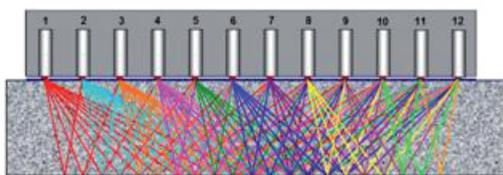


Ilustración de 66 ondas generadas por cada fila de transductores.

Fuente: Germann Instruments (2010).

Fig. 2:

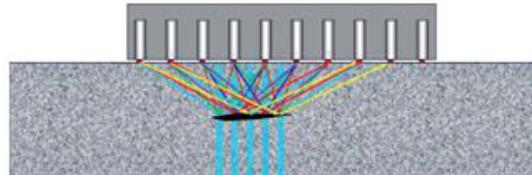
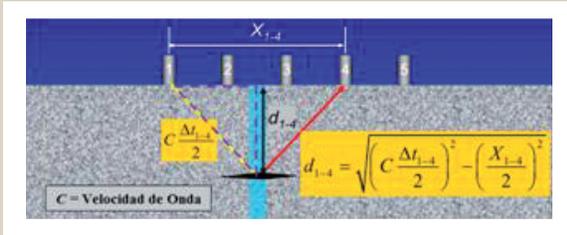


Ilustración de ondas de cortante reflejadas en vacío.

Fuente: Cortesía de Germann Instruments, Ins.

**Fig. 3:**



Determinación de profundidad de vacío.

**Fuente:** Germann Instruments (2010).

**Fig. 7:**

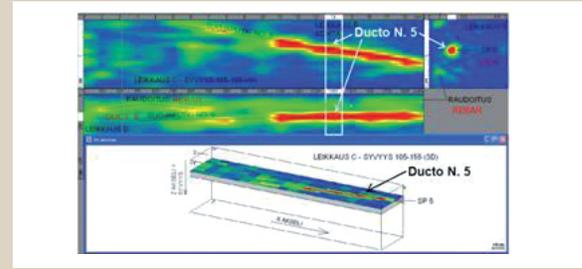


Imagen tridimensional obtenida con MIRA.

**Fuente:** Germann Instruments (2010).

material a probar. Las zonas de mayor reflexión son mostradas con colores intensos.

Pueden presentarse en la lectura ultrasónica diferentes fuentes de reflexión por la presencia de distintas particularidades. La escala de colores muestra azul, verde, amarillo o rojo, dependiendo de la amplitud de las ondas reflejadas. El color negro indica la ausencia de reflexión.

La información recolectada por cada punto escaneado queda guardada en un formato especial. El dispositivo tiene la capacidad de generar la imagen de un corte transversal (Plano B) por cada

**Fig. 4:**



Toma de lecturas en espécimen de prueba mediante la utilización del MIRA-I.

**Fuente:** Cortesía de Germann Instruments, Ins.

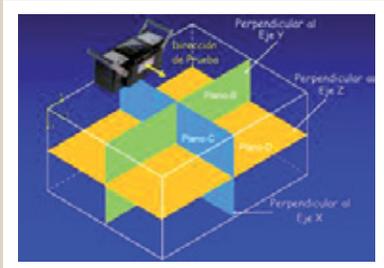
punto escaneado. Dicha imagen puede ser visible al instante en una pantalla integrada al equipo. Para la reconstrucción de las imágenes tridimensionales, las señales procesadas de cada punto escaneado pueden descargarse a un ordenador. Mediante el uso del software apropiado se recopila la información de cada escaneo para generar imágenes 3D.

En la práctica, se combinan automáticamente varias exploraciones. La imagen 3D que se visualiza es en realidad producto de esta combinación. Para la correcta recolección de resultados, debe trazarse una cuadrícula en la superficie del elemento a investigar y en función de la misma mover el aparato en la dirección de su eje menor (Fig. 4). El resultado será que el software superpondrá los resultados de los escaneos en una imagen 3D. En este caso el usuario puede especificar el tamaño y el espaciado de la cuadrícula, al tiempo que con una mayor superposición se puede obtener una mayor calidad en la imagen resultante.

Después de recolectar los escaneos deseados, la información se transfiere al computador para procesar las imágenes, y dicha "nube" tridimensional puede ser manipulada estratégicamente por el usuario (Fig. 5).

Los resultados del MIRA se presentan en formato gráfico y con vistas 3D de las secciones transversales del elemento estudiado (tomograma), lo que facilita entender el resultado, permitiendo considerar una profundidad aproximada del daño. Esto se realiza a través del software especializado, que posibilita reconstruir cualquier tomograma de datos tridimen-

**Fig. 5:**



Planos generados por MIRA.

**Fuente:** Germann Instruments (2010).

**Fig. 6:**



Escaneo con MIRA en viga post-tensada.

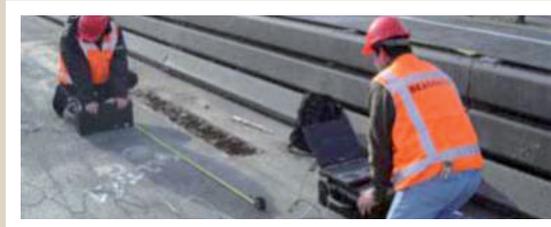
**Fuente:** Germann Instruments (2010).

**Fig. 8:**



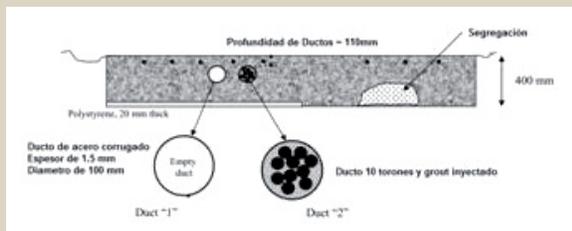
Sección de ducto de postensado sin grout.  
**Fuente:** Germann Instruments (2010).

**Fig. 12:**



Escaneo en superestructura de un puente.  
**Fuente:** Germann Instruments (2010).

**Fig. 9:**



Losa de pruebas con ductos en diferentes condiciones.  
**Fuente:** Cortesía de Germann Instruments.

sionales, y producir imágenes en 3D de la geometría interna del concreto; imágenes que se reproducen como si el observador se desplazara en el interior del elemento.

Para la aplicación del proceso sólo se requiere de un lado accesible del elemento, aunque en la literatura especializada se recomienda hacer una comprobación en los dos lados opuestos, para un mejor entendimiento de los resultados. Con esta novedosa técnica, se pueden estudiar elementos a profundidades que oscilan entre 60 y 150 cm, aunque algunos especialistas aseguran el estudio a profundidades mayores,

dependiendo principalmente de la frecuencia a utilizar para realizar la prueba.

Asimismo, los tamaños mínimos de los defectos detectados con el MIRA dependen entre otros factores de la profundidad del defecto. Como regla básica se puede afirmar que al utilizar frecuencias altas se pueden detectar defectos pequeños a poca profundidad y al utilizar frecuencias bajas se pueden detectar defectos grandes a mucha profundidad.

Algunas características propias del equipo contribuyen a que el MIRA sea un dispositivo de avanzada; siendo una de estas características el uso de los transductores ultrasónicos, de sólo 2 mm de diámetro, mientras que los equipos de ultrasonido convencionales utilizan por lo general, transductores de 50 mm de diámetro. De igual manera, como antes se comentó en la primera parte de este escrito, las sondas ultrasónicas del MIRA no requieren gel de acoplamiento para asegurar la transmisión de ondas en el concreto, tal y como se requieren en los ultrasonidos convencionales; en general, estas ondas pueden moverse de una posición a otra, con una mínima preparación de la superficie del elemento a estudiar.

Los ultrasonidos convencionales utilizan mediciones directas con acceso por ambas caras de la pieza, siendo limitadas las lecturas a una por vez. Por su parte, al

construirse con el MIRA imágenes 3D que muestran secciones progresivas del concreto, se proporciona la energía suficiente que puede ser utilizada en la onda reflejada. El MIRA también emplea una matriz de múltiples sondeos con un cabezal, lo que permite que en cada resultado se obtengan 264 pulsos ultrasónicos en 3 segundos.

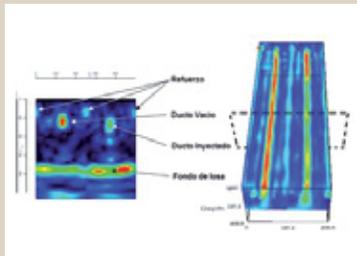
Diversas aplicaciones en la tecnología de la construcción actual y en la evaluación de la

**Fig. 10:**



Escaneo de losa de concreto utilizando MIRA.

**Fig. 11:**



Izq.: Escaneo B de sección recortada en mapa 3D. Der.: Mapa 3D.

integridad estructural, tienen al MIRA como una revolucionaria referencia. Resaltan entre ellas la determinación de segregaciones severas, oquedades en la masa de concreto endurecido, que pueden disminuir la resistencia del elemento y afectar su durabilidad, así como la caracterización cualitativa de los niveles de armado estructural y de los espesores de elementos estructurales, en donde se tenga acceso a solamente una de las caras (muros de contención, losas de cimentación apoyadas sobre el terreno, muros de túneles).

También se utiliza con éxito para la investigación del estado interno de los cables de postensado (en su caso, verificación de que se encuentren completamente recubiertos con grout), y para determinar la existencia de juntas de colado; asimismo, la técnica puede ser usada, para determinar la existencia de ductos y para precisar los espesores de estos.

A continuación, detalles de tres ejemplos de aplicación del uso del MIRA:

- **Investigación de contenido de Grout en ducto de postensado de viga de concreto.**

Se utilizó MIRA para evaluar si los ductos de presfuerzo, a lo largo de una viga de puente, estaban perfectamente rellenos. Después de ubicar el objetivo de prueba se procedió a ejecutar el proceso de escaneo (Fig. 6). Por su parte, los resultados (mostrados en la Fig. 7) fueron obtenidos en la zona de anclaje del elemento.

En la Fig. 7 se puede apreciar que el ducto identificado por el número 5 cuenta con una zona de alta reflexión (color rojo). Para confirmar los resultados obtenidos se procedió a taladrar el elemento, a través del concreto y del ducto, a fin de determinar el estado físico real del conjunto ducto-acero de presfuerzo. Los resultados que se encuentran se explican por sí solo, en la Fig. 8, con el taladrado de la zona de duda (color rojo), efectivamente se comprobó, que el resultado fue totalmente certero; se encuentra que el ducto número 5 no estaba adecuadamente recubierto con grout.

- **Investigación de contenido de Grout en losa postensada.**

En este caso, se diseñó un experimento en donde el equipo MIRA se utilizó para evaluar una losa de con-

## 1,2 y 3 de Agosto

### Centro de Convenciones Puebla, Centro Histórico

**Concentra profesionales de la Construcción de la región de Puebla, Tlaxcala, Morelos, Veracruz, Edo. de Méx, DF, Hidalgo y Nivel Nacional**

Foro donde se presentan Conferencias Magistrales, la temática: Construcción Sustentable y Concreto, donde participan 20 organismos de la Construcción a Nivel Nacional.

EXPOSOLUCIONES donde nuestros Expositores y Patrocinadores presentan sus productos y servicios y tecnologías en un marco de negocios a los constructores de esta región.

FORO EDIFICARE Y EXPOSOLUCIONES ES UN PUNTO DE REUNIÓN PARA GRANDES EXPERTOS DE LA COSTRUCCIÓN

**¡Participa en estas Soluciones en Concreto y Construcción Sustentable!**  
**Reserva tu espacio de exhibición.**

**2013** Expo Soluciones  
**en Concreto y**  
**2013** Construcción Sustentable



Contacto Grupo EDIFICARE : Lic. Angelica Sosa Dirección Comercial TEL: (0155) 58745887 Email: edificare.angelica@gmail.com www.expoedificarepuebla.com



**Fig. 13:**

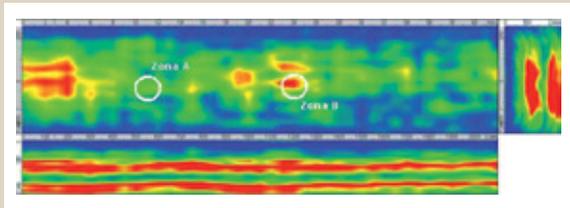


Imagen tridimensional del escaneo.

**Fuente:** Germann Instruments (2010).

creto que contiene ductos de postensado (Fig. 9); uno en condición "perfecta" (totalmente relleno de grout) y otro vacío (sin relleno). Ambos ductos son de metal y en su parte superior, tiene un recubrimiento de 11 cm.

Tras haber escaneado la losa (Fig. 10) se pudieron observar los resultados que se ilustran en la Fig. 11. Se identificaron con claridad las zonas de reflexión; que en este caso correspondían al acero de refuerzo; a los ductos de postensado, y al fondo de la losa de concreto. No solamente se identificaron las zonas de reflexión, sino que también fue posible evaluar la diferencia de intensidades de reflexión entre el ducto inyectado correctamente, y el ducto vacío.

• **Determinación de zona con degradación al interior de la masa de concreto endurecido (aplicable a segregaciones severas, juntas frías, grietas).**

En este caso se estudió (Fig. 12), una zona de una losa de concreto armado, parte del tablero de un puente, a fin de determinar la existencia de degradaciones al interior de la masa de concreto endurecido; con el entendido de que en las zonas de dudas se iban a llevar a cabo posteriormente extracciones de concreto endurecido de verificación, a fin de caracterizar la tipología del posible daño existente.

En el estudio se seleccionó una zona en buen estado (Zona A), y una de alta reflexión (en color rojo, Zona B), en donde, como antes se comentó, se llevaron a cabo extracciones de verificación. En las figuras 14 y 15 se muestran las características de las extracciones de referencia.

Es claro que los niveles de daños, en este caso también están estrechamente relacionados con los niveles de reflexiones, obtenidos en base a la coloración que se refleja en las imágenes tridimensionales.

## Conclusión

Posterior a la evaluación de los aspectos generales, tanto teóricos como prácticos, aquí expresados acerca de la tecnología MIRA para evaluar la integridad del concreto, puede concluirse que se trata de una invención revolucionaria en el mundo de las NDT para evaluar el interior de este material, y cuya aplicación pudiera repercutir, en el logro de estructuras más seguras y por tanto duraderas. **C**

### Referencias:

ACI 228. 2R-98 (1998), Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures. ACI Committee 228.

Bishko, A. V.; Samokrutov, A. A.; Shevaldykin, V. G., "Ultrasonic Echo-Pulse Tomography of Concrete using shear waves low-frequency phased antenna arrays", 17th World Conference on Nondestructive Testing, Shanghai, China, 25-28 de octubre de 2008.

De la Haza, A. O.; Petersen, C. G.; Samokrutov, A. A., "Three dimensional imaging of concrete structures using ultrasonic shear waves", Germann Instruments, NDT System, 2010.

Carino, N.; Petersen, C. G., "NDT & Advanced methods for evaluation of concrete", Education Wordshop, Germann Instruments, Evanston, Ill, agosto de 2012.

**Fig. 14:**



Características de la extracción en la zona sana.

**Fuente:** Germann Instruments (2010).

**Fig. 15:**



Características de la extracción en la zona de duda.

**Fuente:** Germann Instruments (2010).



▶ **Muros de Contención**

▶ **“Satisfacción” está escrito en piedra**

▶ **La única cosa más fuerte que nuestras paredes es nuestra reputación**

▶ **Disponibilidad a nivel nacional**

▶ **Sistema de bloques de fácil y rápida instalación**

▶ **Ingeniería aplicada en favor de un producto versátil, resistente y de alta calidad**

[www.temco.mx](http://www.temco.mx)

[ventas@temco.mx](mailto:ventas@temco.mx)

DERECHOS RESERVADOS, ©, SOLUCIÓN Y MUROS EN CONCRETO, S. DE R. L. DE C. V.



Bosques de Altabrisa es un fraccionamiento diseñado por el arquitecto Mario Lazo que sentó precedentes en el mercado de vivienda residencial de Mérida al tener como eje de diseño a la naturaleza.



LA NATURALEZA:

# eje del diseño

Isaura González Gottdiener.  
Fotos: Cortesía Unidad Diseño

**L**a ciudad de Mérida en el estado de Yucatán es una de las que cuenta con más altos índices de calidad de vida en el país. Esto ha atraído a personas de diversas partes del país a mudar allí su residencia y, por ende, ha detonado un auge en el mercado de vivienda de todos niveles.

En años recientes, al norte de la ciudad se urbanizó Altabrisa, una zona donde en la actualidad hay un centro comercial de alto perfil, un hospital regional de especialidades, escuelas, hoteles y conjuntos de vivienda residencial horizontales y verticales.

En esta zona Grupo AR, adquirió un terreno a espaldas del centro comercial para desarrollar el fraccionamiento Bosques de Altabrisa. Interesados en hacer algo diferente, los inversionistas



contactaron al arquitecto Mario Lazo Villarreal, fundador de Unidad Diseño, despacho creador de Mayakobá en Quintana Roo, un desarrollo turístico de 700 Ha

donde la naturaleza, la serenidad, la privacidad y la calidad en la atención constituyen el lujo del lugar.

En entrevista para CyT, Mario Lazo dice que los desarrolladores



ya tenían el proyecto de lotificación del predio aprobado por el municipio y querían que él sólo hiciera el proyecto de las casas. Planificador urbano y paisajista, Mario Lazo los convenció de partir de cero para darle un giro total al conjunto. "La innovación, respecto de lo que ellos tenían fue que convertimos la calle interior del desarrollo en un jardín. Les dije 'olvidense de las banquetas, le vamos a dar preferencia al peatón'. Hicimos una calle empedrada inspirada en las que tenía el Centro Histórico de Mérida –hoy son de concreto estampado–, que eran de losas que usaban como lastre los barcos provenientes de Marsella. Les dije: -vamos a poner algo con ese espíritu y vamos a llenarlo de árboles".

Como en la actualidad ya no es posible conseguir losas como las que hubo en las calles de la plaza



grande de Mérida, el arquitecto Lazo contactó a una empresa de San Luis Potosí que fabrica pórfido para pavimentación exterior. Toda la calle interior del conjunto tiene esta piedra en formas irregulares asentadas sobre un concreto especial para pavimentos que permiten la permeabilidad y la adherencia para la seguridad de los autos. "El pavimento que normalmente se descuida, nosotros lo cuidamos mucho. Es un motivo de diseño, es la quinta fachada", dice Mario Lazo y agrega que en el conjunto no hay banquetas y que los límites entre el espacio peatonal y el vehicular se establecen por medio de la vegetación.

### Arquitectura exterior e interior

El fraccionamiento se compone de: la calle, tres jardines y 50 lotes

unifamiliares. El equipo de Unidad Diseño diseñó seis modelos de vivienda con un promedio de 300 metros cuadrados cada una. “Desde el punto de vista constructivo las casas son iguales pero la distribución cambia. La gente tuvo varias alternativas de proyecto a elegir y esto hizo que sintieran su elección personalizada”, comenta el autor. “Los desarrolladores buscaban que el diseño se convirtiera en un promotor de ventas y efectivamente así fue. En tres meses vendieron el 60% del condominio”.

La volumetría de las casas, sencilla y pintada de blanco, hace que el verdor de la vegetación y el azul del cielo destaquen. Mario Lazo dice que rechaza la moda y el formalismo *per se*: “Creo que la arquitectura tiene su estética, su lenguaje propio y profundo y éste es exactamente lo opuesto a las tendencias efímeras”.

Hacia la calle interior del fraccionamiento, la arquitectura de las casas privilegia el macizo sobre el vano confiriéndole privacidad al espacio habitable, mientras que hacia los jardines privados de cada casa, las áreas sociales se abren al exterior permitiendo a sus habitantes disfrutar del contacto con la naturaleza. Los materiales de construcción son los de la zona, muros de block de cemento, estructura de concreto, madera y marcos de piedra caliza, producto de la excavación, en los accesos y algunos muros.

Siempre atento a las condiciones del lugar en que se desarrollan sus proyectos, Mario Lazo hace uso de los principios del diseño bioclimático para a la hora de proyectar, enfatizando la reducción del consumo de energía. En Bosques de Altabrisa todas las casas tiene patio y ventilación cruzada; elementos nada nuevos pero muchas veces

olvidados a la hora de proyectar. En un libro editado con motivo del 40 aniversario de Unidad Diseño, el arquitecto Jorge Tamés y Batta dice que en todas sus obras, Mario Lazo asimila tradiciones vernáculas de cada lugar y las dota de sentido contemporáneo.

El sello distintivo de Bosques de Altabrisa sin duda es la vegetación. El arquitecto dice que si bien en Mérida el clima es muy caluroso de mayo a agosto, el resto del año es templado. “Lo que queríamos era propiciar la vida al aire libre.

Este fue el primer desarrollo verde que se hizo en la zona; aunque ya había otros conjuntos residenciales, no incluían árboles ni plantas”.

Desde el acceso, el fraccionamiento llama la atención porque la entrada está cubierta de verdor: “Cuando llegamos ya había una barda y convencimos a los clientes de hacer algo distinto; la tiramos e hicimos una nueva remetida del paramento de la calle para tener vegetación al frente”. En la calle interior del conjunto hay ramones y algarrobos que son árboles que



generan sombra. Mario Lazo dice que desafortunadamente en los viveros de la región no se cultivan muchas plantas endógenas pero aun así, encontraron algunas e hicieron su propio vivero. Cabe decir que el ramón si es un árbol endógeno, mientras que el algarrobo proviene de Sudamérica pero se ha adaptado muy bien en la zona.

“Siempre diseñamos la arquitectura de paisaje pensando en que su maduración es de cinco a 10 años. Dado el clima de la región, en poco tiempo aquello ya estaba precioso”, comenta el arq. Lazo. Otro árbol que está presente en Bosques de Altabrisa es el neem, que tiene la cualidad de repeler a los mosquitos y atraer aves. También hay limones, entre otras especies que hacen que el nombre del fraccionamiento sea una vivencia real. Por cierto, Mario Lazo comenta que a partir de la creación de Bosques de Altabrisa en la zona han surgido otros desarrollos verdes. “Este proyecto fue un empujón para el tema verde”, subraya. “Me da mucho gusto ver que ya hay mas árboles en otros conjuntos. Además, en otras partes de la ciudad, el municipio ha intensificado la vegetación en los camellones. Hemos sentado un precedente al darle importancia al árbol”.

## Unidad Diseño

El arquitecto Mario Lazo es pionero del diseño sustentable en México. Antes siquiera de que este término estuviera en boca de todos, desde su despacho Unidad Diseño, él ha buscado constantemente un balance entre la arquitectura, el desarrollo inmobiliario y la naturaleza.

“La naturaleza tiene leyes que debemos respetar”, dice Mario Lazo quien relata que en los años



70 fue a la costa de Careyes, en Jalisco, cuando la zona era virgen para desarrollar un proyecto y ante la belleza del sitio pensó que sería mejor no hacer nada. “Allí empezamos a trabajar con los estudios de caracterización del sitio o caracterización ambiental con la asesoría de la Universidad de Jalapa. Desde entonces nos dimos cuenta de la importancia que tiene el paisaje no sólo en el plano estético sino en el ambiental”.

El arquitecto Lazo dice que antes de iniciar cualquier proyecto, primero visita el sitio para entender su magia. Una vez que tiene claros los conceptos y ob-

jetivos del proyecto involucra a un equipo multidisciplinario en el que participan especialistas de distintas ramas. A lo largo de más de cuatro décadas de trayectoria profesional en Unidad Diseño se han desarrollado proyectos de diseño en todas sus ramas: gráfico, industrial, urbano, planificación y arquitectónico.

Algunas de las obras del despacho son: el desarrollo Mayakobá, en Quintana Roo; Bosques de Santa Fe, en la Ciudad de México; las Villas Four Seasons, en Punta Mita, Nayarit, así como casas de playa, condominios y hoteles entre otros géneros. **c**

# Firmes de **concreto** en la conquista subterránea

Raquel Ochoa

Fotos: Cortesía Arquitectura Fina.

Una interesante obra de sustitución de firmes de concreto en un estacionamiento, recientemente galardonada.

**L**os proyectos de sustitución de placas de concreto poseen connotaciones de demolición y deshecho total de las placas existentes. En este sentido, el líder de Arquitectura Fina, rompe con los paradigmas en la solución de este tipo obras con una propuesta creativa y sustentable, colocándose al frente de sus competidores y siendo merecedor al Premio Obras CEMEX 2012, en la categoría de desarrollo industrial.

La disposición de espacios de estacionamientos, ya sea subterráneos, a nivel de calle o elevados, especialmente en los centros neurálgicos de actividades públicas,



económicas y culturales, son una exigencia para la circulación, la movilidad, conectividad y eficiencia en la acelerada dinámica de desarrollo y crecimiento urbano.

En los últimos años, Mazatlán, al ritmo de la tambora "La Perla del Pacífico" crece y se transforma en uno de los destinos favoritos de residencia, para quienes buscan un entorno cálido, acogedor, cultural, histórico y de negocio.

El desarrollo de edificios, hoteles, tiendas, bares y restaurantes, simultáneamente con el aumento de la población y el parque automotor, son características inherentes en la transformación de las grandes ciudades, Mazatlán no es la excepción, menos aún, cuando se perfila como la "Puerta del corredor Económico del Norte".

Actualmente, cuenta con más de 438 mil habitantes y alrededor de 133 mil vehículos motorizados en circulación, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y geografías (INEGI), así como con infraestructura y tecnología diseñada para responder a las necesidades de un "puerto multi-propósito de primera generación y cobertura regional".

En este contexto, el despacho de Arquitectura Fina realizó la sustitución de firmes de concreto para el estacionamiento del edificio del Poder Judicial de la Federación, trabajo que fue distinguido con el Premio CEMEX. La obra reviste importancia pues denota el dinamismo en que se inserta el puerto y la importancia que se otorga a los espacios vehiculares y sus innovadores métodos de intervención, para lograr la eficiencia, calidad y seguridad en el estacionamiento



de uno de los principales sitios institucionales que simbolizan la modernidad en la impartición de justicia.

El Premio Obras CEMEX, como sabemos, galardona a las obras más distinguidas en México y el mundo. La idea central de este reconocimiento es impulsar la cultura de innovación, creatividad, calidad y profesionalismo de

todos los que integran el gremio en el sector constructivo. En 2012, entre las 600 obras distinguidas con este galardón, los trabajos de sustitución de firmes del estacionamiento del Poder Judicial de la Federación en Mazatlán, obtuvieron el tercer lugar dentro de la categoría de Desarrollo de obra industrial.

En entrevista para la Revista Construcción y Tecnología en Concreto, el responsable de la obra, arquitecto Johnson Herick Gutiérrez Díaz, del despacho

Arquitectura Fina, de Mazatlán, Sinaloa, explica la importancia de los firmes de concreto para este tipo de espacios.

La diferencia entre cualquier proyecto de sustitución de firmes de concreto y el realizado en el estacionamiento del Poder Judicial de la Federación en Mazatlán, es simplemente la visión integral de sustentabilidad, calidad, durabi-



lidad, seguridad y bajos costos presentes y futuros.

Regularmente, en las intervenciones de sustitución de placas de concreto no existe una evaluación del sitio, que indique los elementos de reutilización o reemplazo, según sea el caso. La propuesta del equipo de Arquitectura Fina, se fundamentó sobre el diagnóstico de la superficie a intervenir, consiguiendo una obra de calidad, eficiente y con principios sustentables.

“Los firmes son una placa de concreto simple de 3”, que reciben y dan consistencia al piso terminado, ya sea reciente o de intervención, incrementando su resistencia con la instalación de una malla electrosoldada de acero de alta resistencia. Para la obra en cuestión, nuestro concepto fue resaltar el uso de nuevos elementos en la sustitución de firmes de concreto, diseñados exclusivamente para el revestimiento de la superficie de más de 1,181.60 m<sup>2</sup>, del estacionamiento del edificio institucional de justicia”, expuso el entrevistado.

La intervención en el estacionamiento del Poder Judicial de la Federación, es una obra de escala moderada pero de gran importancia. Surge como respuesta a las malas condiciones de desgaste y agrietamiento de la superficie de rodamiento vehicular del sitio. La solución propuesta por el despacho fue “evaluar y proponer la remoción o limpieza de las placas según el análisis de daño estructural que presentaba cada una, y emprender la colocación de la nueva superficie de rodamiento vehicular. De esta manera, se aprovechó al máximo la superficie existente, permitiendo la reutilización como base para fortalecer la superficie de rodamiento final”, señaló Johnson Herick.

Aunque la petición inicial del cliente fue la demolición de toda la superficie del estacionamiento,



el despacho de arquitectura, contrapropuso una fórmula clave para la intervención: La evaluación del sitio, reutilización de placas y concreto Hidratium MR. “La fórmula sustentable y de optimización de recursos, impactó considerablemente en el ahorro de costos, materiales, tiempos y otros insumos”, reveló el arquitecto.

Cabe señalar que las ventajas del uso de pavimentos de concreto son evidentes en los costos presentes y futuros, ya que los gastos de mantenimiento son mínimos,

contando con una apariencia limpia y atractiva para los usuarios, al tiempo que proporciona seguridad por las propiedades de su superficie rugosa que incrementa la resistencia a los derrapes tanto vehiculares como peatonales.

## Los firmes, paso a paso

La sustitución de firmes de concreto en el estacionamiento del edificio institucional, expresó Johnson Herick, “es una obra que ofrece

### Datos de interés

**Nombre de la obra:** Sustitución de firmes en el estacionamiento del Poder Judicial de la Federación.

**Ubicación de la obra:** Av. Olas Altas 1300. Col. Centro, Mazatlán Sinaloa.

**Superficie construida:** 1,181.60 m<sup>2</sup>.

**Inauguración de la obra:** 2 de Enero de 2012.

**Total de trabajadores empleados:** 13.

**Nombre del despacho arquitectónico:** Arquitectura Fina S.A. de C.V.

**Nombre de la constructora:** Arquitectura Fina S.A. de C.V.

**Nombre del despacho estructuralista:** Arquitectura Fina S.A. de C.V.

**Líder del proyecto:** Arquitecto Johnson Herick Gutiérrez Díaz.

**Materiales utilizados:** Concreto HIDRATIUM f<sup>c</sup> 200, malla electrosoldada, promotores de adherencia, reglas de metal, sellador de juntas y alambre recocado.

**Tipos de concreto utilizados:** Concreto profesional: HIDRATIUM F<sup>c</sup> 200 07 días REV14TMA2 HIDRATIUM c/ fibra.

**Total de concreto utilizado:** 94.528 m<sup>3</sup>.

una postura de reutilización de la infraestructura previa. El proyecto cubrió, con una mezcla especial de concreto que se trabaja sobre la plancha existente, una superficie de casi 1,181.60 m<sup>2</sup>, con alto grado de deterioro, rescatando y reutilizando las placas que fueron valoradas óptimas para el reciclaje. La placas de reutilización aseguraron una base sólida que permitió no sólo asentar el firme del nuevo pavimento, prolongando las condiciones de vida útil del sitio, sino también, controlar los niveles de altura del lugar”.

El mayor desafío que enfrentó el proyecto “fueron los factores climáticos y la depresión del sitio. La sustitución fue subterránea, lo que implicó trabajar con poca radiación solar y viento excesivo, provocando alteraciones en el concreto difíciles de controlar. Al mismo tiempo, la condición subterránea fue un factor que impuso soluciones alternativas al vaciado de concreto tradicional. La solución fue el bombeo de pluma al exterior de la obra, lo que implicó habilitar tuberías por zonas estratégicas para alcanzar la totalidad de superficie del sitio de trabajo”, recalcó.

### Sustentabilidad en firme

¿Cómo alcanzar una construcción sustentable que prolongue la vida útil de los firmes de concreto? Obviamente no hay recetas que garanticen el éxito de un proyecto. Se necesita una estrategia para el diseño y construcción de la obra, esto marcará la diferencia en la superficie de rodamiento final. Los resultados impactarán no sólo en la etapa de construcción, sino también en la prolongación de la vida útil de la obra.

La fase de elección, uso y manejo de los materiales es clave para incrementar o no la vida útil de la

- Incrementa las propiedades del concreto en estado fresco.
- Reduce los tiempos del proceso constructivo.
- Elimina costos derivados del proceso tradicional.
- No tiene afectación sobre las propiedades mecánicas del concreto.
- Admite la retención de la humedad dentro del concreto igualando o superando el desempeño de las membranas de curado.
- Elimina el proceso de curado.
- Reduce de manera significativa el agrietamiento plástico.
- Reduce los impactos negativos sobre el medio ambiente.

superficie de rodamiento, así como optimizar los recursos de la etapa constructiva. Para el arquitecto Johnson Herick, el uso de “las nuevas tecnologías en la construcción de la sustitución de firmes con concreto Hidratium MR y una propuesta integral en el estacionamiento del Poder Judicial de la Federación, fueron determinantes, para dar solución a todas las necesidades del proceso constructivo y prolongar el ciclo de vida de la obra”.

El material predominante fue Concreto Hidratium MR, como se dijo, un producto de alta tecnología que proporciona ventajas competitivas al sustituir los procesos de curado tradicional de concreto. Por sus características favorece el ahorro de energía, disminuye la huella de CO<sub>2</sub>, y los costos totales. El Hidratium MR fue específicamente diseñado para la obra, proporcionando resistencia a la flexión o módulo de ruptura. Además, sus características permitieron la disminución de los tiempos del proceso constructivo, el agrietamiento plástico y los levantamientos a largo plazo”.

Los elementos de concreto elegidos permitieron optimizar y reducir los recursos de energía, tiempos y movimientos en el proceso y prolongar el ciclo de vida de la obra final. Las características innovadoras del concreto MR, proporcionaron expectativas potenciales para el ciclo de vida de las placas, en tanto mayor resistencia y durabilidad.

Adicionalmente, fue posible reducir el grosor de la losa sin comprometer el lado técnico y el desempeño de la superficie de rodamiento, gracias a la base de

soporte concebida como primera fase del proceso de construcción, con lo cual se lograron espesores mínimos, que permitieron no disminuir drásticamente la altura del espacio subterráneo -garantizando la circulación de vehículos grandes o camionetas-, condición imposible con procesos y soluciones tradicionales, que obligan a demoler el piso existente y remplazarlo en su totalidad, para lograr la resistencia óptima del pavimento.

La maquinaria que se utilizó para el manejo y uso de concreto fue el trompo con manguera de bomba y el servicio de bomba pluma BS-F40Z.12 L Putzmeister, con servicio de tuberías, la cortadora de concreto disco diamante arranque manual, y martillo rompedor de 3000, ideal para los trabajos pesados de demolición de concreto y asfalto.

En síntesis, “por sus propiedades innovadoras, el uso de concreto MR -en la sustitución de firmes-, fue clave para lograr una excelente relación entre sustentabilidad, costo y necesidades”, finalizó el entrevistado. **C**





RETOS Y OPORTUNIDADES DEL  
CONCRETO SUSTENTABLE

# FIC 2013

## Los retos ante las necesidades actuales

Por Antonieta Valtierra

Fotos: Yolanda Bravo Saldaña

En el Centro Banamex de la Ciudad de México se reunieron expertos, interesados y estudiantes en torno al Foro Internacional del Concreto 2013.

**E**l IMCYC efectuó el Foro Internacional del Concreto (FIC) 2013: "Retos y Oportunidades del Concreto Sustentable", en el Centro Banamex de la Ciudad de México, los días 28, 29 y 30 de mayo. Dicha actividad fue una excelente oportunidad de escuchar las experiencias y conocimientos de especialistas del sector, además de conocer los avances en el tema.

### Durabilidad

El inicio del ciclo de conferencias fue abierto con un bloque de tres: "¿Hacia dónde se dirige la industria del concreto sustentable?", en donde el doctor Lihe Zhang, habló de los materiales y prácticas sustentables. "Innovaciones tecnológicas del concreto autoconso-

**Encuentro de amigos: los ingenieros Daniel Dámazo, Alejandro Durán y Luis García Chowell.**



lidable”, fue impartida por el arq. Guillermo Takeda, quien con gran sentido del humor, presentó las ventajas de la sustentabilidad, aplicadas en la arquitectura, así como la manera de crear soluciones con concreto, como por ejemplo, los muros verdes de contención, a un costo menor que los tradicionales.

Con “Estructuras de concreto y su vida útil”, expuesta por el doctor Paulo Do Lago Helene, se trató de los nuevos términos y conceptos de vida útil de referencia; vida útil nominal y vida útil de diseño o de proyecto. Asimismo, informó sobre las normativas existentes que contienen puntos poco claros, con conceptos subjetivos al tiempo que las definiciones de vida útil son diversas y con distintos significados.

Con la conferencia “Incorporación de la sustentabilidad en el concreto por diseño y especificación”, a cargo del dr. Ramón L. Carrasquillo, se trataron los cambios que deben realizarse para reducir la huella inicial de CO<sub>2</sub> en las mezclas de concreto, así como sobre las especificaciones para emulsiones sustentables. Independientemente de que el concreto reduce la demanda de energía por su cualidad de reflejar la luz, contribuye a elevar la calidad de vida, pues colocado en vialidades se eliminan los baches y evita que los autos derrapen.

Por su parte, “Concreto autoconsolidable: entendiendo la durabilidad”, impartida por la dra. Kejin Wang, dio la oportunidad de presenciar una demostración del material y apreciar su cualidad de distribuirse de manera homogénea dentro de una estructura transparente en forma de “U”, donde sólo hubo pequeñas diferencias entre un extremo y otro. Otra

**En plena ponencia, el dr. Lihe Zhang.**



de las conferencias, “Modelos conceptuales de vida de servicio para estructuras sostenibles” a cargo del dr. Pedro Castro Borges, trató sobre la incorporación de la sostenibilidad en la normativa de estructuras durables.

**Ms. Julie Buffenbarger, conferencista magistral en el FIC 2013.**

**Aspecto general de la conferencia magistral**



¿Cuál es el significado del concreto sustentable?, fue la Conferencia magistral que cerró el primer día del FIC, la cual fue dictada por la ingeniera Julie Buffenbarger, (miembro del ACI), ponente que habló de retos y soluciones innovadoras en infraestructura, así como de resiliencia y sustentabilidad. Al respecto señaló: "Veo la construcción sustentable como oportunidad de crecimiento para la industria. Podemos llegar más allá con los agregados, con su uso y evitar usar tanta agua. Tenemos que minimizar el impacto al ambiente mediante la economía; cuando hablamos de construcción, tenemos que estar pensando en qué tan rentable es, que tan fácil es construir y si esa edificación va a estar ahí en 100 años".

## Materiales y tecnologías sustentables

Durante el segundo día de conferencias, el dr. Domingo Carrera habló del "Flujo plástico y efectos de la contracción en las estructuras de concreto", donde explicó los problemas de los modelos matemáticos y de la importancia de la compenetración entre el ingeniero estructurista y el de materiales para el éxito de las obras. Por su parte, el ing. Igor de la Varga con su ponencia "Optimizando la sustentabilidad del concreto hidráulico a través del curado interno" señaló que curar desde dentro es igual de importante que el curado externo dado que es necesario para mantener

El dr. Mohamed Mahgoub, con el interesante tema del reciclaje.



la humedad relativa alta y retirarla en el momento adecuado para evitar agrietamientos.

Otro de los temas de gran relevancia fue el de "Reciclado de materiales en concreto: proyectos, especificaciones, riesgos y beneficios" del dr. Mohamed Mahgoub, donde se mostró la estrategia de las "3R" (reducir, reusar y reciclar), lo que reditúa en aspectos sustentables que además reducen costos, como son, por ejemplo, el triturar los desperdicios y reusarlos como agregado para el concreto es tan solo

El ing. Emigdio Mercado, en las conferencias dedicadas a las Universidades, con el tema de "Supervisión de obra".



El dr. Paulo Do Lago Helene en plena cátedra.



una de tantas alternativas prácticas. Por su lado, el dr. Alejandro Durán habló de "Concreto autocurado: oportunidades y ventajas competitivas en la construcción", señalando las distintas retracciones del concreto y de la importancia de su durabilidad, así como de la problemática involucrada con el principio del curado interno.

Estuvo presente también el dr. Charles Nmai, quien abordó el tema de "Los aditivos químicos y su rol en la sustentabilidad: una oportunidad", e hizo incapié en el valor de los agregados químicos para mejorar las propiedades del concreto. Simultáneamente, el dr. Paulo Do Lago Helene impartió la conferencia "Concreto de alto desempeño: un futuro sustentable" en donde instruyó al público acerca del material y de la certificación LEED vigente en varios países.

Como ya es tradición durante el evento, se tuvo una serie de conferencias dirigidas especialmente a estudiantes de ingeniería con el propósito de adentrarlos al mundo del concreto y complementar su formación actual. Estas tres conferencias en donde se vertieron un conjunto de conocimientos y de habilidades vitales para el futuro egresado de las carreras de ingeniería civil y de estructuras. La primera fue "Supervisión de obra", que tuvo una asistencia muy nutrida de estudiantes y donde el ingeniero consultor Emigdio Mercado Díaz habló de aspectos fundamentales como son las funciones y responsabilidades del supervisor de obra, así como las normas, reglamentos y especificaciones.

La segunda fue "Agregados para concreto" en la que el dr. Domingo Carreira, habló acerca de la importancia de la calidad de los agregados y de las especificaciones, pruebas y normas referentes a los agregados. La última conferencia del segmento fue "Pruebas no destructivas para evaluar estructuras de concreto", impartida por el ing. Eduardo Vidaud Quintana, quien hizo una exposición de métodos y pruebas no destructivas para la verificación de la calidad del concreto endurecido, sin hacerle daño.

## Infraestructura sustentable

Para el tercer día, se presentaron algunas de las grandes obras de ingeniería construidas en México a través de conferencias como: "Túnel Emisor Oriente (TEO): retos y oportunidades", por parte del ing. Adrián Lombardo Aburto, quien explicó los trabajos en esta obra subrayando que la mayor problemática que se tuvo que enfrentar en su construcción fueron los diferentes tipos de suelo encontrados en el trayecto del túnel. El "Puente San Marcos" fue el tema de la segunda conferencia a cargo del lic. Ezequiel Espinoza, quien



**El M. en I. Eduardo Vidaud, impartiendo su conferencia sobre pruebas no destructivas.**



**El arq. Guillermo Takeda, con el tema de las innovaciones tecnológicas del concreto autoconsolidable.**

recalcó que en dicha obra se pusieron en práctica distintos métodos constructivos para minimizar el impacto ambiental. "Infraestructura urbana: puente de La Silla", fue el tema del dr. Vicente Vicent quien mostró el procedimiento constructivo, el diseño geotécnico, hidrológico y estructural de un puente de concreto blanco en Monterrey, el cual requirió de 5,000 m<sup>3</sup> de concreto y 775,000 kg de acero de refuerzo.

"Desarrollos sustentables construidos con concreto", fue el tema expuesto por el ing. Gabriel Santana Echegaray, quien señaló las ventajas de construir con prefabricados en centros comerciales, en donde destacó que ahorrar tiempo y conciliar todas



**El dr. Peter Taylor, con el tema de pavimentos de concreto hidráulico.**

las partes también es sustentabilidad. Por su parte, "La prefabricación como sistema constructivo para una estructura sustentable", fue el tópico del ing. José E. Chávez Aviña, quien habló del desarrollo de sistemas prefabricados, cuyos moldes se pueden reusar en varias ocasiones, teniendo así un ciclo de vida más largo.

En "Presas de concreto compactado con rodillos, oportunidad sustentable", presentada por el ing. Robert Montalvo, se informó de varios casos de presas construidas con CCR en distintos países (con sus propias complicaciones), con lo que se concluyó que no todo lo que funciona en un caso es idóneo para otro; por tanto, se deben hacer ensayos para cada caso. Subrayó que la utilización de CCR es una opción sustentable porque se economiza en materiales, costos y la construcción es más rápida.



**Una asistencia muy concurrida a las conferencias.**

En cuanto a pavimentos y pisos industriales se tuvieron los temas "Oportunidades sustentables con pavimentos de concreto", desarrollado por el dr. Shiraz Tayabji, quien dijo que "estamos obligados a construir con pavimentos más durables y amigables con el medio ambiente", para ello recomendó el reciclado de materiales y residuos industriales, así como optimizar el diseño de pavimentos. Por su parte, el dr. Peter Taylor, en "Pavimentos de concreto hidráulico sustentable: un manual práctico", dijo que hay que cambiar la manera de pensar, pues la mayor parte de las veces el método constructivo elegido para un pavimento es el más económico. "Hay que practicar el diseño y selección de materiales que fomenten la sustentabilidad y sean los menos contaminantes, y tomar en cuenta que uno de los aspectos más importantes es la longevidad de los caminos y puentes, edificados con el mínimo de energía y que sean útiles a la sociedad", expresó.

Finalmente, en "Pisos industriales de contracción cero, alto desempeño", el mtro. Scott Tarr subrayó los cuidados que debe haber en la colocación del concreto y en el curado del mismo, así como la importancia de las juntas, de la contracción y de las situaciones que causan las grietas.

## Comentarios

"Estoy muy motivado porque siempre es un placer trabajar con la gente del IMCYC. Yo trabajo con el Instituto de Brasil y con la Asociación Brasileña de Cemento Portland y estamos haciendo hoy un trabajo intenso en la cuestión de las ciudades. El problema del crecimiento desordenado de las ciudades debe tratarse por los Institutos de cemento, para que se empiece a trabajar con tecnologías para la solución de los problemas urbanos", comentó nuestro invitado, Guillermo Takeda.



**Encuentro de sonrisas: Donato Figueroa; Scott Tarr y Shiraz Tayabji.**

Lihe Zhang nos dijo: "Es la primera vez que estoy aquí y estoy impresionado con las personas que vienen a escuchar. Hubo interacción con el público asistente pues quieren saber más con lo que sucede fuera de México".

"Yo creo que este foro está increíble; muy bien enfocado a lo que es el futuro de la industria de la construcción. Las preguntas que nos hicieron fueron muy interesantes. Por lo tanto, yo diría que al IMCYC hay que darle el reconocimiento porque se están preocupando por la industria de la construcción", dijo Ramón Carrasquillo.

Kejin Wang, por su parte, expresó: "Las conferencias están bien organizadas y los ponentes son excelentes. Los temas también son muy interesantes. Es la primera vez que vengo; pero siento que estoy en casa, todos son amigables. Es un placer estar aquí y estoy agradecida con los organizadores del Foro".

Por su parte, Paulo Do Lago Helene, comentó: "¡Mira cuánta gente que hay acá! Me gusta que involucren a muchos países; a muchos expertos en el tema de la sustentabilidad, pues dan diferentes puntos de vista y con eso puede uno mejorar mucho y crecer el conocimiento. Aunque participo como conferencista, uno también aprende; uno asiste a las conferencias de los demás y es un momento de fortalecer las redes de relacionamiento social y técnico en el sector".

La conferencista magistral, Julie Buffenbarger, expresó por su parte: "Creo que el Foro es muy bueno; es una gran oportunidad para expandir el conocimiento de productos sustentables y otros innovadores, a nivel mundial. También es una oportunidad para reunirse con colegas y compartir ideas".

"Es la primera vez que vengo al FIC. Creo que lo que se está haciendo es lo correcto porque la tecnología del concreto tiene que aplicarse; tiene que llevarse

**El ing. Robert Montalvo, con el reconocimiento que se le entregó.**



**El dr. Vicente Vicent, quien habló de trabajos recientes en materia de puentes en Monterrey.**

a casos reales y creo que este tipo de actividades lo promueve", comento Igor de la Varga.

Para Alejandro Durán Herrera: "El Foro cubre una necesidad imperante en el país, de promover y difundir los conocimientos y tecnología del concreto y diseño estructural, trayendo conferencias internacionales a través de los cuales la industria de la construcción con concreto da a conocer los nuevos desarrollos y con eso la infraestructura del país se puede ver beneficiada; pero también la Academia, ya que los profesores que vienen, conocen de las nuevas tecnologías lo que ayuda a mejorar la currícula de las carreras de ingeniero civil, arquitecto e ingeniero constructor".

"El Foro es una gran idea. Creo que actividades como ésta ayudan a entender cuáles son los problemas y tal vez obtener un poco de guía. No vamos a convertir a la gente en expertos en este evento; pero por lo menos comenzamos a ayudar crear curiosidad en la gente", señaló Shiraz Tayabji.

Gabriel Santana, por su parte, dijo: "Estuvo muy concurrido. El Foro está bien organizado. Es un honor para mí venir; pero además, cuando está así de bien el evento, pues más. Ya he venido varias veces y el evento va mejorando en contenido, en organización y en presencia; además, es muy valiente tocar el tema de la sustentabilidad porque no es un tópico que conozcamos todos bien, y nos hicieron estudiar".

"Amo al IMCYC. Es muy buena la organización, igual que en el ACI en Estados Unidos. Aquí el IMCYC lo realiza de manera excelente. Hace las mismas actividades para difundir todo lo que hace el sector, y lo hace muy bien", expresó Scott Tarr. **C**

## TERCER CONCURSO NACIONAL DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

# Pasión y entrega juvenil

Tuvo lugar nuevamente este importante concurso nacido hace tres años.

**Juan Fernando González G.**

**Fotos: Yolanda Bravo Saldaña.**

Una iniciativa que ha causado gran impacto entre las facultades y escuelas de ingeniería de todo el país es la que se refiere al Concurso Nacional de Diseño de Mezclas de Concreto. Desde hace tres años, el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. (IMCYC) se ha dado a la tarea de organizar este encuentro, el cual se desarrolla en el marco del Foro Internacional del Concreto (FIC) que se efectúa en el Centro Banamex de la ciudad de México.

El Concurso 2013 se desarrolló sin ningún contratiempo; no obstante que el número de participantes fue grande: 119 equipos pertenecientes a 66 diferentes instituciones de educación superior.

El ing. Daniel Dámazo Juárez, director general del IMCYC, señaló que este encuentro es de suma relevancia ya que busca "colaborar con las instituciones de educación superior, en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la tecnología del concreto de los estudiantes de ingeniería civil del país, a través del conocimiento de una de las fases fundamentales en el empleo del concreto en la construcción: el diseño de mezclas".

### Voces juveniles

Adrian Castillo, alumno del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Civil del Tecnológico de Mata-

➤  
El jurado del Concurso, atento a lo que estaba sucediendo



# 3<sup>ER</sup> CONCURSO NACIONAL DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO<sup>MP</sup>



moros, apartó un momento la vista de la pantalla que anunciaba las calificaciones de los diferentes equipos para relatar que su escuela participó este año con dos equipos. “Es la primera vez que lo hacemos y la verdad es que no nos fue muy bien: un equipo obtuvo 307 y el otro resultado fue muy alto; pero lo tomamos con tranquilidad ya que estamos aprendiendo, dijo el estudiante norteño, quien señaló que estas actividades les ayudan a percibir de cerca lo que sucede con la industria del cemento y el concreto, algo que desde el aula no siempre es posible.



El equipo del Laboratorio del IMCYC en pleno trabajo.

Por su parte, Julián Cámara Romo vino solo, desde la Universidad Lasalle, campus Cancún, para representar a su equipo. La calificación que logró fue regular ya que en el primer intento su cilindro llegó a poco más de 280; en el segundo, el puntaje fue de 302, con un promedio de 293. “El año pasado quedamos en el lugar 18, con un promedio de 295”, dijo el futuro ingeniero civil un tanto contrariado. Pero bueno, venir a estos foros te permite interactuar con estudiantes de varios estados y conocer más acerca de las diferentes empresas ligadas al concreto”, señaló el joven quintanarroense, quien piensa que su futuro profesional es prometedor ya que se avecinan las remodelaciones de la zona hotelera de Cancún, Playa del Carmen y la Riviera Maya.

A las 13:30 horas Sergio Hermenegildo Jacinto, miembro de uno de los dos equipos de la Universidad Autónoma Metropolitana, campus Azcapotzalco, esperaba su turno para el análisis de sus cilindros. Sergio refirió que en su carrera hay diferentes áreas: estructuras, geotecnia hidráulica y construcción. “Yo soy de estructuras pero me llama la atención el



Cilindros de concreto, en espera de pasar la prueba.

## Ganadores

Lugar	Institución	Equipo	Promedio
1	Facultad de Estudios Superiores Aragón (UNAM).	1	300.3
2	Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria	1	299.15
3	Universidad Veracruzana	2	302
4	Universidad Veracruzana	1	297.75
5	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	2	302.85
6	Universidad Autónoma de Nuevo León	2	297.1

comportamiento del concreto, ya que es un material inconstante y que depende de muchos factores, como la humedad, la temperatura y los tipos de agregados”.

Asimismo, comentó que: “definitivamente estas actividades son muy útiles ya que las materias ligadas al concreto son escasas. En mi universidad sólo tenemos la asignatura de Construcción y un laboratorio en el que aprendemos algo de mezclas, agregados y algunas pruebas que se le hacen al concreto independientemente de la resistencia. Sería una buena opción que alargaran las materias relacionadas con este tema”, expresó.

### Asesores y patrocinadores

El M. en C. Daniel Dámazo Juárez señaló: “Sabemos y estamos conscientes que la participación en el concurso obligó a los estudiantes a investigar sobre la materia y a realizar múltiples pruebas de práctica, a fin de obtener una mezcla que reuniera las características establecidas, y a agruparse con metas comunes”.

Al respecto, vale la pena destacar que la industria del cemento y el concreto ha sido siempre sensible a las necesidades de los diferentes grupos que se inscriben en esta prueba. El ingeniero Óscar Ortega Soto, supervisor de calidad de la zona Bajío Norte de Concretos Moctezuma, apuntó que se trata de “una excelente idea para alentar a la juventud, ya que un gran sector de ella se encuentra muy dispersa. Me llama mucho la atención la precisión de los jóvenes porque nosotros, dedicándonos a esta rama y con todos los controles posibles tenemos desviaciones muy altas, mientras que en este evento en dos o tres pruebas llegaron a resultados casi perfectos”. Cabe

- “Que se convoque a una prueba para hacer un concreto con una cierta masa volumétrica, y que se calculen los materiales. Sería algo más complicado y un buen reto” (Julián Cámara Romo, Lasalle, campus Cancún).
- “Que las cementeras apoyaran a los participantes. Nosotros recibimos la materia prima de cementos Lafarge, y de una compañía más que nos ofreció agregados de basalto de un banco que antiguamente era de ICA” (Sergio Hermenegildo Jacinto, Universidad Autónoma Metropolitana, campus Azcapotzalco).
- “Que el evento sea de corte internacional, lo que nos daría oportunidad de medirnos con otros países” (Pedro Daniel Gatica González, Tecnológico de Ciudad Victoria).

decir que Concretos Moctezuma ofrece pláticas y becas a estudiantes que quieran especializarse en el mundo del concreto, así como todo el apoyo para que realicen sus prácticas profesionales en alguna de nuestras instalaciones, concluyó.

Por su parte, el ing. Eduardo Vidaud Quintana, experto en el área de estructuras y miembro del laboratorio del IMCYC, resaltó que la competición es ideal para crear o despertar el interés de los estudiantes de ingeniería civil en el uso del concreto. “Lo realizado por los estudiantes es muy meritorio ya que los niveles de dispersión que están obteniendo muchos de los equipos son extraordinarios, sobre todo si consideramos que la mayoría de las universidades no tienen las mejores condiciones de trabajo”, señaló.

Mejorar este tipo de encuentros desde el punto de vista técnico va a ser complicado, apuntó Vidaud Quintana, ya que los resultados actuales son buenos. Sin embargo, se pueden crear algunas otras alternati-

### El jurado

- Ing. Óscar Ortega Soto, Supervisor de Calidad de la Zona Bajío Norte de Concreto de Corporación Moctezuma.
- Ing. Alexander Carlos Leyva Pérez, Jefe de Soporte Técnico Nacional de CEMEX Concretos.
- Ing. Juan Baltazar García, Gerente Técnico de la Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado.
- Ing. Luis Borbolla Coto, Director de Proyectos de Grupo Indi.
- Ing. Arq. Juan Manuel Gutiérrez González, Representante de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería.
- Ing. Miguel Ángel Daza Merino, Representante de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI).
- M. en C. Daniel Dámazo Juárez, Director General del Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. (IMCYC).
- Ing. Luis García Howell, Gerente Técnico del Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. (IMCYC).



Los ganadores del primer lugar: alumnos de la carrera de Ingeniería civil de la FES Aragón.

vas que despierten también el interés por estudiar el concreto. Se trata, como lo dijo el M. en C. Dámazo Juárez, de poner a consideración otro tipo de ensayos en los que intervengan el uso de algunos agregados. Al respecto, el director general del IMCYC anunció que para el 2014 se implementará una prueba adicional, relacionada con la medición de la resistividad eléctrica del concreto, la cual tendrá sus propias bases de participación.

## Docentes comprometidos

Un entusiasta maestro que estuvo al frente de los equipos de la Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero fue el ing. Alfredo Cuevas Sandoval, quien comentó que su institución ha tenido una vinculación permanente con el área de enseñanza del IMCYC desde 1994.

“Es la segunda ocasión que participamos en este certamen. Tuvimos muy buenos resultados ya que tuvimos 302 kilos de resistencia y 311 con una dispersión de 8.7 que nos ubica ahora mismo en el lugar 13”, refirió el especialista, quien puntualizó que el concurso sirve para saber cómo andamos en la enseñanza del concreto; pero también para que los estudiantes conozcan otro ambiente y constaten que lo que nosotros les enseñamos en el aula no difiere de lo que sucede en foros de esta naturaleza.

## Los ganadores

La persistencia parece ser la palabra clave en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Aragón, ya que antes de obtener la posición de honor del Tercer Concurso Nacional de Diseño de Mezclas de Concreto obtuvieron los tres primeros lugares del Primer Concurso Interestatal de Diseño de Mezclas de Cilindros de Concreto de Baja Densidad, convocado por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) campus Toluca, apenas hace unos cuantos meses. Ricardo Jair Espinoza, quien se erigió como uno de los ganadores en ambas competencias, consideró que participar en ellas es un excelente complemento a lo que ves en las aulas.

“El triunfo es compartido –dijo–, porque recibimos todo el apoyo de la facultad con el material, las maquinas y el transporte, sin olvidar la experiencia de los maestros que nos asesoraron. En la Universidad, reconoció el estudiante de octavo semestre, no se le da mucha importancia al concreto (sólo le dedican una materia optativa en el noveno semestre), pero al venir a estas actividades te das cuenta que es un



Segundo lugar: El Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.



Los ganadores del tercer lugar: la Universidad Veracruzana.

mercado muy amplio y que puede ser muy redituable en el campo profesional. A mí me gusta mucho el concreto porque sirve para todo, y bien dicen que el segundo material más utilizado después del agua en todo el mundo. Conociendo sus propiedades y sabiéndolo manejar se pueden hacer muchas cosas interesantes y funcionales”, concluyó.

## Segundo lugar

El Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria sorprendió con una de las mejores marcas: 299.15 de resistencia con una dispersión de 14 kilos entre una muestra y otra, “lo que pudo deberse a las condiciones de curado que pudieron haber variado ya que nuestra zona geográfica es muy calurosa”, dijo el ing. Víctor Manuel García, quien se mostró sumamente feliz por estar en ese sitio luego de haber obtenido un sexto lugar en el primer certamen (2011), y el lugar 22 en el segundo (2012).

“Nos llevamos la satisfacción de compartir esta experiencia con jóvenes de otras instituciones que vinieron de todas partes del país, sin distinguir coordenadas, localidades geográficas o entidades estatales. Esta iniciativa nos permite saber el aprovechamiento de nuestros estudiantes, y avanzar en el conocimiento de las mezclas, el diseño y los factores que inciden en su proceso”, apuntó. c

■ Perspectiva de la carretera de concreto microfresado.

# Uso de concreto microfresado

**Jesús Díaz Minguela/Juan F. Escanciano González**  
(Director IECA Tecnología Servicio Territorial de Fomento en León/Junta de Castilla y León, España)\*.

La Junta de Castilla y León ha construido una nueva carretera de conexión entre las localidades de Castrotrofuerte de Campos y Toral de los Guzmanes, en el sur de la provincia de León, con el objetivo de unir transversalmente las carreteras N-630, Ruta de la Plata, y LE-510, respondiendo a una reivindicación histórica en la zona que era la de evitar, al tráfico local, tener que realizar un largo rodeo para salvar el río Esla. Ade-

más se ha facilitado una salida a la autovía A-66, Autovía de la Plata, a todas las poblaciones ribereñas de la margen izquierda del río. Las obras iniciaron en abril de 2010, y finalizaron en el verano de 2012.

## La carretera

Con una longitud total de 3,787 m y un trazado en planta prácticamente rectilíneo que aprovecha un camino agrícola existente, el movimiento de tierras resulta muy reducido; en alzado se ajustó al

terreno, con una cota de rasante ligeramente elevada y discurriendo todo en terraplén para lograr la evacuación de las aguas superficiales. La sección transversal es 6/8 y está formada por una calzada de 8.0 m con dos carriles de 3.0 m, arcenes pavimentados de 1.0 m y bermas en tierra de 0.5 m respectivamente.

El firme proyectado corresponde con el tipo 411.4 de las *Recomendaciones de Proyecto y Construcción de Firmes y Pavimentos de la Junta de Castilla y León*, formado por un pavimento de 20 cm de concreto HF-4.0 (de 4.0 MPa de resistencia característica a flexotracción a 28 días) sobre 20 cm de zahorra artificial, apoyadas en una explanada tipo E1 (de acuerdo con las citadas

\* Resumen tomado de: Revista técnica CEMENTO HORMIGÓN, nº 955, marzo-abril 2013. ([www.cemento-hormigon.com](http://www.cemento-hormigon.com)).

recomendaciones, coincidentes con la Norma 6.1-IC del Ministerio de Fomento). Posteriormente la explanada se modificó a una capa estabilizada S-EST 2, que se apoyaría en un suelo tolerable pero, al disponerse suelos de elevada calidad para la formación de todo el terraplén, con los que se aseguraba una explanada de calidad E2 (incluso E3 en muchos tramos), se decidió suprimir la estabilización y se mantuvo la capa de zahorra con un espesor mínimo de 15 cm, para que funcionara como capa de regularización del concreto.

### La estructura sobre el río Esla

Sobre río Esla se construyó un viaducto de 324 m de longitud de planta recta, con tablero de 10 m de ancho en el que, para minimizar el impacto visual en el entorno, se definió una rasante pegada al terreno. La construcción de la estructura tenía como condicionante principal que debían evitarse los cimbrados sobre el río de acuerdo con la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Como solución constructiva, buscando una imagen de continuidad, se decidió proyectar el tablero manteniendo el canto en toda su longitud empleando vigas prefabricadas del mismo canto y ménsulas metálicas de 30 m sobre esas pilas a modo de capiteles.

### El pavimento de concreto

La carretera de conexión de Castrofuerte de Campos a Toral de los Guzmanes fue construida con un pavimento de concreto en masa con juntas transversales esviadas 6:1 y junta longitudinal en mitad de la calzada. Con el objetivo de evitar el efecto



■ Extendido del concreto en la obra.

resonancia, las juntas transversales se han dispuesto cada 3.4-3.6-3.8 m en lugar de a una distancia fija. Aunque sólo una parte de la carretera se encuentra dentro de la zona inundable con periodo de retorno de 100 años, se decidió sellar todas las juntas para evitar deterioros por la helada.

Para construir un pavimento de concreto cumpliendo los parámetros de calidad requeridos es imprescindible fabricar el concreto en una central con amasadora. No obstante, dado el escaso volumen de concreto que se utilizaba en el pavimento (unos 4,500 m<sup>3</sup>), que no hacía rentable instalar una planta, el material se fabricó en una central de concreto preparado próxima a León. El concreto fue diseñado para mantener sus características durante más de hora y media, aumentando considerablemente el

plazo de trabajabilidad. Tras varias pruebas, se comprobó que era necesario transportar el concreto en "cubas hormigoneras", en lugar de camiones bañera como es usual, con el fin de poder suministrar energía de envuelta durante todo el tiempo de transporte.

La construcción del pavimento se inició a finales de octubre de 2011, con una extendidora CMI 100. La anchura existente de plataforma y la necesidad de disponer de espacio para las orugas de la extendidora hizo que el ancho de extendido fuera de 6.50 m, construyéndose a *posteriori*, con una extendidora lateral, los arcenes de 0.75 m de concreto para completar la calzada de 8.0 m. Aunque inicialmente se empezó utilizando un carro de curado, los problemas que surgieron con las boquillas de inyección obligaron a realizar el curado a mano.

Las juntas se realizaron serrando 7 cm el concreto. En el caso de las transversales, se serraron esviadas 6:1 para que entraran primero en la losa las cargas debidas a las ruedas interiores de los vehículos (cargas más alejadas del borde). Todas se cajearon y sellaron con un producto de sellado en frío

#### Dosificación del concreto HF-4.0.

CEM II/A-V 42.5R	375 K
Gravilla silícea 6.12	1.214 K
Arena silícea 0-4	630 K
Agua	145 l
Polyheed 777N	0.7% vspc
Glenium SKY 597	0.2% vspc
Relación a/c =	0.39

(UNE EN 14188-2) denominado Polifix K-10 SL.

Aunque inicialmente estaba previsto la obtención de una textura de árido visto y se realizaron diversas pruebas en el laboratorio, en varias losas y en un tramo de la carretera, resultó complejo obtener una textura homogénea. La razón de esta heterogeneidad en el acabado pudo deberse a la necesidad de utilizar un volumen elevado de aditivos en el concreto para mantener las características durante, al menos, 90 minutos, al transporte en camión hormigonera que hace que las características de algunas cubas varíe respecto a otras por la energía suministrada, aunque tengan similar consistencia y a la dependencia de la climatología.

A mediados de noviembre se suspendió la ejecución de la obra, cuando empezaron las heladas, y se continuó en abril, con mejores temperaturas y días más largos. Con el fin de mejorar los bajos rendimientos obtenidos para lograr, en esas condiciones, una textura de árido visto suficientemente homogénea, las empresas constructoras propusieron la obtención de la textura mediante microfresado, alternativa totalmente novedosa en el campo de los pavimentos de concreto en cuanto a obtención de textura se refiere (hasta la fecha sólo utilizada para mejorar problemas de regularidad superficial). El microfresado se realizó con una fresadora Wirtgen 2000 propiedad de Iber Samop S.A.

## Ventajas del microfresado

El mayor costo, debido al desgaste de picas de la fresadora, se compensa con las ventajas del microfresado que pueden concretarse en las siguientes:

- Resuelve los problemas de regularidad superficial ocasiona-

dos por las múltiples paradas de la entendedora.

- Logra una textura de buena calidad.
- Permite independizar los equipos de extendido de los que realizan la textura, obteniendo mayores rendimientos al permitir avanzar con menor dependencia de las temperaturas o condiciones climáticas y permitir jornadas largas de extendido.
- Obtiene una elevada resistencia al deslizamiento (CRT) y una baja sonoridad.

No obstante, para el fresado se debe utilizar una fresadora de concreto cuyo tambor está formado por discos de diamante o, si se emplea una fresadora con un tambor con picas, como fue este caso, los bordes de las juntas se deteriorarán debido al impacto de las picas de la fresa sobre las mismas. La forma de evitar este daño consiste en aplicar un mortero en las juntas antes de que pase la fresadora. Cabe decir que una vez microfresado el pavimento se vuelven a serrar las juntas lo antes posible, realizando el cajeo y sellado de éstas para que el pavimento de hormigón, que vuelve a ser continuo, no exista fisuración de manera aleatoria.

La construcción de los arcenes se realizó a *posteriori*, con una extendedora lateral dotada de una tolva de 0.75 m y un vibrador, adaptado a esta peculiar situación. La textura del arcén se realizó transversalmente con un cepillo fabricado con redondos metálicos curvados con el objetivo de obtener un efecto sonoro que haga de despertador si algún vehículo se sale de los carriles por distracción. En los arcenes, debido a su reducida anchura, se serraron las mismas juntas que en los carriles más otras intermedias cada 1.80 m

aproximadamente, para evitar losas muy largas y estrechas que pudieran romperse.

Las cifras y rendimientos obtenidos en la obra fueron los siguientes:

- Volumen de concreto: 4,424 m<sup>3</sup>.
- Duración del extendido: 15 días de trabajo.
- Rendimiento medio: 294 m<sup>3</sup>/día incluyendo las pruebas.
- Rendimiento máximo: 447 m<sup>3</sup>/día.
- Microfresado: 17,900 m<sup>2</sup>.
- Duración del microfresado: 5 días.

En el pavimento se llevó a cabo una campaña de auscultación midiendo los valores del coeficiente de rozamiento transversal (CRT del orden de 74), deflexiones (del orden de 21x10<sup>-2</sup> mm), y comprobándose el cumplimiento de los valores exigidos de IRI. Además se realizaron ensayos *in situ* para comprobar la correcta evacuación del agua de lluvia, fresándose los puntos donde podía quedar retenida.

## El concreto del pavimento

La dosificación del concreto se estudió para mantener las características del concreto con un plazo de trabajabilidad de 90 minutos, como mínimo, que era lo que se tardaba en la fabricación, transporte y extendido en obra (tiempo para la carga 10 minutos + transporte 50 minutos + descarga 20 minutos + reparto y extendido 10 minutos), incrementando considerablemente el volumen de aditivos dosificado.

El árido empleado fue todo silíceo de machaqueo, diferenciándose una gravilla 6/12 y una arena 0/4 mm. Aunque el árido grueso a emplear en una textura de árido visto debe

tener un desgaste inferior a 20 y un coeficiente de pulimento acelerado superior a 0.50 para asegurar en el tiempo las condiciones de adherencia, estos valores son prácticamente imposibles de cumplir con los áridos disponibles en la zona, utilizándose una gravilla un desgaste de 26-27 y un CPA de 0.55 (suficientes para las características de tráfico que circula por esta carretera). Así, cada metro cúbico de concreto diseñado para el pavimento, tras varias pruebas y ajustes, estaba compuesto por 375 k/m<sup>3</sup> de cemento CEM II/A-V 42.5R pues, aunque inicialmente la propuesta de dosificación era de 350 k/m<sup>3</sup> de cemento, la empresa constructora prefirió incrementar la cantidad de conglomerante para asegurar las resistencias en la época de heladas (el pavimento se empezaría a construir a finales de octubre).

Tras varias pruebas con diferentes porcentajes de plastificantes, superplastificantes y aireantes, los aditivos empleados, de BASF, fueron los siguientes: Polyheed 777N, que es un aditivo polifuncional que incrementa las resistencias manteniendo la consistencia, la docilidad y la cohesión del concreto, y Glenium SKY597, que es un superplastificante reductor de agua de alta actividad. No se incorporó ningún aireante para que el concreto pueda soportar bien las heladas de la zona porque el aire ocluido que introducían los aditivos, ajustados para mantener las características del concreto durante 90 minutos, era de un 4% según mediciones realizadas en la central.

El concreto se fabricaba con un cono de 2-3 cm para que se extendiera en obra con 1-2 cm de consistencia. Por ello resultaba importante controlar bien el agua de amasado y reducir la añadida con el dosificador en la misma



Losas de tramo de prueba.

medida que la aportada por los áridos, principalmente por la arena. Por otro lado, el control de resistencia del concreto se realizó con probetas cilíndricas de Ø15 cm y longitud 30 cm, para romper a compresión según la *Instrucción de Hormigón EHE*; pero al tratarse de un pavimento, de acuerdo con el *Pliego General de Carreteras PG-3*, se realizaron también probetas prismáticas de 15 x 15 x 60 cm para romper a flexotracción. Estas probetas pesan unos 34 kg y tienen que ser manejadas por dos operarios, por lo que en la misma central se fabricaron probetas prismáticas de 10 x 10 x 40 cm mucho más operativas (unos 10 kg de peso). Cabe decir que se estudió la correlación entre todas estas resistencias y diferentes tamaños de probeta.

La resistencia característica a flexotracción exigida a 28 días era de 4.0 Mpa. Sin embargo, la resistencia media del concreto obtenida fue muy superior obteniéndose 6.0 MPa (en probetas curadas en cámara normalizada). La desviación obtenida quedó reducida lo que da muestra de la homogeneidad obtenida en la calidad del concreto, característica imprescindible para lograr un buen pavimento.

Para los arcenes se utilizó un concreto de similares características pero fabricado con árido de

tamaño máximo 40 mm en lugar de 12 mm.

## Conclusiones

Entre las localidades de Castrofuerte de Campos y Toral de los Guzmanes, en el sur de la provincia de León, la Junta de Castilla y León construyó esta carretera de conexión, con el objetivo de unir transversalmente las carreteras N-630, Ruta de la Plata, y LE-510 que ha incluido la ejecución de un viaducto de 324 m de longitud para salvar el río Esla.

El pavimento, salvo en las conexiones con las carreteras existentes, es de concreto en masa con juntas selladas. Este pavimento, tipo HF-4.0 (concreto de 4.0 MPa de resistencia característica a flexotracción) tiene como singularidad que la textura se ha obtenido por microfresado de la superficie. Además de resolver problemas de regularidad ocasionados por las múltiples paradas de la extendidora, al independizar el extendido del concreto de la ejecución de las características superficiales, logra una textura de última generación de buena calidad, con elevada resistencia al deslizamiento y una baja sonoridad, dando por resultado una rodadura cómoda para el usuario, que incrementa los parámetros usuales de seguridad. ©



Foto: a&amp;s photographs.

Recientemente falleció en Mérida, un pionero de la prefabricación: don Mario Duarte Carrillo. Uno de sus grandes amigos escribe este entrañable texto.

**Enrique Escalante G.**

**Fotos: Cortesía EEG.**

# Mi **amigo** don Mario

**C**urioso es el sentir que me invade al escribir estas líneas acerca de una gran persona y un gran amigo como lo fue el ingeniero Mario Duarte Carrillo, pionero del sistema de vigueta y bovedilla en la República Mexicana.

Nunca pensé que podría ser el portador de muchas anécdotas que tuve la oportunidad de vivir a su lado y que van, desde las puramente técnicas hasta las personales, que fueron las que generaron un cúmulo de recuerdos que construyeron esta gran amistad.

De inicio, quisiera decir que desde que tuve la oportunidad de conocer a don Mario, supe que tenía una capacidad fuera de lo común para interpretar las cosas que nos rodean. Un día almorzando, me preguntó: "¿Tu

sabes porque las tortillas son redondas? Le contesté que no tenía ni idea. Don Mario entonces me dijo: "Yo tampoco lo sé; pero ¿no se te hace más lógico que fueran cuadradas? Así no se tendría el problema de que los alimentos que se colocan en el interior de una tortilla, se caigan cuando levantas el taco".

Me quedé pensativo, y con ese comentario, me dejé tarea para reflexionar. Así, era don Mario; su manera de razonar era siempre preguntarse el porqué de las cosas; se extrapolaba siempre a la hora de hacer sus suposiciones de cálculo. Siempre me decía que los reglamentos están hechos para la gente que no tiene criterio, y me mostró que en la primera página de casi todos los reglamentos viene la leyenda de que lo que ahí se presenta, siempre prevalecerá el criterio del



ingeniero y que el reglamento es una guía. Así era don Mario: Ingeniero y de los buenos. Sin duda, su gran capacidad para cuestionar y hacer sencillo lo complicado hacía que muchas personas se incomodaran ante sus axiomas y puntos de vista.

Siempre (y durante el tiempo que lo conocí) una de sus obras predilectas fue el muelle de Progreso, Yucatán, que lo comparaba con los edificios de la antigua Roma que fueron hechos de concreto simple. Cuando hablaba de este muelle, acotaba: ¿Sabes porque ha durado tanto ese muelle? Porque no tiene acero que se oxide y lo tire; el acero en proceso de corrosión es el que hace que las cosas se destruyan. Tenía una fascinación por el concreto simple. Decía: "Por eso me gusta tanto el tema de presforzar el concreto, ya que se vuelve homogéneo y las fórmulas que se aplican son más sencillas que las del concreto reforzado, donde para que trabaje el acero se tiene que agrietar el concreto y eso le resta durabilidad; en cambio el presforzado, para que se agriete, se tiene que vencer toda la fuerza pretensora e incluso así, hay unos kilos más que el concreto toma a tensión para que éste realmente se agriete".

Don Mario Duarte me contaba de las pruebas que hizo cuando empezaba a desarrollar el sistema de viga y bovedilla, y cómo los "técnicos" de una

dependencia federal no daban crédito de cómo funcionaba el mecanismo de unión entre el concreto colado en obra y el concreto de la viga y bovedilla. De ese momento, platicaba: "Vinieron a la fábrica y les hice pruebas de una sobrecarga enorme sobre el techo colado con viga y bovedilla; quedaba tan alta que se empezaban a caer los sacos de cemento, y nunca logramos hacer que fallara, aún así esas personas pidieron que se les





como un elemento de refuerzo para dichas losas. Finalmente, a pie de obra se hicieron las pruebas; éstas aguantaban más del doble de la carga para la cual iban a ser sometidas. Ante esa evidencia los técnicos no tuvieron más que aceptar el diseño y la construcción de dichas losas.

En temas de cimentación en la Península Yucatán don Mario hizo sus propias pruebas; su conclusión siempre fue que una de las rocas más duras que hay en el país es la de Yucatán. En un Centro Comercial que hicimos en 1990 se empeñó en demostrar que anclando las varillas corrugadas de la columna a la roca con "lechada de cemento gris" era más que suficiente y que no se requerían zapatas en esta tierra.

pusieran a las viguetas unos pequeños conectores, para justificar... su firma de visto bueno..."

Esto se vivió en una ocasión que estaba haciendo un túnel en la carretera a Puerto Juárez y que hizo unos precolados donde embebió la vigueta y coló unas placas de concreto. Lo cuestionó mucho la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), pues nunca pudieron entender el mecanismo de utilizar la vigueta

Cada vez que pasábamos ante las zapatas de los nuevos puentes del Periférico, se notaba su molestia al ver que rompían la roca buena para colar zapatas repletas de acero y de buen volumen de concreto... y me decía: "Mira Enrique como se 'bota' el dinero; ¡ya no hay ingeniería!"

Siempre me dijo que no hay ningún proceso en ingeniería que no se pueda mejorar y hacer más ba-





Colegio de  
Ingenieros Civiles  
de México A.C.



**27** CONGRESO NACIONAL  
DE INGENIERÍA CIVIL  
COMPROMISO CON MÉXICO

27 al 29 de noviembre 2013 / WTC, Ciudad de México

## INGENIERÍA CIVIL: COMPROMISO CON MÉXICO

| Agua  
| Energía

| Turismo  
| Minería

| Infraestructura del transporte  
| Desarrollo Urbano y de vivienda

Conferencias impartidas por destacados Ingenieros Civiles y expertos invitados.

### PROGRAMA:

26 de Noviembre	- Encuentro Académico.	29 de Noviembre	- Conferencias técnicas y clausura.
27 de Noviembre	- Inauguración y conferencias técnicas.	27-29 de Noviembre	- Expo Ingeniería Civil 2013.
28 de Noviembre	- Conferencias técnicas.	27-29 de Noviembre	- Actividades socioculturales para acompañante bajo previo registro (cupó limitado)

### CUOTAS DE INSCRIPCIÓN:

Socios del CICM: \$2,000 + IVA      General: \$3,000 + IVA

### EVENTOS PREVIOS AL CONGRESO

Especial 5 de Julio | **Concierto de Gala Día del Ingeniero**

Si eres miembro del Colegio el costo de los boletos tiene un descuento preferencial. Contáctanos para mayores informes.

## ¡Asiste!

### Tu participación es importante

### Reuniones Regionales:

26 y 27 de Junio	Culiacán	- Región Noreste
25 de Julio	Zacatecas	- Centro- Occidente
22 de Agosto	Guadalajara	- Región Occidente
27 de Septiembre	Cuernavaca	- Región Centro
24 de Octubre	Campeche	- Región Sur - Sureste



### Informes e Inscripciones en:

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

Camino a Santa Teresa 187, Col. Parques del Pedregal, Tlalpan CP  
14010, México D.F | Tel. 5606-2323 | 27congreso@cicm.org.mx  
www.cicm.org.mx



**27** CONGRESO NACIONAL  
DE INGENIERÍA CIVIL  
COMPROMISO CON MÉXICO

rato; que era mucha la desidia que observaba en los profesionales actuales de "apegarse" a lo que todos hacen, lo que los vuelve incapaces de innovar.

Don Mario me enseñó a hacer cálculos sencillos a mano, a investigar, a cuestionar, a analizar y a no creer todo lo que sale de un programa de cómputo. Siempre decía que las máquinas jamás suplantarán el criterio y la creatividad de un ingeniero: "La máquina seguirá siendo un robot y que sólo hará lo que le digas que haga, y no siempre es lo correcto". El *feeling* del ingeniero es lo más importante.

También me enseñó de la humildad; quizás por eso al ir revisando fotos de sus obras para este artículo, me encontré con muy pocas. No presumía, compartía. No alardeaba; hablaba con los "pelos de la mula en la mano" como acostumbraba decir.

### Siempre la verdad

En una ocasión don Mario me platicaba de cómo resolvió la cimentación de la Torre de Televisión del Canal 3 local (de 100 metros de altura) a través de postensarla a la roca; cómo lo hizo, y de cómo detectó que el cálculo de la misma torre tenía un error por lo que tuvo que aconsejar a la empresa cómo resolver sin causar tensiones entre el propietario y la empresa a cargo de la construcción de la torre de acero.

Platicábamos mucho. Mi primera experiencia directa con los prefabricados fue cuando hicimos la Plaza de Toros de Cancún, donde precolamos en el lugar de la obra. Yo le preguntaba: "Don Mario ¿cómo vamos a hacer las trabes?", a lo que él me respondía: "Cálculalas y me propones. ¿No estudiaste el tema de concreto reforzado en la facultad? o "¿me vas a decir que no eres calculista? Recuerda siempre que eres ingeniero; ingeniero que no calcula, no es ingeniero". Sin duda, es una vergüenza que en la actualidad, los ingenieros encarguen a los calculistas sus diseños; por eso no saben cómo funcionan los elementos que cuelan en sus obras. Así me enseñó a ser ingeniero; a entender la manera de cómo se comportan los elementos de una estructura. Para mí, hablar de don Mario es recordar muchas cosas, todas muy interesantes.

Alguna vez le pregunté en mi escaso conocer, si él había inventado el sistema de vigueta y bovedilla; sonrió y me dijo que lo que él había hecho era hacer una forma de fabricarlo muy sencilla, y sobre todo, el saber usarlo en sus obras y demostrar la bondad del sistema.

Durante muchos años Hormigón Comprimido, la empresa que fundó en 1960 fue la única que hizo vigueta; después, todos los demás copiaron el sistema exactamente igual a como se hacía en su fábrica.



Existieron muy buenas copias y otras muy malas. Don Mario decía: "Lo que pasa es que les sale mal porque creen que en la vigueta que hago, los tres alambres son de presfuerzo y no, yo sólo uso dos; el tercero no es de presfuerzo. Esa es la *petite difference*", y se reía. Sin embargo si alguien acudía a preguntarle, felizmente compartía su sabiduría.

Don Mario dejó huella en cada persona que trabajó con él y que lo conoció. Puedo decir que no me dio el pescado, sino que me enseñó a pescar. Sus enseñanzas, para cumplir con la vida, tendré que transmitir las a los demás de manera gratuita y de corazón como lo hizo él conmigo.

### Reflexión final

Don Mario Duarte fue una persona muy generosa; eso tal vez le abrió las puertas del cielo de par en par; no se llevó nada. Se fue satisfecho de cumplir la misión para la que vino al mundo, hacer ingeniería y de la buena. **C**





# INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO EN MÉXICO

Somos la primer Revista a nivel nacional que trata diversos temas relacionados con el fascinante mundo de la Infraestructura y Construcción.



De venta en tiendas de prestigio

- INFRAESTRUCTURA CARRETERA
- INFRAESTRUCTURA URBANA
- INFRAESTRUCTURA HIDRAÚLICA
- INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA
- INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA
- MATERIALES
- INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA
- INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA
- INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE

Informes: 55 54 5158 56 02 45 75 55 50 08 46

**RaGo**  
Publicidad  
Grupo Rago Publicidad

# Un expansionista de la ingeniería estructural

**Raquel Ochoa**  
**Fotos: a&s photo/graphics.**

Fernando Monroy Miranda, un expansionista, explorador y admirador del mundo de la ingeniería estructural y de los hombres que en ella trabajan.

**E**ntregado a la Academia y a sus alumnos, con trato cordial y el entusiasmo que lo caracterizan, el maestro en Ingeniería Fernando Monroy Miranda, en entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, detalló el valor de expandir el conocimiento de la ingeniería estructural, así como la capacidad de la misma para transformar y desarrollar el mundo que habitamos.

## Llamado y aprendizaje

Un inquieto estudiante de la carrera de Ingeniería, Fernando Monroy, dividía su tiempo entre el trabajo de subsistencia y el de la enseñanza y aprendizaje de las estructuras, sin dejar de lado la interacción con su generación. "Fue muy poco el tiempo libre para convivir con mis compañeros de clase; aun así, disfru-

té al máximo de las reuniones de estudio, prácticas escolares y la tertulia".

Guiado por la invisible mano de la inquietud, el entusiasmo y la búsqueda constante del conocimiento, el joven universitario se encuentra con el llamado a su doble vocación: el movimiento de las edificaciones durante la acción sísmica, y las aplicaciones electrónicas como herramienta para el diseño y estudio de las estructuras.

"El proceso de introducción al mundo de la ingeniería civil y estructural fue gradual; pero a la vez dinámico. Simultáneamente, conocí y apliqué los diseños de computadora para solución de problemas de ingeniería civil. Recuerdo que me sorprendió bastante la aplicación para programar cálculos topográficos relacionados con las propiedades geométricas de una poligonal cerrada, el programa que desarrollé realizaba





en unos cuantos segundos, lo que ‘a mano’, era labor de varios días.

Adicionalmente, nunca olvidaré una conferencia del maestro en Ciencias Enrique del Valle Calderón –a quien admiro mucho–. Presentó la animación de un marco plano, de algunos cuantos pisos, moviéndose durante un sismo. ¡Imagínese! allá por los años ochentas, esa animación no fue presentada por computadora. La impresión de tal suceso, motivó mi aprendizaje sobre el mundo de las estructuras y las herramientas para su estudio. Pero quizá, el suceso que determinó mi visión sobre la ingeniería civil y, principalmente, la estructural fue ser testigo de los sismos de septiembre de 1985, que afectaron a la Ciudad de México”, comenta el estructuralista.

Otra experiencia relacionada con su formación profesional, señala el entrevistado, fue el encuentro con el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCYC), y sus hallazgos documentales. “De este instituto obtuve información técnica oportuna para enriquecer mis trabajos e investigaciones de maestría. Los artículos publicados en la revista del IMCYC fueron de gran apoyo. Viene a mi memoria la edición en que destacados profesionistas expusieron sus experiencias, opiniones e inquietudes sobre los efectos devastadores del sismo de Michoacán en 1985.

Otro evento relacionado con el IMCYC fue asesorar a un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería, para su participación en el concurso de máxima resistencia de concreto medida en cubos, organizado por el IMCYC, la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) y el American Concrete Institute (ACI); certamen en el que obtuvieron el

segundo lugar, en tanto que, el primero fue otorgado a un grupo de alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM asesorados por el entonces Ing. Mario Montero Catalán”.

### Encuentros con la profesión

El especialista en estructuras evoca que su encuentro con la profesión fue “en un México donde el uso de concretos llamados normales, en su mayoría no empleaban o usaban pocos aditivos y la resistencia para concreto reforzado estaba alrededor de los 200 kg/cm<sup>2</sup>, y en presforzados se llegaba a emplear 300 o 350 kg/cm<sup>2</sup>. Era poco común emplear concreto de alta resistencia (como se conocen hoy en día); aunque ya se vislumbraba la aplicación de nuevas tecnologías del concreto; desde su fabricación hasta su colocación, curado y mantenimiento. ¡Fue el comienzo de la temática y aportaciones de las nuevas tecnologías para la durabilidad del concreto!”.

En este contexto, su camino por la ingeniería y el concreto estuvo lleno de constantes retos y sorpresas. “En cada proyecto me enfrentaba a una experiencia diferente. Tal fuera el caso de uso de muros de concreto para aumentar la rigidez lateral de una estructura o analizar la cimentación de concreto reforzado considerando la interacción entre el suelo y estructura de cimentación”, expresa el entrevistado.

No cabe duda que entre las ruinas de los sismos de 1985, se erigieron grandes profesionistas; que entre recuerdos e impresiones, forjaron su perfil profesional; aprendiendo conocimientos e involucrándose en mejores métodos constructivos para fraguar el México moderno.

Utilizando como herramienta su tesis de licenciatura, Fernando Monroy, comenzó su vida laboral al lado de dos compañeros de la carrera. Después vendrían otras experiencias profesionales, todas relacionadas con estructuras y sismos, entre las que resaltan las afectaciones y evaluaciones de los sismos de Michoacán que afectaron a la Ciudad de México. También, participó en la evaluación de dictámenes de seguridad estructural de escuelas del conjunto Nonoalco-Tlatelolco, de los edificios del ISSSTE. En ellos, por ejemplo, realizó por primera vez un análisis tridimensional (cuando por esos años lo común era los análisis planos). Por el lado del análisis de interacción suelo-cimentación-estructura, su práctica profesional lo condujo al proyecto de refuerzo del taller eléctrico del Metro de la Ciudad de México, en la estación Zaragoza de la línea uno, así como en el anteproyecto del centro comercial Suburbia Aeropuerto.

El enriquecimiento y entusiasmo en su profesión lo llevó a participar en la construcción de pisos industriales y cisternas de concreto reforzado; de edificaciones menores y de revisión estructural de varios puentes, hasta integrarse al equipo de ingeniería estructural de los proyectos de los estadios de fútbol Corona, del Club Santos Laguna, y del Omnilife, de las Chivas. Actualmente está por concluir el proyecto estructural de un conjunto de edificios para un centro religioso en la Ciudad de México.

## Ciencia y Academia

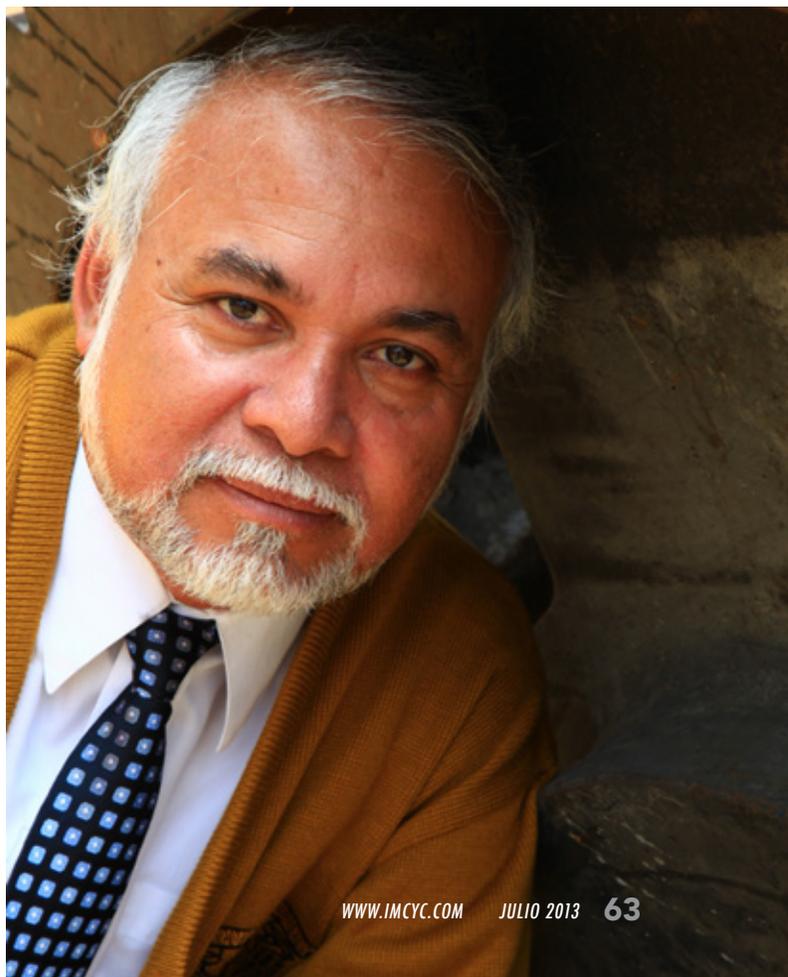
Su entusiasmo por las aplicaciones en computación para el análisis y diseño estructural, lo han llevado más lejos, hasta colocarse a la vanguardia en el conocimiento y aplicación de software especializado en estructuras, lo que le ha permitido compartir y expandir sus conocimientos, principalmente, con sus alumnos y profesionistas interesados en el tema, mediante la impartición de cursos para el uso de algunas herramientas de cómputo para análisis y diseño estructural en universidades, organismos públicos y empresas privadas de México.

Actualmente, nuestro entrevistado, además de impartir clases, tiene a su cargo la organización de ciclos de conferencias en donde muchos de los temas que abordan los participantes están directamente relacionados con el concreto en sus diferentes modalidades y aplicaciones. Al mismo tiempo, es coordinador y asesor de grupos de alumnos que participan en concursos sobre resistencia de cilindros de concreto que organiza el IMCYC en conjunto con el ACI y la ANFEI.

## Visión y perspectivas

Convencido de la necesidad de adaptación a los cambios en el medio ambiente, el mtro. Monroy considera que es necesario evaluar y en su caso, encontrar las ventajas para adecuar los desarrollos tecnológicos a los proyectos de ingeniería. Al mismo tiempo, vislumbra la ineludible responsabilidad de ir más lejos y darle atención a la infraestructura existente de nuestro país. En este sentido, su tarea apremiante es continuar extendiendo el conocimiento en la ingeniería, a través de la experiencia de los grandes hombres que le dan forma, utilizando como vehículo primordial los ciclos de conferencias de la División de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Incansable expansionista, el ing. Monroy recomienda a las nuevas generaciones de ingenieros, "que durante sus estudios aprovechen al máximo los apoyos de los centros de estudio (talleres y laboratorios, cursos extra-curriculares, visitas a obras, bibliotecas, conferencias), con el fin de que complementen de la mejor manera posible su formación académica y confirmen los conceptos básicos, indispensables para un buen inicio de su actividad profesional y así lograr de mejor manera su desarrollo personal y competitivo". **C**



# Nueva vida a las canteras

Con una política de restauración ecológica, las canteras de Lafarge en España, son rehabilitadas con fines sustentables.

**E**n España, Lafarge Cementos posee una importante política de restauración ecológica de sus canteras mediante la cual, los terrenos ya rehabilitados son destinados al uso público y a la educación ambiental, con el fin de fomentar la biodiversidad preexistente y las actividades recreativas de la población de la región.

## Antonieta Valtierra

En el año 2001 Grupo Lafarge firmó un convenio de colaboración con WWF International (una de las organizaciones de conservación de la naturaleza más importante del mundo), en el cual se comprometía a reducir las emisiones a la atmósfera; a usar materias primas y combustibles alternativos; a restaurar sus canteras promoviendo la biodiversidad preexistente y a reducir, reciclar y gestionar sus residuos.

Posteriormente, en 2007 implementó una política de "Retos de Sostenibilidad para 2012", cuya prioridad fue establecer un objetivo: proporcionar planes de restauración para el 85% de sus canteras –que son cerca de mil repartidas en todo el mundo–; esto mediante iniciativas para promover la recuperación del ecosis-





tema en las mismas. Según los criterios establecidos con dicha organización, la cementera es responsable de proteger sus canteras de acuerdo con los requisitos marcados por la ONG, así como a presentar un plan de fomento de organismos vivos, enfocado a la atención de la flora y fauna más vulnerable, en colaboración con entidades medioambientales locales.

En este sentido, desde 2004 la fábrica Lafarge Cementos de Villaluenga de la Sagra, en España, lleva a cabo un ambicioso plan de restauración de su cantera ubicada en Toledo, entre las localidades de Yepes y Ciruelos, cuyo fin es conseguir la recuperación ecológica de aquellos terrenos en los que la actividad extractiva, necesaria para la fabricación de cementos, está concluida.

El proyecto, que incluye el desarrollo de actividades de sensibilización y educación ambiental –cuya inversión sobrepasó el millón de euros (cerca de los 16 millones 250 mil pesos)–, fue una realidad en colaboración con la Universidad de Castilla - La Mancha (con la que Lafarge Cementos tiene suscrito un convenio de colaboración desde 2003 para el desarrollo del proyecto de restauración), así como con la consultora ambiental Plegadis.

La primera fase culminó en 2007 y se centró en una superficie de 250 hectáreas (equivalente a 350 campos de fútbol). Es pertinente mencionar que esta zona de la cantera había experimentado un desarrollo espontáneo y natural de fauna y flora local, debido en gran medida a la falta de perturbaciones humanas tras

el uso minero, acontecimiento que suscitó el interés del Departamento de Ciencias Ambientales de dicha Universidad.

Entre los objetivos fundamentales de este proyecto de rescate, destaca la elaboración de un catálogo florístico con 336 especies, de las plantas más valoradas entre las que hay algunas que figuran en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla - La

Mancha. Otras de las acciones incluidas en este proyecto es la edificación de un centro de interpretación que permita a sus visitantes conocer el plan de restauración y ahondar en el conocimiento de especies arbóreas autóctonas, así como sobre fauna local.

Además, se colocaron columnas en una de las zonas ya rehabilitadas de la cantera con el objetivo de protegerlas, así como de garantizar la supervivencia de especies de plantas originarias de la zona.

Por otra parte y debido a que el área restaurada de la cantera –hoy convertida en un espacio natural–, posee un enorme potencial para la práctica de actividades deportivas, que los

vecinos de la zona podrán disfrutar. Por ejemplo, se hizo el trazo de una senda ciclista con una longitud aproximada de 10 km para uso público.

Dado que en la actualidad es un lugar excelente para organizar rutas en bicicleta, así como competiciones oficiales, ya se han realizado circuitos ciclistas como el Open Lafarge de Castilla-La Mancha BTT. En 2012, por ejemplo, el lugar recibió a más de 200 participantes





del Open Mountain-Bike de España. En dicho evento estuvieron presentes por parte de Lafarge el director de la fábrica en Villaluenga de la Sagra, Mariano García Hoyos, así como otras personalidades como el alcalde de Yepes, Antonio Rodríguez-Tembleco, y Juan Luis Irigoyen, portavoz de la Comisión BTT de la Real Federación Española de Ciclismo. A futuro se tiene previsto que se realizarán en la ciclista eventos como la "Ruta del Quijote" y el corredor ecoturístico más largo de Europa.

## Otras acciones en el cuidado del ambiente

La fábrica de Villaluenga de la Sagra efectúa exhaustivas investigaciones e importantes inversiones para contar siempre con las mejores tecnologías disponibles y así, prevenir, controlar y minimizar el impacto de su actividad en el medio ambiente. En 2007 invirtió cerca de cuatro millones de euros (cerca de 65 mdp), destinados fundamentalmente a la reducción de sus emisiones

a la atmósfera. Hoy es una de las fábricas que menos CO<sub>2</sub> emite por tonelada de cemento producida, tanto a nivel nacional como internacional.

"No sólo cumplimos la legislación medioambiental vigente sino que vamos más allá. Garantizar la salud y seguridad de todas las personas relacionadas con nuestra actividad, empezando por nuestros trabajadores, y proteger el medio ambiente son nuestras máximas prioridades", afirmó Julio Canut, Director Industrial de la compañía. Otro de los aspectos que figuran entre sus prioridades, son la reducción del impacto visual y sonoro de sus instalaciones y la disminución, reciclaje y gestión de sus residuos.

Cabe decir que Lafarge Cementos es una compañía que produce y vende materiales y servicios para la construcción. Inició su actividad en España en 1901 con la razón social Asland. Desde 1989 pertenece al Grupo Lafarge, multinacional líder en materiales de construcción y primer productor mundial de cemento. En 2008, la inversión de la compañía en el área

medioambiental fue de más de seis millones de euros (más de 95 mdp). Sus esfuerzos están dirigidos hacia el desarrollo de productos innovadores y de soluciones que generen un valor añadido a los profesionales del sector y además, reduzcan el impacto medioambiental.

Así pues, mantiene constante colaboración con arquitectos e ingenieros con el fin de adaptar las características de los productos a sus necesidades y promover métodos de construcción sostenibles que limiten el impacto medioambiental y que garanticen la máxima calidad en términos de durabilidad y estética. Es importante destacar que en los últimos 15 años, Lafarge ha participado en la construcción de proyectos arquitectónicos innovadores en todo el mundo.

### Generador de empleos

En España la cementera da empleos a más de mil personas, repartidas en tres fábricas (Montcada i Reixac, Sagunto y Villaluenga de la Sagra; ésta última es una de las empresas que genera mayores plazas en su zona de influencia con más de 500 puestos de trabajo en la industria, por ende es una de las más importantes de la provincia de Toledo y la segunda de Castilla-La Mancha) y en una estación de molienda en Tarragona, así como en sus oficinas centrales de Madrid y en ocho puntos de distribución (Cartagena, Ribarroja de Turia, Castellón, Barcelona, Azuqueca de Henares, Abroñi-



gal, Manzanares y Guadarrama). Sus cementos están presentes en obras como la famosa Torre Espacio, en infraestructuras esenciales del AVE (que es parte de la red ferroviaria española), o en la nueva Terminal del Aeropuerto de Barajas.

Además, Grupo Lafarge es líder mundial en el sector de los materiales de construcción e investigación y desarrollo de materiales de construcción en su centro de investigación de Lyon, Francia. Ocupa una posición puntera en todas sus ramas de actividad: cemento, áridos y concreto y yeso. El Grupo cuenta con 90 mil empleados y está presente en un total de 76 países. Su crecimiento está enmarcado en una estrategia de desarrollo sostenible en la cual su experiencia y éxito lo concilia con eficacia industrial, creación de valor, respeto a las personas y a las culturas, protección del medio ambiente y ahorro en recursos naturales y energía. **C**





- **¿Quién está en la foto?**  
La ing. Nohemí Monroy.
- **¿Dónde se encuentra?**  
En la obra de excedencias en la central hidroeléctrica La Yesca.
- **¿Por qué quiso tomarse una foto en ese lugar?**  
"Porque trabajé en la obra como supervisora de obra civil. Mi trabajo en el vertedor fue realizar el tapete de consolidación en la roca para poder desplantarlo sin ningún problema geotécnico. Vi nacer el vertedor y toda su evolución hasta llegar a esa foto".
- **Dato relevante:**  
Esta central hidroeléctrica, tiene una capacidad de generar 750 mega watts de energía eléctrica.

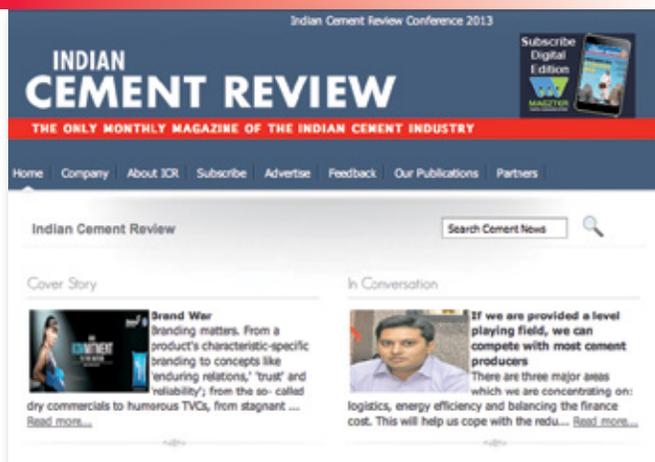


Estimado lector: ¡Queremos conocer tus fotos!  
Mándalas a: [ybravo@mail.imcyc.com](mailto:ybravo@mail.imcyc.com)

## CONCRETO VIRTUAL

Gabriela Celis Navarro

## UNA PÁGINA MUY ESPECIAL



La *Indian Cement Review* es la única página mensual dedicada a la industria del cemento de la India. En esta web podemos conocer sobre las actualizaciones y actividades de la industria de todo el mundo. La revista ofrece amplios artículos técnicos, así como análisis de estudios de casos, entre otros temas. Sin duda, actúa como un vínculo entre profesionales, técnicos, constructores y proveedores. Además, resulta importante conocer esta página para mantenernos informados sobre el mercado del cemento en un país tan lejano. **C**

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

# HUELLAS DE CEMENTO

Gabriela Celis Navarro

Es casi una frase común el decir: "dejar huella"; sin embargo, en el mundo del cemento y del concreto esto se vuelve también una metáfora, un homenaje, un vestigio o un momento que busca quedar plasmado para que las futuras generaciones sepan que ocurrió o qué fue importante.

De ahí que encontremos en muchos lugares alrededor del mundo, desde placas que conmemoran, por ejemplo, el lugar donde nació uno de los más ilustres pioneros del sector del concreto, hasta obras artísticas donde el mensaje es trascender no sólo en la memoria, sino también a través de una impronta.

En este sentido, baste pensar en los Paseos de la fama, donde decenas de personalidades han dejado las huellas de sus manos, pies, y demás miembros en concreto para que quede constancia de su paso. Pero también están esas tiernas huellas (que seguramente odiarán quienes colocaron el concreto), de animales que sin querer o sin saber de qué se trata, dejan también sus huellas. En resumen, la huella del paso de miles de seres vivos ha quedado plasmada e lo largo del tiempo gracias a nuestro material favorito, el concreto. **C**



Foto: <http://upload.wikimedia.org>.



Foto: [www.clase.in](http://www.clase.in).



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



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

## ÍNDICE DE ANUNCIANTES

CONTROLS	2º DE FORROS
ONNCE	3º DE FORROS
HENKEL	4º DE FORROS
COMEX	3
EDIFICARE	27
SUBMARELHER	29
CICM	57
IDM	59