

# Presentación

Aquí! 

Atentos como siempre a la investigación que se realiza para mejorar los procedimientos constructivos, damos a conocer los datos obtenidos de una evaluación de comportamiento practicada al Relleno Fluido, un material desarrollado por Cemex al que ya nos hemos referido en una edición anterior. También presentamos los resultados de una comparación de su empleo en zanjas con el de un relleno compactado de material granular. Sobre la calidad de la construcción en España, recogemos las observaciones de un autor de ese país que la cuestiona fuertemente. A la vez que señala algunas razones de los pobres resultados que, según él, se obtienen, propone soluciones para modificar esa situación. Entre las muchas transformaciones que ha sufrido México en los últimos años está la modernización de su infraestructura de comunicaciones y transportes. Para dar cuenta de lo realizado y lo que falta por hacer en los distintos sistemas –carretero, ferroviario, portuario y aeroportuario– se ha elaborado un reportaje cuya primera parte incluimos. Con el carácter de una reflexión sobre el quehacer del diseñador estructural, Adam Neville despliega una sólida argumentación para demostrar lo que en él es una convicción: que la tecnología del concreto es un elemento esencial del diseño estructural. La intención es llamar la atención sobre la escasa información que en este aspecto reciben los ingenieros estructurales en la mayor parte de las

universidades n Rem Koolhaas, el último de los premios Pritzker, es un creador de los nuevos tiempos que ha adquirido notoriedad tanto por sus proyectos arquitectónicos como por sus libros, en los que profundiza en la condición urbana contemporánea y en la arquitectura de la globalidad. El artículo que trata sobre él nos introduce en el conocimiento de su obra n Quienes construyen viviendas con sótanos saben que un problema con el que tienen que lidiar es el de las filtraciones de humedad. A ellos seguramente interesará la información que presentamos sobre membranas impermeables al agua que se aplican en espray, las cuales se han utilizado con éxito en Estados Unidos n Queda en sus manos este rico material, preparado con el entusiasmo de siempre. Les envió un cordial saludo.

Martínez Argüello

Licenciado Luis

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



## Relleno fluido



El Centro de Tecnología Cemento y Concreto de Cemex desarrolló en 1997 el Relleno Fluido, un material sustituto de suelo que ha destacado por su versatilidad de aplicaciones y las facilidades constructivas que ofrece a los usuarios. Este material ha sido catalogado como un «supersuelo» debido a las propiedades mecánicas que tiene.

El Relleno Fluido se ha utilizado para rellenar zanjas destinadas a contener cualquier tipo de tubería, como base para pavimentos de asfalto o concreto, para relleno de cavernas, como relleno de terrenos en sustitución de suelo-cemento, para nivelación de azoteas, etc.

### Resumen:

Presentamos aquí el resultado de estudios realizados por el Centro de Tecnología Cemento y Concreto de Cemex para evaluar el comportamiento del Relleno Fluido, un material de su creación utilizado en obras de infraestructura, y también los resultados de un modelo para comparar el comportamiento en zanjas frente al de un relleno

La gran aceptación que ha tenido este material se refleja en las ventas, que se incrementaron en 450 por ciento con relación al año 1997. compactado de material granular.

El Relleno Fluido no es un concreto, es un sustituto de suelo elaborado con cemento, arena, agua y células estables de aire. Este material posee ventajas en su desempeño, tanto en estado fresco como en estado endurecido, en comparación con los materiales tradicionales.

Algunas de estas ventajas se señalan a continuación.

En estado fresco:

- | No presenta segregación.
- | Se autocompacta bajo su propio peso.
- | Es de muy fácil nivelación.
- | Incrementa el avance de obra de manera muy importante en comparación con los rellenos granulares.

En estado endurecido:

- | Presenta mínima contracción por secado, por lo que no se requieren juntas.
- | No es susceptible de pérdida de capacidad mecánica debida al flujo de agua.
- | Posee propiedades mecánicas muy superiores a las de los rellenos tradicionales.
- | Puede ser excavable si así se requiere.
- | Ofrece mayor durabilidad.

Debido a la facilidad y rapidez de colocación cuando el Relleno Fluido se encuentra en estado fresco, así como a las propiedades mecánicas que superan a las de los rellenos tradicionales cuando este material se ha endurecido, es posible modificar la geometría de las secciones donde se emplee, resultando en secciones de

menores dimensiones, menor volumen de excavación, un material homogéneo con mejores propiedades mecánicas, lo cual hace que las soluciones con este material sean competitivas en costo y reduce notoriamente los tiempos de ejecución de obra.

Las siguientes expresiones representan el comportamiento evaluado en los rellenos fluidos producidos en diferentes ciudades de la república mexicana. Las expresiones representan generalizaciones de los diferentes materiales con los que se produce en cada región del país (valores promedio típicos) que pueden estar sujetas a variaciones.

### **Módulo de elasticidad**

En la figura 1 se muestran resultados típicos de módulo de elasticidad de Relleno Fluido medidos en cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

El módulo de elasticidad del Relleno Fluido se puede aproximar mediante la siguiente expresión:

$$ERF = 10235 (f^c)^{0.5} \quad (1)$$

Donde:

ERF = Módulo de Elasticidad del Relleno Fluido (kg/cm<sup>2</sup>)

$f^c$  = Resistencia a la compresión del Relleno Fluido a la edad de ensaye (kg/cm<sup>2</sup>)

La ecuación 1 es válida para estimar el módulo de elasticidad de rellenos fluidos con pesos volumétricos entre 1,750 y 1,950 kg/m<sup>3</sup> (figura 1).

## Módulo de ruptura

En el caso de la resistencia a la flexión del Relleno Fluido, se han encontrado valores que muestran que el módulo de ruptura de este material oscila entre 10 y 20 por ciento de la resistencia a la compresión.

**Mediante la ecuación 2 puede estimarse el valor típico del módulo de ruptura para el Relleno Fluido:**

$$MR = 0.14 (f'_c) \quad (2)$$

Donde:

MR = módulo de ruptura del Relleno Fluido (kg/cm<sup>2</sup>)

$f'_c$  = resistencia a la compresión del Relleno Fluido (kg/cm<sup>2</sup>)

Valor relativo  
de soporte  
(VRS)

La ecuación 3 muestra la correlación entre el valor relativo de soporte y la resistencia a la compresión del Relleno Fluido:

$$VRS = 2.377 f'_c + 30.25 \quad (3)$$

Donde:

VRS = valor relativo de soporte (%)

$f'_c$  = resistencia a la compresión del Relleno Fluido (kg/cm<sup>2</sup>)

La ecuación 3 se aprecia gráficamente en la figura. 3.



de tierra y las cargas vivas. Las cargas de tierra a las que están sujetas las tuberías son función del peso específico del material de relleno, del diámetro del tubo, de la altura de relleno y de las condiciones de enterrado especificadas (por ejemplo, zanja, terraplén, túnel, etc.). Las cargas vivas pueden ser de naturaleza estática, dinámica, o una combinación de ambas. Son originadas por el paso de los vehículos, o bien por el funcionamiento de maquinaria (figura 5).

*Tercera etapa.* Se analizan modelos de tubería en zanjas con Relleno Fluido y en zanjas con relleno tradicional. Se determinan los esfuerzos producidos en la tubería por las cargas externas.

El suelo circundante se modela mediante resortes lineales. Se comparan los esfuerzos causados en la tubería para ambos casos.

A continuación se muestra el siguiente ejemplo, en el cual se estudia el comportamiento de una tubería de fibrocemento A-10 de 200 mm de diámetro enterrada en una zanja de Relleno Fluido de 40 cm de ancho y 55 cm de profundidad con 30 cm de relleno sobre la corona del tubo (figura 6).

La carga viva considerada es la de un eje trasero de un camión C3, igual a 10,750 kg.

Finalmente se determinan los esfuerzos causados en la tubería. Para el caso de la zanja hecha con Relleno Fluido, los esfuerzos resultan del orden de 30 por ciento menores que los obtenidos en el modelo donde se empleó material granular compactado para el relleno de la zanja.

Se concluye que, debido a las propiedades del material Relleno Fluido, los esfuerzos transmitidos a la tubería por las cargas actuantes disminuyen considerablemente, por lo



que es posible disminuir la profundidad de las zanjas. Así mismo, se observa un notable incremento en los factores de seguridad respecto a los obtenidos con los materiales de relleno tradicionales.

Los aspectos anteriores conllevan ventajas de tipo económico y constructivo que deben ser aprovechadas.

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



## De libros, revistas, memorias

**Anúnciese**

**Permeability and pore volume of carbonated concrete**

**Peter A. Claisse, Hanaa El-Sayad e Ibrahim G. Shaaban**

***ACI Materials Journal*, vol. 96, núm. 3, mayo-junio**

**de 1999, 4 pp.**

Se reconoce a la carbonatación como una causa importante de corrosión del acero de refuerzo del concreto. Sin embargo, además de la despasivación del acero, tiene otros efectos. Este documento investiga el efecto de la carbonatación sobre la permeabilidad y estructura de poros del concreto. Una de las consecuencias más importantes de este efecto es que causa que las pruebas normales en cuanto a durabilidad conduzcan a resultados desorientadores.

■ **Measurements of residual expansion rates resulting from alkali-aggregate reaction in existing concrete dams**

**K.Y. Lo y Ashraf M. Hefny**

***ACI Materials Journal*, vol. 96, núm. 3, mayo-junio de 1999, 7 pp.**

La expansión a causa de la reacción álcali-agregado ha causado problemas en un gran número de presas de concreto en todo el mundo. Sin embargo, parece que no existe ningún método de prueba de laboratorio para el

comportamiento representativo del funcionamiento en el campo. Este documento presenta una metodología de pruebas de laboratorio para medir el potencial residual de expansión para esfuerzos diferentes y la presión de supresión en condiciones uniaxiales y triaxiales. También se investiga el efecto de cortar ranuras (el remedio usado actualmente en presas) sobre la expansión.

■ **Evaluation of minimum shear reinforcement requirements for higher strength concrete**

Guney Ozcebe, Ugur Ersoy y Tugrul Tankut

*ACI Structural Journal*, vol. 96, núm. 3, mayo-junio de 1999, 8 pp.

Para concreto de alta resistencia ( $f_c > 69$  MPa), los requerimientos mínimos de refuerzo por cortante del Reglamento Turco y de ACI 318-95 no son muy diferentes unos de otros. De manera similar, los requerimientos del Reglamento de Canadá de 1994 (CSA A23.3-94) no son demasiado diferentes de la ecuación propuesta. A la luz de los resultados de prueba, se analiza la suficiencia de los requerimientos del Reglamento. Se subraya la reserva de resistencia, la ductilidad y el agrietamiento

■ **Experimental study of static and cyclic behaviour of steel fibre reinforced high performance concrete**

S. Amziane y A. Loukili

*Materials and Structures*, vol. 32, junio de 1999, 6 pp.

Se presentan los resultados de pruebas efectuadas en especímenes de concreto de alto rendimiento reforzado con fibras de acero y con cargas estáticas y cíclicas. Las pruebas son parte de un programa experimental proyectado para investigar el efecto de las fibras en el comportamiento de estos concreto s.

**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

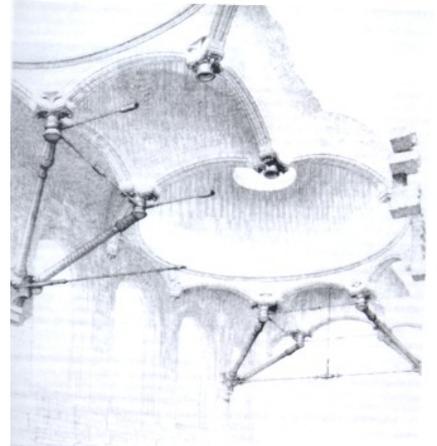
[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# La insoportable pobreza de nuestras construcciones



Aquí! 

Doctor arquitecto Salvador Pérez Arroyo

*Cuando estoy tratando de resolver un problema, nunca pienso en la belleza. Sólo pienso en cómo resolverlo. Pero cuando he terminado, si la solución no es bella, me doy cuenta de que es errónea.*

**Richard Buckminster Fuller.**

Son muchos los factores que inciden en esta baja calidad, que es endémica en nuestra historia contemporánea y que suele ser casi siempre pobremente explicada.

España no es un país exportador de patentes en el sector, y nuestro futuro, a medida que la construcción se divide en productos cada vez más manipulados, con mayor valor agregado, es decir, con nueva repercusión en el sistema de transportes, es el de convertimos en un país

## Resumen:

*Una aguda crítica a la manera de construir en España va tomando cuerpo a lo largo del artículo, a medida que el autor analiza los factores que, según él, son condicionantes de los resultados. El panorama se completa con algunas propuestas que se van planteando a la par.*

receptor de esas patentes.

En los últimos tiempos se ha producido un desplazamiento en el valor de lo construido, de modo que la estructura y todo lo que se llamaba «obra gruesa» es menos representativa o responsable del valor o, si queremos, del ahorro en una construcción determinada.

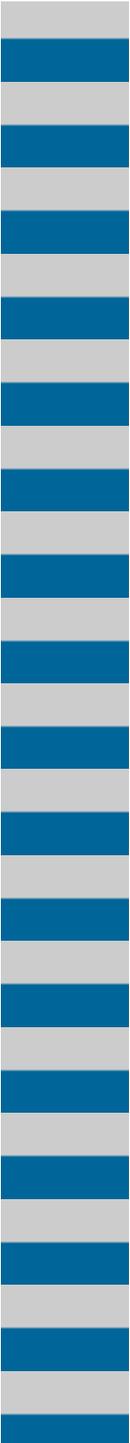
Desde aquellos tiempos de posguerra en los que engañar en las dosificaciones o en las cuantías podía significar algo, hasta nuestros días, en los que la cocina y los baños pueden ser los productos más caros del construido, han cambiado muchas cosas. La tabiquería, los cerramientos, las instalaciones, es decir, los elementos de la piel, son más costosos que el esqueleto.

Pero volvamos a nuestro tema; me preocupa la calidad. Si el futuro de la construcción es el de un mecano abierto y ésta se nutre de importaciones, cabe esperar que la calidad vendrá marcada por estos productos homologados en Europa.

El consumo y la competencia influirán entonces en las pautas de un sector rígido y esclerótico. ¿Sería bueno desear lo que antes se llamaba colonización tecnológica, una nueva romanización desde el centro de Europa o de los países anglosajones?

No es un descubrimiento que nuestra integración en los mercados exteriores, la apertura de todo el sector incluida la eliminación del absurdo proteccionismo de los colegios profesionales, es positiva.

Sigo preguntándome por qué no han aparecido en nuestro país las empresas de construcción extranjeras, las grandes o las pequeñas. ¿No entienden nuestros sistemas de bajas en concursos?, ¿o de proyectos reformados?, ¿o quizás el descaro con el que se pide frecuentemente desde la administración que los duros cuesten cuatro pesetas?



Entendiendo ellos, los administradores, que es un éxito «político» llevar hasta las cuerdas a una empresa, pensando, en un extraño guiño, que los administrados pueden agradecerlo. Forzando, por otra parte, a estas empresas –de las que viven tantas familias– a perder dinero, quizás porque los de «arriba» ganan.

Del franquismo han heredado todos los políticos, incluidos los de derecha, un odio ancestral a la gran empresa. España es un país en el que la administración –y el funcionariado dentro de ella– cumple sociológicamente un papel particular y más aún pensando en la importancia que la obra pública ha adquirido tradicionalmente como motor de la economía.

Pero la culpa no la tienen sólo los funcionarios o los políticos, aunque cabe a estos últimos parte de la responsabilidad de corregir nuestros males. Las empresas, es decir, la parte de sociedad civil comprometida en el sector, ha desarrollado una visión muy oportunista de su papel en el proceso.

Sin duda, también pesa el enorme valor que el precio del suelo representa en la construcción del sector privado. Pero allí donde no hay valor de repercusión de suelo, yo echo de menos, de nuevo, empresas creadoras, capaces de invertir en soluciones y productos, es decir, de pensar en consolidar una línea firme, arriesgando hoy para los beneficios futuros.

La pregunta inmediata es si los sistemas de adjudicación públicos o privados son capaces de distinguir y valorar los esfuerzos técnicos realizados. La respuesta es no, salvo muy contadas excepciones. Hemos pasado de la adjudicación a dedo a una gigantesca corrupción enmascarada de cientos de concursos y licitaciones en los que las empresas se encuentran como náufragos en temporales, intentando, por todos los medios, pescar su propio salvavidas.

También pienso que para ganar hay que arriesgar y

contar con la «incomprensión» de la administración como un punto más de partida.

Todo lo que no sea potenciar la invención es una rendición a corto o largo plazo.

La España de los años cincuenta y sesenta, aunque por otros motivos, está llena de historias de inventores, de gentes que pretendían suplir las carencias que nos provocaba nuestro aislamiento internacional. Ingenieros y arquitectos tenían a gala, en cada obra o desde los centros de investigación, el enseñar sus «inventos», sus soluciones y sistemas constructivos.

Bien es cierto que el aislamiento político y nuestra debilidad económica nos hacía ir a remolque de las tendencias europeas y que el gran crecimiento de los años sesenta no fue dirigido desde arriba correctamente para organizar el sector, muy al contrario, se «entregó» a las empresas.

Hoy lo pagamos. Nuestro sector de la construcción está «fofo» y descalcificado.

La empresa también ha cambiado mucho desde aquéllas, de carácter familiar, con operarios que envejecían cumpliendo su papel con una enorme fidelidad, hasta la actual visión financiera y anónima administradora de subcontratas.

Todas estas características, aún apuntadas en desorden, no sirven tampoco para justificar la baja calidad de lo construido.

Cuando se viaja por Francia, como yo hago ahora mientras escribo este artículo, se comprende que la tradición culinaria no se improvisa; son necesarios años, siglos, en los que el nivel se perfecciona y los márgenes de tolerancia se hacen claros y estrictos.

España ha construido tradicionalmente mal y pobremente. No pienso remontarme a la historia más

antigua, pero es evidente que nuestro país ha asumido las técnicas góticas, renacentistas, barrocas, ofreciendo, salvo contadas excepciones, una visión más pobre y reducida de la equivalente en otros países. Nunca hemos tenido un Brunelleschi, sin olvidar que disponemos de Vandelvíra y Herrera.

El París del XVIII, con su lujosa estereotomía, o la gran Roma Barroca, con su riqueza formal, están ahí presentes en nuestra memoria, aunque a nosotros nos interese sólo en estas notas lo construido recientemente para poder obtener alguna conclusión.

Lo cierto es que la calidad no se improvisa y que es la costumbre la que hace intolerables en otros países determinados acabados que para nosotros pueden ser de consumo común.

Son, por lo tanto, muchos los factores necesarios para que un buen nivel se imponga en la construcción: las exigencias del usuario o la propia dignidad del resto de los participantes.

Con frecuencia se alude al precio, a la necesidad de entrar en los límites de solvencia de la demanda o de lo establecido desde la administración, que cumple un papel orientador en el sector y que habría que analizar más a fondo.

En la construcción de promoción privada seguimos aceptando que los beneficios, el precio del suelo, sean los fundamentales en el proceso. Y, desde esta referencia, se han fijado los patrones de calidad de la construcción.

Sabemos claramente que en este sector y en muchos otros se incumple sistemáticamente la normativa. Ningún cerramiento exterior, por ejemplo, puede garantizar una amortiguación acústica mínima. Lo impide la baja calidad de la ejecución y la existencia generalizada de persianas contenidas en horribles cajas que rompen cualquier intento de aproximación a lo establecido.

Si se exigiera una aplicación estricta de la normativa, muchas cosas cambiarían. No se podría construir con ese tipo de persianas, sería necesario pensar en carpinterías adecuadas y, por supuesto, también habría que poner en cuestión los muros de ladrillo de medio pie en el que se ejecutan estos huecos mal apoyados y peor adaptados a los encuentros y detalles necesarios para conseguir una mínima calidad.

El desasestimiento en que se encuentran el técnico, el usuario y el constructor, es enorme.

Si algunas conclusiones se pueden sacar de estas ideas, una es la necesidad de potenciar centros como el I.E.T.c.c., estableciendo unos controles singulares sobre lo construido, intentando sacar conclusiones válidas y disponiendo del poder para aplicarlas con gran rapidez.

Sigue pareciéndome grotesca la existencia de una norma de ladrillo que no dedica ningún dibujo a los muros que realmente se construyen y en cambio sí lo dedica, con profusión, a un tipo de fábricas inalcanzables en el pobre nivel que generalmente se acepta.

En los últimos tiempos estamos asistiendo a una tendencia antinatural, la de armar fábricas de ladrillo para impedir defectos que se deben sólo a su pobre utilización.

El ladrillo es un material muy noble que sólo debe ser empleado con los espesores y los medios que las viejas tradiciones marcaban.

El mismo concepto de medio pie de ladrillo entre estructuras cada vez más perfectas y elásticas es una aberración que debería prohibirse.

La realidad es que hoy los gabinetes de control están emitiendo informes, que con sólo ver las grietas o las fisuras existentes bastaría para explicar lo más obvio como es la tolerancia normativa y administrativa que consiente la utilización de técnicas de construcción tan pobres y caducas, tan en el límite, destruyendo la tradición

constructora secular del ladrillo, un material que probablemente no puede ser utilizado en construcciones económicas sin el riesgo de encontrarse, en poco tiempo, con patologías de todo tipo. El apoyo de estas débiles hojas sobre angulares metálicos es necesario, pero absurdo; su armado, aún peor. Se desconocen también los efectos de estos medios pies de cerámica con proyección de aislamiento en el intradós y que son, sin capacidad de disipación de temperatura hacia el interior, auténticos colectores solares que alcanzan enormes temperaturas y que contribuyen a todos los efectos enunciados.

Si me he detenido en este problema particular es porque me parece un ejemplo muy significativo de la situación general a la que vengo aludiendo. ¿Serán los seguros (misterioso tema) los que contribuyan a poner las cosas en su sitio? ¿Los profesionales? Desde luego, no los colegios, particularmente los de arquitectos, que se preocupan más por sus cotas de poder. ¿Los constructores, por escapar del incendio?

El Estado vive en aparente ignorancia, hablando de bajar el precio de los servicios, que relaciona con la inflación, olvidando que el mayor factor inflacionario es el suelo y que el desarrollo de unos servicios técnicos, el fortalecimiento del sector de investigación dedicado a la construcción es una fuente de ingresos y significa una importante reducción de importaciones, buscadas por su calidad a través del consumidor. La riqueza de los países europeos más desarrollados es su búsqueda de ideas, su investigación como un punto de partida irrenunciable. Italia ha sido tradicionalmente un país rico en patentes. Cuando juzgamos a

nuestros vecinos, ignoramos su capacidad exportadora y su inventiva.

En oposición a todas las teorías económicas, y mantenidas en nuestro país, yo sostengo que el grado de desarrollo del sector se debe medir por la inversión en ideas, técnicas y control en relación con el precio directo de producción (o como se le quiera llamar en el metalenguaje

económico), del objeto producido.

Lo que cuesta de un ordenador es su inversión en diseño inicial, en su comercialización. Es más importante el marco que el cuadro y así parece que debe ser en las construcciones en el futuro.

Mi experiencia en el extranjero es que la suma del costo de todos los técnicos implicados en el proceso de una construcción puede alcanzar más de 10 por ciento del total, a veces 15 por ciento, cifra inalcanzable en España, en donde permanece la tradición del mayor peso relativo de la mano de obra. Nada más ajeno a la realidad que esta visión de la construcción, olvidando, como decía al principio, el traslado del valor a otros capítulos y la pérdida de importancia de los aspectos estructurales.

Construimos mal por muchas causas, algunas ya apuntadas, mala tradición, ausencia de control, visión anticuada de los procesos industriales, poca o ninguna fe en la industrialización de la construcción y guerras internas entre todos los implicados en el proceso.

Existe un pequeño pueblo en la Normandía francesa que se llama Bécherel; era un pueblo abandonado hasta 1989 cuando unas personas decidieron ocuparlo y colocar en él librerías. Hay 13 o 14 de ellas, con libros nuevos y viejos. Uno de los librereros me explicaba que todos se llevaban bien, el éxito de su vecino era el suyo, todos daban fama al pueblo, triunfar sobre los demás sería la desaparición del conjunto.

Recuerdo, hace tiempo cuando empezaba mi profesión, que asistí en el Instituto Torroja a unas reuniones en las que se intentaba poner de acuerdo y lanzar una asociación de empresas dedicadas a la industrialización de la construcción. Todas se veían como enemigas, ninguna entendía la necesidad de hacer avanzar aquella asociación entre todos y guardaban entre ellas estúpidas patentes y secretos industriales que hoy, vistas en la distancia, parecen más dramáticos.



Nuestra pobre construcción es resultado de toda esta desorganización organizada

La obra pública o la edificación industrial sufren similares problemas. Salvo excepciones, se fabrican toneladas y toneladas de concreto en obras de baja calidad y aspecto. Hablar de resultado funcional es absurdo, no es así en ningún país desarrollado europeo. Superados los aspectos estructurales, que en 90 por ciento de los casos los resuelve un niño, véase el brillante artículo de Manterola en la revista Informes de la construcción No 456-457, en el monográfico de edificios en altura, lo importante de estas obras empieza a ser el impacto en la ciudad o en el paisaje.

España, por encima de su patrimonio histórico, posee un patrimonio paisajístico difícil de igualar.

Las migraciones internas de los años del desarrollo despoblaron el campo y hoy, que habría la posibilidad y el deseo de volver con la segunda vivienda al campo, afortunadamente las leyes urbanísticas establecen un control difícil, en general, de saltar.

Los espantosos polígonos industriales o los pasos subterráneos de las ciudades deben ser controlados en su diseño e impacto, por encima de la solución funcional adoptada para la que siempre existen tantos caminos. Con frecuencia la opinión pública perdona a la ingeniería, lo que no hace con la arquitectura. Hoy, cuando estos límites son más difusos, es preciso exigir igual calidad a todos los sectores. Qué decir de la horrenda influencia de Calatrava y de los inventos ya inventados de su obra que ahora se copian como cromos.

¿Cuál puede ser el futuro? Tenemos dos soluciones; esperar pacientemente una colonización de los países más civilizados o establecer un plan y una serie de reuniones, congresos, etc., que permitan dar las directrices de un futuro más organizado del sector.

Los controles de calidad, el seguro obligatorio único, la potenciación de institutos u organismos asesores e

investigadores, la publicación de manuales y recomendaciones de mejor calidad, el estudio de un sistema de difusión y comunicación interno potente y otras muchas ideas similares deberían ser estudiadas y analizadas seriamente.

Pero nada de esto valdría si no se acompaña de unos estudios que sirvan para centrar los objetivos y las repercusiones económicas de un sector tan importante en nuestro país y tan entregado al beneficio inmediato, egoísta y desorganizado.

Quizás al I.E.T.c.c. le corresponda dirigir unas reuniones y recursos del Estado con este objetivo, retomando un papel de liderazgo hoy perdido.

Pero no sólo esto es necesario, también la prospección continua del futuro de la construcción. No olvidemos que construir es ensamblar

y que en el futuro así será el modo de proyectar gran parte de la obra. Es necesario, por lo tanto, pensar en el futuro y en estos mecanos que serán las construcciones. Coordinar estudios de compatibilidad y nuevos materiales y ver las posibilidades que los futuros usuarios puedan tener en su mano, adelantándose en el tiempo.

Es necesario estudiar las posibles alternativas al actual sistema de construir y promover y trasladar a la administración estas fórmulas que deben, por lo tanto, cambiar los sistemas de adjudicación y contratación. Es en esta rigidez donde es posible encontrar muchos de los males que hoy sufrimos.

Toda normativa debe ser un acicate hacia la evolución y debe reflejar la realidad socioeconómica de la sociedad hacia la que se construye.

Una de las características más importantes de la construcción futura será, sin duda, la ampliación de los márgenes de deformación y tolerancias entre materiales, como ocurre con la industria convencional. Hoy pagamos

una pesada tradición, la de la construcción tradicional masiva, que debe ser compatible con estructuras elásticas y materiales modernos, construcciones convertidas en algo ligero, elástico y a la vez cristalino. El resultado está en la calle y es lo que las hace insoportables.

Debemos trabajar e investigar, buscando aplicar las tecnologías que ya existen –pero que no se emplean– en el sector de la construcción. Los estudios de transferencia tecnológica son fundamentales para acortar el tiempo desde la invención a su aplicación.

R.B. Fuller siempre hacía referencia a este desfase. Los inventos sobre materiales y técnicas suelen tardar más de 50 años en recorrer la distancia hasta llegar a este pesado y esclerótico mundo de las construcciones.

Sin embargo, el futuro de la construcción está ligado a una más rápida transferencia de los conocimientos de un sector a otro y al abandono de las actuales fórmulas de construcción.

Del mismo modo que se ha producido un desplazamiento del valor desde la obra pesada a la ligera de acabados y envolventes, debemos pensar que el futuro nos puede traer un sistema híbrido de construcción tradicional e industrial de gran nivel que hará innecesaria la participación de empresas o mano de obra en los procesos de acabados. Podría y debería ser normal el reciclaje de elementos de fachada o de compartimentación. Lo mismo que de equipos o instalaciones.

La división de la obra permitiría, de este modo, fragmentar un sector que es demasiado amplio. Los controles de calidad y las responsabilidades se adjudicarían a cada fabricante y el proyecto se enfocaría hacia la máxima compatibilidad de elementos. Es cierto que para estos cambios no está preparada ni la administración ni las normativas.

El gran reto estaría entonces en intentar definir un perfil realista del futuro próximo y más lejano que permita

coordinar políticas más generales. Parece absurdo no abordar estos estudios cuando los planes y los estudios macroeconómicos son clave en la política de las sociedades occidentales. Seguir utilizando la construcción como un sector muelle contra el paro es un sistema para contribuir a elevar la inflación, alimentando un proceso especulativo y un sistema para crear masas de mano de obra dependientes de los vaivenes de las circunstancias políticas y económicas.

Pero no hay que preocuparse, si no lo hacemos nosotros, lo inventarán ellos.

Este artículo se publicó en Informes de la Construcción y se reproduce con la autorización del Instituto Eduardo Torroja.

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Infraestructura en el Sector Comunicaciones y Transportes Aeropuertos y carreteras



## Adriana Reyes

En los últimos años, la organización económica de México ha cambiado de manera radical. Por lo tanto, los sistemas de comunicaciones y transportes también han sufrido modificaciones trascendentales en sus formas de operación, administración y control.

La evolución se dio a partir de los años ochenta, cuando se estableció la disminución de la presencia estatal en actividades económicas y la liberación de los niveles de inversión extranjera en las mismas, a la par del establecimiento de compromisos con organismos reguladores del comercio exterior tales como el GATT.

La nueva estructura económica mundial, así como los compromisos que el país iba contrayendo, exigían modificaciones fiscales, legales, etc., ello con el objetivo de actualizar la infraestructura de las vías de comunicación y hacerlas competitivas.

Sin embargo, pese a los esfuerzos concretos en áreas específicas, en materia de infraestructura México se encuentra muy rezagado en relación con los países con los que comercia. El estudio de competitividad de 1999 del World Economic Forum ubica a México en el lugar 31 en la clasificación general entre 59 países; en infraestructura ocupa el sitio 40, y en financiamiento de infraestructura el lugar 54, "lo que indica que este factor está afectando negativamente nuestra posición competitiva global", señala un estudio conjunto del Consejo Coordinador Empresarial y la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

**Aquí!** 

## Resumen

¿Cómo se aplicó la política de modernización y privatización en materia de infraestructura de transportes para poner a México en condiciones de participar en la nueva economía globalizada?  
¿Qué se está haciendo actualmente?  
¿Qué resultados se esperan?  
La búsqueda de respuesta a estas preguntas dio origen a un reportaje cuya primera parte presentamos a continuación

## **La situación que motivó el cambio**

Desde hace ya más de cinco años se impulsó una estrategia para acelerar la modernización del país, la que incluyó la privatización (o concesión) de ferrocarriles, puertos, aeropuertos, así como el rescate carretero, todo ello atendiendo a su importancia cada vez mayor en un entorno globalizado y mucho más competido.

En algunos subsectores existían rezagos muy importantes, que se reflejaban en altos subsidios y en una baja eficiencia de los servicios públicos. En el caso del ferrocarril por ejemplo, había que subsidiarlo cada año con más de 4 mil millones de pesos, y la infraestructura seguía siendo prácticamente la misma de principios de siglo.

Asimismo, la tecnología utilizada no estaba a la vanguardia de la competencia mundial se desaprovechaban el sistema satelital, la convergencia de las telecomunicaciones y la informática, también el uso, por ejemplo, del concreto hidráulico para construir carreteras de mejores especificaciones.

Era previsible que la infraestructura requería ampliarse y modernizarse de una manera integral a fin de articular mejor los diferentes modos de transporte. Ante ello, se requería una política que lo mismo se enfocara hacia la expansión y la modernización de la infraestructura y servicios del sector, como al mantenimiento de obras que fueron construidas hace muchos años.

Por ello, fue necesario crear un marco jurídico que alentara la desregulación, la competencia y, sobre todo, la inversión privada en el sector. A cinco años ya se registran cambios, pero éstos aún no modifican, por ejemplo, la ubicación de México en el entorno internacional.

## **La realidad actual**

Con la apertura del sistema ferroviario –prácticamente concluida- los ferrocarriles de México se están modernizando. Esta transformación ha requerido inversión para la adecuación de la infraestructura existente y la construcción de nueva. Los concesionarios han comprometido inversiones por más de 13 mil millones de pesos para los próximos cinco años.

Los puertos son ahora distintos, la inversión privada ha generado productividad, y ésta recursos para mejorar la infraestructura. En el caso del sistema aeroportuario, el proceso de reestructuración también ha generado mejoras en la infraestructura; los grupos aeroportuarios del Sureste y Pacífico ya operan bajo una administración privada, este mismo año quedará en manos de particulares la operación de los aeropuertos del Grupo Aeroportuario del Norte.

La modernización de las carreteras (mantenimiento y construcción) y la construcción

de caminos rurales continúan siendo actividades de prioridad para las comunicaciones del país. De 1994 a la fecha se han construido carreteras de mejores especificaciones aprovechándose materiales que incrementan su vida útil. Al término del año 2000 se habrán construido y/o ampliado más de 6 mil 400 kilómetros de carreteras federales, de los cuales cerca de mil serán de concreto hidráulico.

Respecto al mantenimiento y conservación de las carreteras federales, hace cinco años únicamente la tercera parte de éstas estaba clasificada en la categoría de buen estado, según la SCT. Al concluir este año, las dos terceras partes de las carreteras serán clasificadas como de buen estado.

El cambio de manos genera construcción. No obstante, se plantean preguntas: cómo y dónde, con qué.

### **Financiamiento de infraestructura**

Un estudio realizado por el Comité de Infraestructura del CCE, fechado en enero de este año, indica que para financiar los proyectos requeridos en infraestructura es necesario abordar tres problemas que están estrechamente relacionados: un marco jurídico que otorgue certidumbre a los promotores, bancos e inversionistas privados; la disponibilidad de recursos financieros a largo plazo, y el desarrollo de proyectos viables.

En el aspecto jurídico administrativo se señala la necesidad de establecer relaciones equitativas en los contratos que celebren los promotores con entidades públicas; que éstas otorguen garantías para el cumplimiento de sus obligaciones; que las tarifas de los servicios públicos reflejen sus costos reales; que se establezcan normas y reglamentos adecuados y un marco jurídico que permita a los bancos hacer efectivas las garantías otorgadas por deudores incumplidos.

Respecto a los recursos de largo plazo, "es necesario mantener políticas económicas y monetarias que controlen la inflación; adecuar las normas que regulen los Fondos para el Retiro de forma que éstos puedan canalizar parte de sus recursos a este tipo de obras; que el gobierno promueva y apoye proyectos prioritarios, conjuntamente con inversionistas privados; y adecuar las políticas fiscales aplicables a estos proyectos" se indica.

La viabilidad financiera de los proyectos está sujeta a que se lleven a cabo estudios de evaluación bien soportados desde el punto de vista técnico y financiero, que estén respaldados por grupos promotores y otros participantes que tengan capacidad de realizarlos con las especificaciones y dentro de los plazos establecidos, y que cuenten con la solidez financiera para asumir los riesgos que les corresponden.

Pedro Struck Cano, vicepresidente nacional de Fuentes de Trabajo de la Cámara

Mexicana de la Industria de la Construcción, argumenta lo anterior con base en la experiencia.

Refiere que en los últimos años, para ganar los concursos, las empresas empezaron a “atacar” a partir de los precios bajos; las dependencias tomaron decisiones sobre una evaluación exclusiva del precio, y por lo tanto, fue cayendo la parte de la revisión técnica de los concursos y de las propuestas.

Un ejemplo podría ser un presupuesto que presentara mil análisis de precios unitarios y que uno de esos se hubiera traspaleado y no tuviera el sello de la empresa. Eso era suficiente para estar descalificados; no importaba que el análisis, que cumplían con todos los sellos, tuviera todos los errores técnicos, al extremo de que en lugar de asfalto se colocara alfombra” explica Struck Cano.

En este sentido, las empresas entraron al juego de dar los precios más bajos por encima de una serie de situaciones tales como bajar los costos de la maquinaria, de recuperación, los precios de la mano de obra o los rendimientos, “aspectos que generaban una situación irreal de la obra. No obstante, persistía la posibilidad de que ese precio bajo pudiera eventualmente equilibrarse a través de una situación distinta como modificaciones al proyecto que pudieran tener una negociación diferente”, refiere Struck y agrega: “pero viene una segunda parte, es la normatividad”.

Dice que es un problema que siempre ha tenido la industria. “Desafortunadamente, en este sexenio la aplicación de la normatividad generó una serie de problemas. La normatividad debe cumplirse por encima de que la obra se termine o salga quebrada la empresa; se tiene que cumplir la ley, no para generar una obra bien hecha en tiempo costos, calidad, etc., y una de las principales cosas que ha generado ha sido un inmovilismo dentro del sector público.”

“No estamos en contra de la normatividad, agrega Struck, sino en contra de la forma en que se está aplicando porque genera terror dentro de los funcionarios, que ante una eventualidad detectada por un auditor, son objeto de multas muy altas, y por el lado de constructor, incertidumbre porque tenemos que garantizar hasta las condiciones climáticas en el desarrollo de los proyectos.”

Y ante la pregunta, ¿por qué aceptar situaciones tan dañinas para la industria?, Struck es tajante: “porque si no firma la compañía X el contrato, lo firma la Y, el trabajo se necesita”.

El escaso financiamiento, la aplicación a “rajatabla” de la normatividad y el hecho de que no se ha dado una real especialización de la industria (“hay sexenios en que se construyen muchas presas, en otros, carreteras, y la industria se va adecuando”), ha provocado una situación muy complicada económicamente; “existe un gran deterioro dentro de los capitales”. No obstante, la industria sigue en pie y con expectativas basadas en las nuevas relaciones con los concesionarios.

La globalización que ha propiciado la competencia y la inversión no ha sido del todo positiva para la industria. “La globalización nos ha pegado en el sentido de que las obras que antes hacíamos los mexicanos ahora las están haciendo empresas extranjeras y no en las mejores condiciones de calidad ni para la economía del país.”

En este contexto, “los funestos acontecimientos de 1995 y años posteriores sirvieron también, para evidenciar los problemas estructurales que enfrenta la industria, sus carencias y limitaciones”, dice Manuel Rodríguez Morales, subsecretario de Infraestructura de la SCT.

Agrega que durante esos años las condiciones exteriores resultaron adversas para el gremio de la construcción: se redujeron drásticamente los presupuestos de inversión se interrumpieron los proyectos de conversión pública/privada; se desató una fuerte competencia que revertió en la contratación de obras en condiciones financieras desfavorables; algunos contratistas extranjeros comenzaron a ganar licitaciones en México, y se interrumpió el flujo de créditos hacia el sector constructivo.

“Todo esto mostró que el sector se encontraba poco preparado para hacer frente a choques externos y que carecía de las herramientas para preverlos. La alta dependencia del gobierno por parte de la industria, si bien resulta lógica por ser aquél el principal demandante de servicios del país, se confirmó como una debilidad importante que en alguna medida obedece a la escasa prioridad otorgada a impulsar la generación de nuevos mercados”, dice Rodríguez Morales.

“La apertura ya se dio”, menciona Struck, “no podemos dar marcha atrás, lo que sí podemos hacer es generar equilibrio para ir adelante en los diferentes aspectos. Hemos tratado de encontrar nuevas fórmulas para poder manejar un poco más la parte técnica de las propuestas en las licitaciones y que no sea necesariamente al precio más bajo el precio más bajo es la diferencia entre lo que es más económico y lo más barato”.

De acuerdo con el vicepresidente nacional de la CMIC, la inversión en infraestructura básica requiere aproximadamente unos 30 mil millones de dólares anuales, cantidad que representa casi 8 por ciento del Producto Interno Bruto. Según el estudio conjunto de la CMIC y el CCE, la inversión está distribuida como aparece en el cuadro.

El estudio indica que el renglón correspondiente a “otros conceptos” se ha estimado considerando: sector carretero, telecomunicaciones y puertos, ferrocarriles y aeropuertos.

Del primer rubro se menciona que las cifras incluyen la inversión necesaria para ampliar y modernizar los ejes troncales principales, pero no consideran los caminos secundarios ni rurales. De telecomunicaciones se indica que este rubro se refiere a la telefonía en zonas marginadas; urbanas y rurales, pero no incluye la telefonía básica y

celular, los radiolocalizadores ni la satelital.

Del tercer rubro, se establece que no se conocen los programas de inversión que llevarán a cabo las empresas que los han adquirido del gobierno federal.

La realidad del país ha generado una nueva forma de trabajar en la industria de la construcción y en cada uno de los subsectores donde se desenvuelve. En este año, la situación de la industria ha alcanzado los niveles de 1994; no obstante, para abatir el rezago de seis años el trabajo apenas comienza.

### **Sistema aeroportuario**

El transporte del siglo XXI requiere infraestructura moderna y sistemas administrativos que cubran las necesidades de la demanda global. El tránsito aéreo y la administración aeroportuaria, como otros negocios, enfrenta la necesidad de atraer más usuarios y sustentarse en sus propias utilidades; a ello se deben las modificaciones que condujeron a un nuevo marco legal que se ajuste al entorno internacional caracterizado por fusiones, alianzas, nuevas modalidades en la forma de viajar, etcétera.

La apertura del Sistema Aeroportuario Mexicano (SAM) inició el 9 de febrero de 1998 cuando la Secretaría de Comunicaciones y Transportes publicó los lineamientos generales para la participación de la inversión privada en el SAM, en los cuales se estableció como objetivos conservar y ampliar la infraestructura aeroportuaria, mejorar la calidad de los servicios, así como fomentar el desarrollo de la industria aérea y aeroportuaria en el nivel regional.

Se definieron los principios fundamentales del proceso de apertura a la inversión en la Red Aeroportuaria, entre los que destacan: propiciar la participación de inversionistas y operadores de calidad, capacidad y solvencia técnica, operativa, administrativa y financiera, así como asegurar las mejores condiciones para el Estado en cuanto a precio, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

Para iniciar este proceso, se formaron cuatro grupos de aeropuertos: Centro Norte Pacífico, Sureste y Ciudad de México. El primero está compuesto por los aeropuertos de Acapulco, Mazatlán, Tampico, Ciudad Juárez, Monterrey, Torreón, Chihuahua, Reynosa, Zacatecas, Culiacán, San Luis Potosí, Zihuatanejo y Durango. El segundo por Aguascalientes, La Paz, Morelia, Bajío, Los Mochis, Puerto Vallarta, Guadalajara, Manzanillo, San José del Cabo, Hermosillo, Mexicali y Tijuana. El tercero por Cancún, Mérida, Tapachula, Cozumel, Minatitlán, Veracruz, Huatulco, Oaxaca y Villahermosa.

(Quedaron excluidos del proceso 23 aeropuertos: Ciudad Obregón, Guaymas, Puebla, Tamuín, Ciudad del Carmen, Loreto, Puerto Escondido, Tepic, Colima, Matamoros, Querétaro, Tlaxcala, Campeche, Nuevo Laredo, Tehuacán, Uruapan, Chetumal, Nogales, Tuxtla Gutiérrez, Cuernavaca, Ciudad Victoria, Poza Rica y Toluca. Se

mantendrán bajo la administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares.)

Se definió el esquema jerárquico de control de las sociedades concesionarias de cada uno de los aeropuertos en los que se admitirá la participación de capital privado, de la manera siguiente: cuatro sociedades controladoras, una para cada uno de los grupos que serán empresas de participación estatal mayoritaria, propietarias de las sociedades concesionarias de cada grupo. Una sociedad concesionaria para cada uno de los aeropuertos dentro de cada grupo; también será una empresa de participación estatal mayoritaria y poseedora del título de concesión del aeropuerto correspondiente.

Se estableció que dentro de cada sociedad controladora, se seleccionará mediante licitación pública a un socio estratégico, que será una sociedad mercantil, constituida conforme a las leyes mexicanas, la cual aportará entre 10 y 15 por ciento del capital social.

En una segunda etapa del proceso de apertura a la inversión, el Gobierno Federal enajenará acciones representativas del capital social de las sociedades controladoras en ofertas públicas en los mercados de valores nacional e internacionales. Los inversionistas extranjeros podrán participar directamente hasta en 49 por ciento de capital social de las sociedades controladoras, salvo previa autorización de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras.

Del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, aun cuando no estuviera definida la construcción de un nuevo aeropuerto, según información de la SCT, los concesionarios han puesto énfasis en ampliar el actual con una nueva terminal internacional, así como en aumentar las posiciones de contacto para los próximos 10 años, estimados para amortizar la inversión.

El Grupo Centro Norte, constituido por 15 empresas de participación estatal mayoritaria (una controladora, una de servicios y 13 concesionarias), ha emprendido remodelaciones en los edificios terminales y completado la eficiencia de las áreas funcionales en los 13 aeropuertos a su cargo.

El Grupo Aeropuertos del Sureste se ha empeñado en llevar al nivel óptimo la seguridad y la eficiencia de los servicios, en modernizar las infraestructuras aeroportuarias y en desarrollar tecnologías, nuevos conceptos comerciales y administración de calidad aeroportuaria.

El Grupo del Pacífico opera ya como el del Sureste, bajo una administración privada, y está en la fase de ajuste para las obras y las inversiones de mayor urgencia. Junto con el grupo del Sureste, tiene prevista una inversión de 3 mil millones de pesos en infraestructura y equipamiento para los próximos años.

## **Sistema carretero**

La modernización de la red carretera también era necesaria. Se pretendió mejorar las vías troncales mediante la concesión para la construcción y operación de autopistas, y aunque la experiencia resultó negativa en términos económicos, se mejoraron accesos que hoy permiten hacer conexiones con los puertos, aeropuertos y terminales ferroviarias del país.

La perspectiva de crecimiento y modernización exigía construir alrededor de 16 mil kilómetros de autopistas para integrar las diversas regiones del país mediante un sistema de transporte carretero moderno y rápido, y para satisfacer así la exigencia planteada por la mayor vinculación de México con el exterior.

En febrero de 1989 comenzó el Programa Nacional de Autopistas, que abarcó tres rubros: autopistas de cuota concesionadas a particulares; autopistas desarrolladas con fondos públicos -generalmente libres, pero en algunos casos de cuota- y las autopistas de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.

El programa permitió la incorporación de particulares, instituciones financieras y gobiernos de los estados en la construcción y operación de autopistas bajo el régimen de concesión. Dentro del nuevo esquema se dio preferencia a aquellos proyectos que daban continuidad a la red o que creaban ejes prioritarios de comunicación.

De esa manera se otorgaron concesiones para construir 5,245 kilómetros de carreteras de altas especificaciones, 14 libramientos y seis puentes internacionales, pero debido a malos cálculos en los aforos y a la crisis financiera de 1995, según funcionarios de la SCT, se vio la obligación de rescatar 23 de las 54 carreteras concesionadas particularmente a empresas tales como ICA, Tribasa, GMD, Gutsa y Protexa, la mayoría de las cuales atraviesan por problemas económicos y, por lo tanto, han tenido que llevar a cabo un programa de reestructuración interna.

El rescate se anunció en agosto de 1997 para ponerse en práctica en septiembre de ese mismo año. En ese entonces el costo fiscal, para 30 o 40 años, ascendía a 18 mil millones de pesos, cantidad que con algunos ajustes se ubica aproximadamente en 14 mil millones de pesos para un periodo de 27 años.

En el sexenio 1988-1994 se construyeron 5 mil 316 kilómetros de carreteras de "altas especificaciones", 3 mil 363 kilómetros se concedieron al sector privado, mil 531 kilómetros a gobiernos estatales y 414 kilómetros a instituciones financieras, esto es 63.3 por ciento, 28.9 por ciento y 7.8 por ciento, respectivamente.

El objetivo fue, entre otros, evitar la acumulación de carencias por falta de recursos públicos. Sin embargo, los errores de cálculo por parte de la SCT llevaron en parte al fracaso del concesionamiento, debido a sobrecostos de la construcción, cambios en la estructura financiera, elevadas tarifas y bajos tránsitos.

Según datos de la SCT, en los últimos diez años se ha registrado un incremento de 32.5 por ciento y el peso de los vehículos ha crecido de manera importante al pasar de 34 toneladas en 1960 a 66.5 en 1997. Asimismo, en el periodo 1986-1996, los pasajeros transportados por carretera han aumentado en 76.9 por ciento.

Durante 1996, el tránsito carretero movilizó 98.7 por ciento de los 2 millones 788.2 millones de pasajeros internos nacionales y 60.2 por ciento de un total de 637 toneladas de carga. Por lo tanto, en la medida en que la red carretera opere en condiciones más favorables de fluidez y seguridad, aumentará su capacidad de proporcionar un transporte eficiente.

Para lograrlo, el gobierno federal deberá mantener una inversión de tres mil 500 millones de pesos anuales, más el factor de actualización por inflación; de no cumplirse con esos montos, el actual estado de las carreteras –39 por ciento malo, 39 por ciento regular y 25 por ciento bueno– se prolongará por algunos años más.

Según Manuel Rodríguez Morales, para este año la SCT y el organismo paraestatal Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (Capufe) ejercerán un programa de inversión pública por 13 mil 869 millones de pesos. De ese monto, 10 mil 627 millones corresponden a recursos federales y 3 mil 242 a aportaciones de Fideicomiso para el Desarrollo Estratégico del Sureste, un fondo creado para impulsar la actividad económica en esa región. De los fondos federales, 9 mil 573 millones corresponden al sector central de la SCT y mil 54 a Capufe.

A la red federal libre y los caminos rurales se están canalizando 12 mil 819 millones de pesos, 3 mil 863 millones serán destinados al mantenimiento de la red federal libre; 6 mil 692 a la modernización de carreteras federales; 2 mil 211 a la atención de los caminos alimenta-dores y rurales, y 53 millones a programas de apoyo. Como producto de esas erogaciones, en la red federal libre se dará conservación rutinaria a los 42 mil 600 kilómetros que la integran, se dará conservación periódica a 6 mil 86 kilómetros y se reconstruirán 310 kilómetros y 102 puentes. En materia de modernización, se construirán 312 kilómetros y dos puentes y se ampliarán 195 kilómetros.

Adicionalmente, se canalizarán inversiones por casi 880 millones de pesos para el mantenimiento menor y trabajos de conservación mayor de los casi 3 mil kilómetros adicionales de autopistas que administra el Estado a través de una concesión a Banobras.

En caminos rurales se construirán 7 mil 200 kilómetros, se dará conservación a más de 54 mil 822, se construirán mil 212 kilómetros de caminos nuevos y se concluirán obras en proceso por una longitud de 252 kilómetros.

De acuerdo con Rodríguez Morales, al concluir este año los principales resultados que se habrán logrado en materia de carreteras serán los siguientes:

I Mejora en el estado físico de la red carretera federal. Sus tramos en mal estado pasarán de 57 por ciento del total en 1994 a 35 por ciento en 2000.

I Entre 1995 y este año se habrán construido y/o ampliado 6 mil 411 kilómetros de carreteras nuevas en todo el país.

I Habrá avanzado la modernización de los 10 ejes troncales que comunican el país.

Para el funcionario, la actual situación está propiciando el crecimiento de la competencia entre empresas, obligándolas a profesionalizarse y a administrar sus recursos de manera cada vez más eficiente. “Los desafíos tecnológicos y financieros actuales, que se agudizarán al paso de los años, implican riesgos muy serios para las empresas menos eficientes”.

Fotografías: Ma. Elena Mézquita C.

(Continuará en el próximo número con el tema: Puertos y ferrocarriles / Obras realizadas, proyectos e inversiones.)

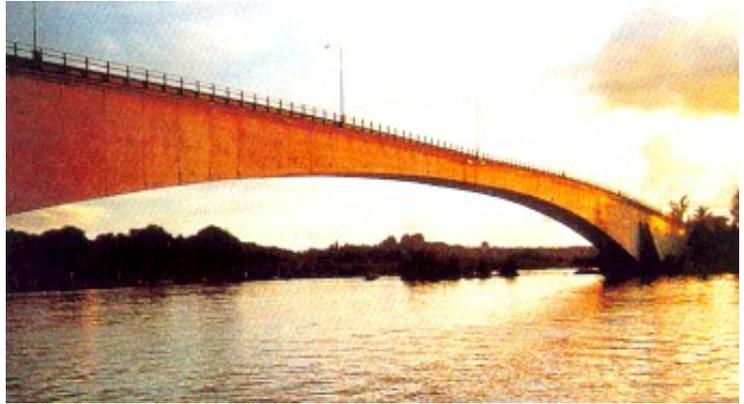
**Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Tecnología del Concreto, un elemento esencial del Diseño Estructura

Adam Neville

El título de este estudio conecta dos actividades tradicionalmente separadas, involucradas en la realización de una estructura o un edificio: el diseño estructural y la tecnología del concreto. La percepción de esta última, muy extendida aun cuando no enteramente correcta, es la de cálculos analíticos, que en estos días involucran el uso de una computadora. La tecnología del concreto, por otro lado, trae a la mente la imagen de un hombre “práctico” quien, si no lleva puestas unas botas de hule, utiliza una mezcladora de laboratorio o prueba numerosos cilindros de concreto. Esta es una distorsión deliberada y provocadora, pero es un



## Resumen:

Mediante una conciencia expocición, en la que no faltan ejemplos, Adam Neville desarrolla y fundamenta su idea de que el diseñador estructural debe ser un conocedor del concreto y su comportamiento para poder realizar obras de calidad que sean

hecho que el diseñador estructural y el tecnólogo del concreto son percibidos como personas involucradas en actividades bastantes separadas, encerradas claramente en distintos compartimentos. Por mi parte, yo afirmo que la tecnología del concreto es un elemento esencial del diseño estructural. En este artículo espero demostrarlo. durables.

## **Ingeniería estructural y propiedades de los materiales**

Vivimos en una era de especialización creciente, de modo que el diseño generalmente lo realizan equipos de ingenieros que con frecuencia también incluyen a arquitectos y otros profesionales. El ingeniero estructural es responsable de asegurar la resistencia y robustez de la estructura, así como su capacidad de servicio y también su durabilidad. Todos estos requisitos de diseño inevitablemente involucran las propiedades y el comportamiento del material estructural usado en la construcción.

En estructuras que no están conectadas al suelo, tales como automóviles y aviones, existe un vínculo muy estrecho entre la elección de la forma y figura estructural y el material usado. Por supuesto, la elección de los aspectos estructurales del diseño y del material de construcción se hace al mismo tiempo, ya que las propiedades del material determinan qué es lo que puede lograrse. De ser necesario y posible, el desarrollo del material se realiza de modo que pueda ajustarse a los requisitos estructurales. El progreso de este desarrollo en años recientes ha sido fenomenal.

Esto no ha sido así en la gran mayoría de las estructuras conectadas al suelo. Hablando de una manera muy general, el material de construcción es el acero o el concreto. No consideraré el acero, no sólo porque está fuera de los límites del ACI, sino también porque el material —el acero— se produce en fábrica de una manera sofisticada y sus propiedades están bien definidas, descritas y garantizadas. Solamente la fabricación en el sitio es específica de un trabajo.

En estructuras de concreto, la situación es sustancialmente diferente. El diseñador estructural hace el

análisis y el diseño. Después especifica el concreto. Esto solía hacerse prescribiendo las proporciones de los distintos ingredientes. En cuanto a las propiedades de estos ingredientes, los requisitos son extremadamente amplios. Por ejemplo, el cemento tiene que conformarse a un estándar de la ASTM, pero con mucha frecuencia tal estándar establece límites muy amplios. Con respecto al agregado, a veces se especifica que debe estar limpio y ser duro. Esto difícilmente es cuantificable. Los requisitos de granulometría son tales que se satisfacen mediante un gran número de granulometrías prácticas. Esto es justo y apropiado porque en esta etapa, cuando aún no se ha elegido al contratista, no se sabe cuál fuente de agregados se usará, de modo que se desconocen las propiedades detalladas de los materiales que han de utilizarse. Lo mismo se aplica a la planta o al método de transporte, compactación, curado y a otras actividades en el sitio.

Con la tendencia hacia especificaciones del tipo “rendimiento,” la situación ha mejorado algo en cuanto que, al menos, se aseguran ciertas características de comportamiento del concreto. Sin embargo, muchas de las propiedades del concreto son desconocidas e impredecibles en la etapa del diseño estructural. Es sorprendente que en muchos casos surjan problemas durante la vida de la estructura.

En esta etapa, quisiera adelantarme a la crítica de que todo esto es inevitable porque, a diferencia de los automóviles y los aviones, las estructuras de concreto son casi siempre de una sola variedad y se construyen en el sitio al aire libre, en clima variable, con frecuencia en condiciones difíciles, usando una fuerza de trabajo que no es estática y que, para ser francos, es menos especializada que su contraparte establecida en la fábrica. Ciertamente, así es. Pero, ¿hay necesidad de que las consecuencias continúen por siempre así?

En lo que sigue, yo me propongo demostrar la íntima interdependencia entre el diseño estructural y las propiedades del concreto y luego ofrecer algunas indicaciones tendientes a mejorar la situación actual.



## Características de deformación del concreto

El ingeniero estructural está bien educado y entrenado en el análisis estructural y el diseño. Puede obtener las ecuaciones apropiadas o emplear las soluciones analíticas existentes. Pero estas ecuaciones y soluciones involucran parámetros que describen las propiedades de los materiales. En el caso del concreto, la resistencia a la compresión es el parámetro más obvio y el que generalmente puede tratarse mejor. Pero, para la resistencia de una estructura, requerimos también las características de deformación del concreto: su módulo de elasticidad, incluyendo el hecho de que el material no es verdaderamente elástico y tenemos que tomar en cuenta la fluencia del concreto.

En numerosos cálculos de diseño, la fluencia es tratada como un coeficiente con un valor único o, en el mejor de los casos, un valor de dos o tres pasos. Sin embargo, la fluencia es una función compleja de las proporciones de la mezcla de concreto, la edad en el momento de la carga, la edad cuando se remueve la carga, la temperatura y las condiciones de exposición. Además de la fluencia, el concreto sufre contracción por secado, la cual no está relacionada con el esfuerzo, pero es influida por numerosos factores. En estos días, cuando se utiliza cada vez más concreto de alto desempeño, requerimos el conocimiento de la contracción autógena en el elemento de concreto. Ciertamente, este es un tema que sólo ahora está siendo intensamente estudiado.

En ciertas condiciones, las pilas de puentes ofrecen un ejemplo excelente de problemas inducidos por la contracción. En el caso de trabes continuas en soportes altos, existe una diferencia sustancial en la contracción de aquellas que están sobre el agua y aquellas que están sobre terreno seco, en donde la contracción es mucho mayor. Esto induce esfuerzos en la trabe.

En cuanto a la fluencia, puede haber una gran

deformación vertical diferencial en edificios de gran altura. Algo de esta deformación es evitable mediante el control de las variaciones en el esfuerzo sostenido y en el refuerzo en las columnas, y también de sus condiciones de exposición (aunque esto no siempre es posible). Sin embargo, en la etapa de diseño no se conocen ni pueden controlarse las características de fluencia del concreto que ha de emplearse, las cuales dependen de la edad. Lo mismo vale para los efectos de la fluencia de columnas de concreto en los revestimientos, cuyas características de deformación probablemente difieran unas de otras. Evidentemente, es necesario un margen de tolerancia para la fluencia del concreto. Pero, ¿cuánta fluencia habrá?

La mayoría de los ingenieros está familiarizada con casos de agrietamiento inesperado por contracción, y que bien pueden deberse a las características de contracción del agregado o de la mezcla usada. En la etapa de diseño, estas características son impredecibles, y los límites de especificación generalmente son muy amplios.

Mi punto de vista es que la influencia de los diversos parámetros es tan grande que el diseñador debe estar completamente familiarizado con ellos. No se puede usar simplemente un manual de constantes físicas.

### **Diseño estructural y durabilidad**

Lo mismo se aplica en el caso de la durabilidad, que es, con mucho, el mayor problema de las estructuras de concreto en muchas partes del mundo. Se detectaron numerosos casos de durabilidad inadecuada de estructuras de concreto construidas en los años sesenta y setenta, que se debían a la selección de mezclas de concreto con base únicamente en la resistencia. De hecho, debido a los cambios en las propiedades del cemento, la misma resistencia que había sido previamente especificada podía ahora obtenerse con una relación agua/cemento más alta. En consecuencia, para una resistencia dada a 28 días, el concreto era más permeable que el concreto de los años cincuenta.

Los factores que afectan la durabilidad del concreto son tanto extrínsecos como intrínsecos, de modo que para tomarlos debidamente en cuenta, el diseñador debe tener un buen conocimiento de los fenómenos químicos y físicos de la interacción entre el concreto y el medio ambiente. Existen otros ejemplos de la relación entre el comportamiento del concreto y el desempeño de las estructuras de concreto en servicio. Un ejemplo es la influencia de la forma de la estructura sobre la durabilidad; las losas de malecones en las aguas del mar son menos susceptibles de corrosión del refuerzo que la construcción con vigas y tableros. Tal conocimiento es especialmente importante cuando el diseño es para asegurar una vida de servicio específica de la estructura, un requisito que está siendo invocado cada vez más.

### **El conocimiento del ingeniero estructural sobre el concreto**

Mi punto de vista es que la mayoría de los diseñadores estructurales, con honrosas excepciones, carece del conocimiento necesario sobre el comportamiento del concreto. Las universidades no lo enseñan, como que-dó demostrado en una encuesta hecha por la Asociación de Cemento Portland en 1995: únicamente 22 por ciento de los departamentos de ingeniería civil de Estados Unidos exige un curso completo de un semestre en tecnología del concreto. El conocimiento que se adquiere en el trabajo es demasiado fragmentado o dependiente del azar, y sin el rigor científico adecuado.

Se puede argumentar que una persona no puede tener todo el conocimiento necesario, de modo que el diseñador debe simplemente consultar a un especialista en materiales. El problema es que en la gran mayoría de los casos, el especialista en materiales es un científico "puro" que carece del conocimiento de la acción estructural o del comportamiento estructural. En consecuencia, no sabe qué preguntas contestar, y el diseñador no siempre sabe qué preguntas hacer. Es casi como si un cirujano careciera del conocimiento adecuado de la patología y recurriera

exclusivamente al científico de laboratorio para una decisión de lo que hay que hacer.

### **Diseño sin el conocimiento adecuado del concreto**

Hay un chiste que dice que una estructura diseñada por un ingeniero estructural sin un arquitecto es horrible, y que una estructura diseñada por un arquitecto sin un ingeniero es terrible. Es dudoso que un diseñador sin un conocimiento íntimo del concreto sea inexperto; puede haber una falta de correspondencia entre el diseño estructural y el comportamiento del material. Los errores más grandes en el pasado incluyen el uso de un concreto completamente inapropiado, como el hecho con cemento con alto contenido de alúmina o el concreto reforzado y, sobre todo, el presforzado, que contienen cloruro de calcio.

En 1995, al revisar el tema general de seguridad estructural, J.B. Menzies, quien pertenecía a la British Building Research Establishment, escribió que el uso de estos dos materiales había sido un "error." Su empleo fue retirado de los códigos de diseño británicos en los años setenta. Toda la cuestión del uso estructural del concreto hecho con cemento con alto contenido de alúmina será considerado en un estudio posterior programado para ser publicado en *Concrete International*.

Ahora ya no cometemos estos errores en particular, pero debemos asegurarnos de no cometer otros en el futuro. En cuanto a los diseñadores estructurales como grupo, aprender de sus errores no es suficientemente bueno, teniendo en cuenta nuestra responsabilidad social, así como también legal por la seguridad. Tampoco debemos engañar a nuestros clientes dándoles estructuras inadecuadamente durables con una muy corta vida de servicio.

Existen otros ejemplos de la importancia del conocimiento del concreto en el diseño estructural. La forma estructural misma puede ser influida por el comportamiento térmico del concreto. Este comportamiento es diferente, en el caso del concreto de alto desempeño, al que se daba en muchos casos de concreto tradicional. En algunas

estructuras grandes de concreto masivo, los aspectos de corrosión y de durabilidad deberían llevar al diseñador a preguntarse a sí mismo, en el momento de empezar, si el uso de refuerzo es esencial o si es más práctico una construcción del tipo mampostería. Los muelles son un ejemplo de tal estructura. Se puede hacer la misma pregunta en el caso del revestimiento de túneles, en donde se requiere refuerzo únicamente durante el manejo y la instalación, y no obstante, es la corrosión del refuerzo lo que constituye el factor limitante en la vida del revestimiento del túnel.

### **Valoración estructural y conocimiento del concreto**

Puedo ofrecer otros dos diferentes ejemplos de la importancia del conocimiento del comportamiento del material. Uno es la valoración estructural de estructuras existentes. El otro, muy común, es la investigación de fallas. Afortunadamente, con frecuencia, sólo de aspecto local o parcial. Por ejemplo, ¿es el agrietamiento o el desconchamiento inducido únicamente por el esfuerzo, o está relacionado con causas térmicas o con contracción diferencial o curado inadecuado? Un científico "puro" no puede responder a estas preguntas porque no entiende el comportamiento estructural. Un ingeniero estructural sí puede contestarlas, pero sólo si comprende bien de qué manera se comporta el concreto en toda una gama de condiciones.

### **Cómo mejorar en el futuro**

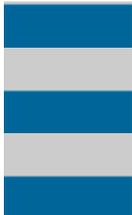
El corolario de mi artículo es que un diseñador estructural que sea ignorante respecto al concreto no es un diseñador verdaderamente competente. Así pues, yo estoy argumentando en favor de una educación y capacitación más amplias de los ingenieros estructurales. Esto podría parecer desagradable, pero el aprendizaje adicional dará por resultado el logro de mejores diseños y estructuras más durables.

Este aprendizaje adicional no requiere la introducción de todavía más cursos al programa ya sobrecargado de los estudiantes que están por terminar su carrera. En todo caso, sería difícil encontrar suficientes profesores universitarios que combinaran en realidad el conocimiento del análisis estructural y el diseño con el conocimiento del comportamiento del concreto. Y si ellos sólo saben de esto último, no serían capaces de relacionar el comportamiento del concreto con el comportamiento estructural. Sin embargo, afortunadamente vivimos en la era de los métodos de aprendizaje interactivo que tienen como base las computadoras: ahí está la solución.

Por ejemplo, nosotros podríamos construir soluciones de diseño en el supuesto de ciertas propiedades del concreto, digamos, un coeficiente dado de fluencia. El valor del coeficiente se cambia entonces hacia arriba o hacia abajo, y se muestra el efecto sobre la deformación y la distribución de esfuerzos. Del mismo modo, nosotros podríamos diseñar una estructura suponiendo cierta mezcla de concreto y luego ver las consecuencias de usar agregado con un módulo de elasticidad más alto o más bajo. Simular los efectos que tiene sobre la durabilidad la variación de la permeabilidad del concreto sería igualmente instructivo. Estos ejercicios tendrían que ser preparados por aquellas pocas personas que han abarcado ambos campos de la división entre diseño estructural e ingeniería de materiales, pero entonces los programas de computadoras podrían usarse en todas las escuelas de ingeniería como un complemento para aprender los conocimientos básicos del comportamiento del concreto.

El objetivo es borrar la división entre los que leen el *ACI Structural Journal* y quienes leen el *ACI Materials Journal*. De este modo, nosotros podremos asegurar mejores estructuras de concreto, que es lo que se esfuerza en lograr el ACI.

Adam Neville es miembro Honorario del ACI y autor o coautor de ocho libros, incluyendo *Properties of concrete* (Propiedades del concreto). Es socio de A & M Neville Engineering y árbitro en Londres, Inglaterra.



Este artículo fue publicado en *Concrete International* y se reproduce con la autorización del American Concrete Institute.

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Kem Koolhaas

## Un premio al pensamiento



## arquitectónico

**Arquitecta Isaura González Gottdiener**

**Aquí!** 

Rem Koolhaas es el último arquitecto laureado con el Premio Pritzker, el Nobel de la Arquitectura, en su edición número 23. El jurado del más codiciado galardón para los arquitectos ha reconocido la trayectoria de este holandés atípico, que antes de dedicarse a proyectar edificios trabajó como guionista de cine y ejerció de periodista, por su capacidad para estar en sintonía con el nuevo milenio. «Su arquitectura —destaca el veredicto del jurado— es una arquitectura de lo esencial; ideas a las que se da una forma constructiva. Es un profesional que se siente manifiestamente a gusto con el futuro y en estrecha comunicación con su ritmo acelerado y sus cambiantes configuraciones. En sus proyectos se deja sentir la intensidad de un pensamiento que da cuerpo al armazón que termina por ser una casa, un centro de congresos, el proyecto de un campus o un libro.»

### Resumen:

«Arquitectura de lo esencial» se ha llamado al trabajo de este singular creador que aboga por la libertad de expresión en un mundo globalizado proclive a la uniformidad. Estudio de la nueva condición urbana, Koolhaas ha expuesto su pensamiento en varios libros que despiertan el interés de los

## Filósofo vanguardista

investigadores, y cada vez son más los países que cuentan con alguna obra suya.

Koolhaas destacó por sus escritos antes de realizar su primera obra. En la Architectural Association de Londres, donde cursó sus estudios, realizó dos trabajos teóricos en los que manifestaba su interés por la arquitectura como resultado del fenómeno sociocultural: “El muro de Berlín visto como arquitectura” y “Exodus, o los prisioneros voluntarios de la arquitectura”. Posteriormente, cuando estuvo becado en el Instituto de Arquitectura y Estudios Urbanos de Nueva York, publicó Nueva York delirante: un manifiesto retroactivo para Manhattan” (1975), en el que analiza el impacto de la cultura metropolitana en la arquitectura y que se ha convertido en un texto clásico de los tiempos modernos.

Después de su éxito como escritor, Koolhaas decide pasar a la práctica y funda en 1975 en Londres, junto con Elia y Zoe Zenghelis y Madelon Vriesendorp, la Office for Metropolitan Architecture (OMA), cuyos objetivos son «la definición de nuevos tipos de relaciones, tanto teóricas como prácticas, entre la arquitectura y la situación cultural contemporánea». Actualmente, la firma tiene sede en Rotterdam y colaboran en ella 85 profesionistas. Por sus mesas de dibujo han pasado talentosos arquitectos que integran una nueva generación de creadores impetuosos en busca de un nuevo lenguaje arquitectónico acorde a este tiempo histórico y con visión hacia el futuro.

En 1994 aparece una nueva publicación, S,M,L,XL (Small, Medium, Large & Extralarge), en colaboración con el diseñador gráfico canadiense Bruce Mau, la cual contiene el trabajo de casi 20 años de la OMA. El libro, novedoso en su concepto, es un desbordante ejercicio de constantes provocaciones, interrogantes y disertaciones sobre las condiciones en las que se produce actualmente la arquitectura. Dentro del caos aparente que invade la edición, los textos, imágenes y tipografías se van relacionando de diferentes formas, con lo que se obtienen diversas perspectivas. Esto refleja el método de trabajo de OMA, en donde la investigación para un nuevo proyecto se aborda de



modo similar. El estudio de las condiciones socioeconómicas y culturales de cada región dicta la pauta bajo la cual esta oficina de arquitectura y urbanismo desarrolla su trabajo. Sus investigaciones per se resultan de sumo interés para los estudiosos, no sólo de arquitectura sino de otras disciplinas que intervienen en el desarrollo de las ciudades.

## Arquitectura y urbanismo

La oficina que dirige Rem Koolhaas produce desde pequeños proyectos, como una casa habitación, hasta planeaciones urbanas en puntos estratégicos del orbe. El Teatro Holandés de Danza, en La Haya, fue uno de los primeros proyectos que consiguió materializar y a partir del cual ha tenido múltiples encargos. Su arquitectura, difícil de identificar, ha sido calificada de moderna y deconstructivista. El holandés se define como un defensor de la libertad de creación y considera que la globalización no debe resultar en la repetición de elementos ni en el encasillamiento de tipologías, sino en la obtención de resultados diferentes para cada lugar que establezcan nuevas singularidades. Consciente de la velocidad con que la tecnología comunica a todo el planeta, Koolhaas ha aceptado el reto de trabajar en el nivel global buscando soluciones a los problemas, en muchos casos urbanos, que llegan a su oficina.

Una sofisticada vivienda en Burdeos, construida sobre una colina por encargo de una persona que había sufrido un accidente, lo colocó como uno de los arquitectos más innovadores del planeta. Entre sus proyectos más conocidos, algunos de los cuales no se han llegado a materializar, figuran el Instituto Holandés de Arquitectura (Rotterdam), la Biblioteca de Francia (París), el Hotel y Palacio de Agadir (Marruecos), la Ópera de Cardiff (Reino Unido), la ampliación de la Tate Gallery de Londres, el Centro de Artes Escénicas de Miami, el Palacio de Congresos de Lille (Francia), las viviendas Nexus World en Fukuoka (Japón) y la estación marítima de Zeebrugge (Bélgica) .



Recientemente ganó el concurso para la ampliación de un centro de estudiantes en el Instituto Tecnológico de Illinois en Chicago, originalmente construido por Mies Van der Rohe. En el lapso de dos años, Seattle verá la aparición de una nueva biblioteca y en Oporto, Portugal, se trabaja afanosamente en la edificación de una nueva sala de conciertos.

## La ciudad del futuro

Para este arquitecto, la separación entre disciplinas urbanas y diseño arquitectónico es un error. La arquitectura genera la vida urbana de la ciudad moderna, en la que, a decir de Koolhaas, el pasado es demasiado pequeño para habitarlo, de ahí que aborde sin nostalgia y sin prejuicios la problemática urbana enfocándose a dar soluciones que demandan cada vez más velocidad de ejecución, dada la rapidez con la que las ciudades se están transformando en megalópolis.

El oriente asiático es el campo de estudio y práctica del urbanismo de Koolhaas. La densificación exige la producción de nuevos edificios en un tiempo sumamente corto y la aparición y desaparición de construcciones es una constante que cambia rápidamente la faz de las urbes. Esta es la ciudad genérica, libre de una identidad cerrada ya que carece de un centro tradicional. El proceso de desbordamiento de estas urbes hace que la planificación de la ciudad contemporánea resulte sumamente compleja, por lo que Koolhaas busca dar unidad urbana y armonía con intervenciones de paisaje desde los espacios abiertos, ya que el crecimiento exacerbado rebasa cualquier planeación general.

En su más reciente publicación, Pearl River Delta, hecha junto con Bruce Mau para la Universidad de Harvard, el nuevo premio Pritzker trata de definir un nuevo vocabulario para interpretar la condición urbana contemporánea. La ciudad de la diferencia exacerbada es el nuevo concepto



acuñado por la OMA en este libro. Koolhaas la define como “una nueva forma fragmentada de la coexistencia urbana que se basa en la mayor diferencia posible entre las partes que la componen. Estos fragmentos, que azarosamente compiten y coexisten, son ajenos a toda planificación y responden a la explosión oportunista de flujos, accidentes e imperfecciones. Es el resultado de la presión de fuerzas económicas, tendencias de crecimiento demográfico y corrupción política, que resultan los motores del actual desarrollo de las nuevas ciudades chinas”.

Rem Koolhaas, al frente de la OMA participa constantemente en concursos internacionales y recibe invitaciones para colaborar en macroproyectos junto a otras figuras de la arquitectura internacional. Desde el oriente asiático hasta Estados Unidos, pasando desde luego por Europa, sus ideas y proyectos son parte de la cultura arquitectónica universal. Sus escritos, en los que ha despertado la conciencia hacia los fenómenos de escala, han transformado los parámetros habituales para pensar en la ciudad y en la arquitectura, lo que lo ha hecho meritorio de este reconocimiento, que han recibido, entre otros destacados arquitectos, Frank Gehry, Rafael Moneo, Norman Foster y Luis Barragán.

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Las membranas aplicadas en

# espray mantienen secos los sótanos



Rich Binsacca

A los ingenieros les gusta decir que la mejor manera de mantener sin filtraciones un sótano es no construirlo. Pero para casi la mitad de los compradores de casas nuevas, esa es una alternativa inaceptable. De hecho, la mayoría de la gente que está buscando una nueva casa (incluyendo ingenieros, sin duda) dice que pagaría 10,000 dólares extra por tener un sótano amplio, de acuerdo con una encuesta hecha por la Asociación Nacional de Constructores de Casas.

Obviamente, los constructores de casas están ansiosos de obtener nuevas ganancias aprovechando la demanda, y los contratistas de sótanos están aprovechando la oportunidad de proporcionar no sólo una estructura por debajo de la rasante, sino una que permanezca seca. En la década pasada, el uso de membranas

**Anúnciese**

## Resumen:

Se exponen aquí argumentos en favor de la utilización de estas membranas para prevenir la filtración de agua en sótanos de viviendas y se dan recomendaciones, basadas en la experiencia, para la aplicación del producto.

impermeabilizantes aplicadas en spray –materiales que son suficientemente resistentes para soportar la presión hidrostática y suficientemente elásticos para puentear grietas muy delgadas en un muro de cimentación– ha ayudado a los contratistas de cimientos a elevar el valor de sus servicios, así como también los resultados generales.

Joe Carr, de Custom Concrete Co., vio la luz en 1986, cuando los constructores en su mercado recurrían sólo a una delgada capa de impermeabilización contra la humedad a base de asfalto, si acaso, para impedir que el agua entrara al espacio por debajo de la rasante. Desde entonces su compañía ha instalado más de 425 mil m<sup>3</sup> de una membrana impermeable al agua, fabricada por la Compañía Koch Materials. El sistema llamado Tuff-N-Dri incluye un panel de drenaje aislante que protege el recubrimiento.

Como contratista de cimentaciones dedicado a dar servicio principalmente a su propio trabajo, Carr y otros que empezaron trabajando en las zanjas para ser certificados como aplicadores de impermeabilizantes, pueden ofrecer a los constructores una tienda general con todos los servicios de cimentación, y acelerar el proceso. Además, ellos han mejorado el control de la preparación de la superficie del muro y de la aplicación de membranas. La compañía de Carr ha duplicado su volumen de obras de cimentaciones, 90 por ciento de las cuales son impermeables al agua. “Actualmente existe un gran interés en la construcción de cimientos de alta calidad entre los constructores,” dice él. “Ellos no quieren dejar un eslabón débil en la cadena, especialmente por lo que están gastando en un sótano.”

### **Preparación de la superficie**

Casi sin excepción, las membranas impermeables al agua aplicadas en spray se están comercializando como productos para la nueva construcción residencial, por la

simple razón de que los muros de cimientos recién contruidos proporcionan el acceso más fácil y las superficies más frescas y limpias para su aplicación apropiada.

Sin embargo, las superficies de los muros deben prepararse para la aplicación de la membrana una vez que se quitan los moldes. Deben cortarse los separadores de cimbra de los muros y resanarse los agujeros con una masilla compatible (generalmente a base de solventes o de agua, dependiendo de la membraba que se esté aplicando). Y puesto que es esencial una superficie lisa, debe resanarse cualquier alveolado y quitarse aletas y protuberancias. Finalmente, las zapatas deben limpiarse completamente de residuos de mezcla.

Sin embargo, los aplicadores podrían considerar que no es necesario seguir todos estos procedimientos de preparación de la superficie. “Hemos descubierto que la membrana impermeable al agua que usamos es más efectiva si usted no trata previamente los agujeros, por ejemplo, los separadores de cimbras de muros [con un material de resane],” dice Jon Borondy, un contratista certificado y representante de apoyo técnico para Tru-Dri, un producto de asfalto y polímero manufacturado por Terry Industries. “[La membrana] en realidad se adhiere mejor y usted no está a merced de la capacidad de adherencia de otro material en ese punto del muro.”

Otra consideración crítica, el curado de los muros del sótano, depende de la membrana que se esté utilizando. Los dos tipos principales de membranas impermeables al agua y aplicadas en espray para muros de sótanos son el hule y el asfalto de polímeros (véase el cuadro). Mientras que los fabricantes de impermeabilizadores ahulados a base de solventes prefieren que los aplicadores esperen un día para aplicar el espray, aquellos que fabrican los materiales de asfalto y polímero a base de agua permiten la aplicación a las pocas horas. “El muro puede estar humedecido y se puede pegar un producto a base de agua”, dice Irvin Vittitow, cuyo negocio de contratación de concreto en New Haven, Ky, creó una ramificación de

impermeabilizadores en 1996. Otros contratistas agregan agentes de secado o cloruro de calcio a la receta de impermeabilización para acelerar su capacidad de curado más rápidamente en los muros frescos.

### **Aplicación de la membrana**

Como le gusta decir a Vittitow, la aplicación en spray de los materiales de impermeabilización en un muro de sótano no es una ciencia como la espacial. Sin embargo, su compañía usa un pulverizador construido a pedido especial con una bomba especialmente equipada y calentada, y un tanque de 1,300 litros a alta presión, lo que indica que Vittitow invirtió algo de tiempo en reflexionar en el proceso.

Como regla práctica, los contratistas y constructores por igual están a favor de una aplicación de dos capas, lo que no solamente ayuda a lograr un espesor de 60 milésimas de pulgada, sino que permite que la primera capa se seque o deje escapar sus componentes volátiles más rápidamente que si todo el espesor completo fuera aplicado en una sola vez. Además, lo más probable es que un aplicador experimentado aplique la segunda pasada perpendicularmente a la primera para cubrir cualesquiera puntos bajos o hendiduras. “Cada aplicador de spray tiene su propia técnica,” dice Carr.

También entra en juego la experiencia como contratista de concreto durante la aplicación de membranas, ya que las cuadrillas saben en dónde se formarán probablemente las grietas y requieren un tiempo extra para impermeabilizar esas áreas. “Generalmente nosotros aplicamos un spray un poco más denso alrededor de las aberturas de ventanas y puertas y en otras juntas críticas”, dice Virgil Ayers, de la Gray Cloud Waterproofing, y agrega que “el material se seca con suficiente rapidez y no se escurre por el muro.”

A pesar de la relativa facilidad en la instalación de

membranas, los aplicadores necesitan ser muy cuidadosos en el nivel de la rasante y respecto a la volatilidad de los materiales impermeabilizantes a base de solventes, tales como las más nuevas membranas de hule de alto rendimiento que entraron al mercado a mediados de los años noventa. “Los aplicadores necesitan saber cómo juzgar la rasante, de modo que el material no se aplique en áreas expuestas del muro de cimentación”, dice Ayers. Por lo tanto, sus aplicadores están entrenados para marcar líneas con gis y confirmarlas con el arquitecto o el contratista general antes de encender la bomba del pulverizador y operar la boquilla.

Los aplicadores también deben aplicar los materiales a base de solventes con cuidado. En áreas donde no hay buena ventilación y el aire está estancado, se les exige que lleven respiradores con una fuente independiente de oxígeno, y que estén aprobados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud. También se les instruye para que mantengan las flamas y otras fuentes de ignición fuera de peligro. “El hule es una membrana superior, pero es volátil,” dice Carr, quien usa un material a base de agua. “Eso no es un problema para nosotros.”

### **Protegiendo la membrana**

Uno pensaría que un material que puede expandirse entre las grietas y soportar una carga de agua que hace presión podría aguantar una carga de suciedad y rocas apiladas contra él, pero con frecuencia el relleno es el enemigo de un trabajo efectivo de impermeabilización, y existe una variedad de productos de paneles diseñados para evitar que las rocas ásperas penetren la membrana.

“Los paneles no ayudan a que la membrana se comporte mejor, por sí mismos,” dice Bob Sawyer, presidente de la Wallguard Corp, que fabrica un material a base de hule. “Si usted simplemente está empujando gravilla contra el muro, entonces no la necesitará. “Sin embargo, cualquiera que haya visto rellenos típicos sabe que, cuando mucho, es

una mezcla de mugre de excavación y cascajo del sitio de la obra.

Además de proteger simplemente la membrana que hay detrás de ellos, algunos paneles ofrecen beneficios de aislamiento y drenaje. Por ejemplo, el Tru-Dry puede usarse con un panel de espuma extruida de 1 pulgada de grueso, con acanaladuras de drenaje hechas en el lado del relleno para poder transportar el agua hacia las zapatas y el sistema de drenaje de losetas. El panel de fibra de vidrio rígido usado para el sistema Tuff-N-Dri actúa de manera similar. Ambos tipos de paneles también son aislantes para mitigar la condensación en el lado interior del muro del sótano.

Los paneles, ya sean de espuma, fibra de vidrio u otro material, comúnmente se adhieren a la membrana de curado hasta que el relleno pueda empaquetarse para mantenerlos en su lugar. El sistema Tru-Dry, en contraste, usualmente necesita de un solo sujetador en la parte superior de cada panel para asegurarlo al muro antes de colocar el relleno. La membrana elástica sella efectivamente alrededor de la penetración del sujetador para mantener la integridad de la membrana como una barrera contra el agua.

Ocasionalmente, en las mejores condiciones de suelo, puede ser necesario un panel protector o puede sustituirse por una alternativa de menor costo. En diciembre del año pasado, por ejemplo, los fabricantes del Tuff-N-Dri dieron a conocer una membrana de dos capas a base de agua, exclusivamente para muros colados. Su característica consiste en un recubrimiento exterior aplicado en espray sobre una membrana impermeable al agua, que se endurece para proteger la capa interior flexible. El nuevo producto de menor costo puede aplicarse con el mismo equipo usado para aplicar el Tuff-N-Dri, pero no ofrece los beneficios de drenaje proporcionados por el panel de fibra de vidrio.

## Las llamadas para reclamar son raras

En general, los aplicadores y contratistas reportan pocos problemas una vez que se ha hecho el trabajo, y los propietarios de casas están a gusto en su cuarto de juegos bajo la superficie, o su oficina en casa. “Nosotros no nos preocupamos cuando llueve,” dice Ayers, “es una oportunidad para verificar la calidad.”

Cuando rara vez llega una llamada para reclamar, la culpa recae habitualmente en el sistema de drenaje o de desagüe. De hecho, la mayoría de los fabricantes de impermeabilizantes no garantiza sus productos sin asegurarse de que, al menos, se haya instalado un sistema de drenaje en el perímetro, y que los aplicadores entrenados tengan el conocimiento suficiente para saber si existe alguno en el lugar apropiado o instalar ellos mismos un sistema adecuado.

A fin de asegurar que su trabajo daría el rendimiento prometido, Carr amplió su negocio de contratista de concreto en 1991 para ofrecer lo que él ha llamado un sótano “listo para usarse”, combinando los servicios de excavación, muros y losa, impermeabilización, drenaje y relleno, bajo un solo techo. “Nosotros recomendamos a los constructores que comercialicen un espacio verdaderamente animado en el sótano”, dice Carr. “Ellos no pueden hacer eso si existe la posibilidad de filtraciones.”

Rich Binsacca es un escritor independiente que se especializa en cuestiones de construcción.

Este artículo se publicó en *Concrete Construction* y se reproduce con la autorización de The Aberdeen Group.

**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



## Notas del



## Acontecer

Aquí! 

### Se crea el Centro de Investigación y Documentación de la Casa (Cidoc)

La Dirección General del Infonavit creó el Centro de Investigación y Documentación de la Casa con el objeto de «desarrollar trabajos de investigación, estudio y evaluación en materia de vivienda para hacer posible su normatividad, verificación y certificación». Así lo manifestó la arquitecta Sara Topelson de Grinberg al hacer la presentación ante el licenciado Luis de Pablo, director general del Infonavit, el ingeniero Miguel Hernández Contreras, representante personal del licenciado Roberto Salcedo Aquino, subsecretario de Desarrollo Urbano y Vivienda de Sedesol,

el arquitecto Rafael Riva Palacios, vicepresidente del Congreso del Trabajo del Sindicato de Trabajadores del Infonavit y demás asistentes.

El objeto de tales estudios es poder «certificar la calidad: de las casas, de los conjuntos de vivienda, de los sistemas constructivos y de su ubicación en nuestro país». Se pretende desarrollar principios y recomendaciones que lleven a una calidad óptima de la vivienda.

Expresó la arquitecta Topelson que «el desarrollo nacional, además de considerar el crecimiento económico, se manifiesta por el nivel de bienestar de la población. La vivienda es un indicador de este nivel que además de impactar el crecimiento económico que estimula la inversión y el ahorro, impacta positivamente a múltiples sectores de los modelos econométricos diseñados para analizar la economía nacional y genera un alto número de empleos».

También señaló que deberán buscarse esquemas que produzcan el desarrollo ordenado de las ciudades y que la normatividad y la estandarización son conceptos fundamentales para lograr la excelencia en la calidad de los elementos aislados y, en consecuencia, de la casa terminada.

Dijo que se harán además estudios sobre sustentabilidad, aspectos sociales y costo.

Agradeció al grupo de socios fundadores por su apoyo, que hizo posible la autonomía del Centro. Anunció la formación de un consejo asesor que colaborará para establecer las líneas rectoras conceptuales de las acciones del Centro.

Terminó diciendo que con la difusión de las investigaciones que se pretende desarrollar se espera que quienes habiten las próximas casas del Infonavit «obtengan no sólo un espacio físico bien construido, con materiales durables, sino un espacio que se encuentre en un medio urbano superado por su equipamiento, sus infraestructuras física y social, el mejoramiento en la convivencia con sus

vecinos, con un mantenimiento propicio y una integración al medio ambiente y con respeto a sus propias costumbres».

### **Se presentó en el CICM el libro *De trazos e ingenio***

El Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM) y la empresa Cementos Apasco editaron conjuntamente el libro *De trazos e ingenio*, que se presentó en la sede del primero en la ciudad de México.

Expuso sobre la obra el ingeniero Jorge Luis Castillo Tufiño, coordinador del proyecto, quien mencionó a los integrantes del equipo que participó en la elaboración del libro: el licenciado Abraham Orozco, responsable de la investigación y del texto; la señora Magdalena González Villarreal, que colaboró en el diseño e información; el señor Pedro Hiriart, autor de las fotografías que ilustran la infraestructura carretera; el ingeniero Amílcar Galindo como asesor y el ingeniero José López en calidad de director técnico.

Definió el libro como «un poema de la ingeniería civil, que relata en su contenido la historia de las comunicaciones terrestres, expone sus obras más significativas, construidas a través del tiempo e invita al lector, en un simple paseo por sus hojas, a la reflexión sobre la majestuosidad y belleza de nuestras carreteras, túneles y esas obras de Dios llamadas puentes».

Invitó a las dos entidades que produjeron *De trazos e ingenio* a que, con base en la experiencia de esta publicación, continuaran con un libro cuyo tema central fueran las obras hidráulicas para proseguir así con la edición de alta calidad de libros de ingeniería.

El ingeniero Manuel Rodríguez Morales, subsecretario de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), leyó un texto preparado por el licenciado Carlos Ruiz Sacristán, titular del ramo, quien no pudo asistir a la presentación. Los conceptos vertidos fueron elogiosos para el contenido y la

calidad editorial de la obra, cuya lectura recomendó: «No es sólo un recuento de nombres o de números, también da cuenta del provecho humano que ha tenido la infraestructura».

Sobre la importancia de la infraestructura de comunicaciones, en el texto se señalaba: «Comunicar más y mejor es la base para desarrollar con más fuerza la economía, el comercio y la justicia social. Cuanta más infraestructura exista, nuevas oportunidades tendrán los mexicanos».

Reconoció también la labor de los ingenieros de México «en esta tarea tan trascendente como necesaria» y se refirió al esfuerzo de la administración del presidente Zedillo, «con el que se habrá logrado la modernización de más de 6,400 km de carreteras y alrededor de 4,000 km de caminos rurales». Esfuerzo, señaló, que continuará hasta el último día de la administración: «En la Secretaría contamos con proyectos para que esta labor no se detenga, para que la construcción de carreteras, puentes y caminos siga siendo pilar del desarrollo de México».

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**

**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



Construcción  
y Tecnología

## Punto de Encuentro

Aquí! 

### **25ª Conferencia de Aniversario sobre Nuestro Mundo en Estructuras y Concreto**

Del 22 al 24 de agosto en Singapur, Singapur

Informes: CI-PREMIER PTE LTD

Tel: (065) 7332922

Fax: (065) 2353530

E.mail: [cipremie@singnet.com.sg](mailto:cipremie@singnet.com.sg)

---

### **Seminario Internacional sobre Presas de Concreto Compactado con Rodillos/ RCC 2000-04-15**

Del 3 al 14 de septiembre en Denver, EUA

Informes: Ken Hansen

Tel: 303-863-0422

Fax: 303-863-0414

E-mail: [khansen@schnabel-eng.com](mailto:khansen@schnabel-eng.com)

---

### **Congreso de Ingeniería 2000 / Estructuras, materiales y técnicas constructivas hacia el siglo XXI**

Del 6 al 8 de septiembre en Buenos Aires, Argentina

Informes: Secretaría del Congreso

E-mail: [info@aiearg.org.ar](mailto:info@aiearg.org.ar)

Web site: <http://www.aiearg.org.ar>

---

**5° Simposio RILEM sobre Concreto Reforzado con Fibras**

Del 13 al 15 de septiembre en Lyon, Francia

Informes: Eric Bancelhon, Philibert Organisation

Tel: (33) 478 98 56 38

Fax: (33) 478 23 11 07

E-mail: [befib2000@philibert.fr](mailto:befib2000@philibert.fr)

---

**LATINCORR'2000**

**7° Congreso Iberoamericano de Corrosión y Protección**

**4° Congreso de Corrosión de la Región Latinoamericana de NACE**

Del 17 al 22 de septiembre en Cartagena de Indias, Colombia

Informes:

<http://ingenieria.udea.edu.co/centros/CESET/nace.html>

---

**16° Congreso de IABSE / La ingeniería estructural y los retos del transporte urbano**

Del 18 al 21 de septiembre en Lucerna, Suiza

Informes: IABSE Secretariat

Tel: +41-1-633 26 47

Fax: +41-1-633 12 41

E-mail: [lucerne@iabse.ethz.ch](mailto:lucerne@iabse.ethz.ch)

<http://www.iabse.ethz.ch>

---

**XXI Congreso Panamericano de Arquitectos / Hombre y sociedad**

Del 18 al 22 de septiembre en México, D.F.

Informes: Comité organizador

Tel. y fax: (52) 5 488-0170 y (52) 5 488-0171

E-mail: [congresofpaa2000@wtxmexico.com.mx](mailto:congresofpaa2000@wtxmexico.com.mx)

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

---

**14ª Ibausil/Conferencia Internacional sobre Materiales para Construcción**

Del 20 al 23 de septiembre en Weimar, Alemania

Informes: Tel: +49 (0)3643 58 47 12, Dr. Fischer +49 (0)3643

58 47 51 Frau Dreibig +49 (0)3643 58 47 61 Frau Kilian

Fax: +49 (0)3643 58 47 59

E-mail: [ibusil@bauing.uni-weimar.de](mailto:ibusil@bauing.uni-weimar.de)

---

**Congreso FIIC 2000**

Del 20 al 24 de septiembre en Panamá, Panamá

Informes: Cámara Panameña de la Construcción

Tel: (507) 265-2500

Fax: (507) 265-2571

E-mail: [capac@pty.com](mailto:capac@pty.com)

---

**2º Simposio Internacional sobre Concreto de Alto Comportamiento**

Del 24 al 27 de septiembre en Orlando, Florida

Informes: Precast / Prestressed Concrete Institute

Tel.: 312-786-0300

Fax: 312-786-0353

E-mail: [info@pci.org](mailto:info@pci.org)

[www.pci.org](http://www.pci.org)

---

**11ª Asamblea General Ficem 2000**

Del 26 al 27 de octubre en Guatemala

Informes:

Tel.: 502-336-5479

Fax: 502-336-5472

E-mail: [ficem2000@cepro.com](mailto:ficem2000@cepro.com)

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**

**Revista Construcción y Tecnología**  
**Agosto 2000**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Nuevos productos y equipos

Aquí! 

## Minicentrales hidráulicas

El cambio climático y el calentamiento global han renovado el interés por antiguas tecnologías limpias y energías renovables, lo cual ha provocado que centenares de minicentrales hidráulicas se vuelvan a poner en marcha en todo el mundo para producir electricidad a partir del agua.

Newmills Hydro, una empresa de Belfast, Irlanda del Norte, reconocida como líder en proyectos, fabricación e instalación de turbinas hidráulicas para todo tipo de centrales, produce una variedad de turbinas que se pueden instalar en cualquier parte del mundo, desde los países más cálidos con presas de poca altura hasta lugares con presas de 400 m de altura. En la foto se ve una turbina de flujo axial para una central de 4.6 m de altura que produce unos 400 kW en Backbarrow Weir, al noroeste de Inglaterra.

## Cortadora de cadena

La cortadora de cadena hidráulica elimina sobrecortes, es portátil, pesa apenas 18 kg; es ideal para trabajar en espacios y aberturas estrechos. Es especial para corte profundo, formas irregulares, ángulos, corte en esquina y de cuchillo. Corta al ras no más allá de 2.5 cm de los muros. Con cadena para concreto, concreto reforzado de varilla

hasta de 5/8 de pulgada; cadena para materiales abrasivos: ladrillo, bloque de concreto, concreto abrasivo y varilla hasta de 1/4 de pulgada, y cadena de calidad superior para concreto reforzado y varilla hasta de 1 - 1/4 de pulgada.

## **Taladro-martillo sin cordón**

Milwaukee Electric Tool Corporation presenta dos taladros de 18 volt sin cordón, cada uno con 400 libras / pulg. de torsión.

Disponibles en pistola (modelo 0523-22) o manual en T (modelo 0524-22), son herramientas para servicio pesado con la mayor torsión disponible en un martillo-taladro sin cordón. Los nuevos martillo-taladros son ideales para barreno y afianzamiento de conectores, perforación de concreto, impulsión de tornillos de cubiertas y para todo tipo de barreno y fijación.

## **Montacargas con pluma**

Los montacargas LK50R y LK60R se han proyectado especialmente para funcionar en todos los tipos de clima y terreno. Satisfacen las especificaciones de exactitud de LIFTKING, tienen tracción en las cuatro ruedas;, son fáciles de operar, incluyen una pluma telescópica y tienen capacidad para levantar hasta 10 m la carga. Sus características aseguran el máximo rendimiento en la obra.

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**

**Revista Construcción y Tecnología  
Agosto 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)

