

### Vivienda, vialidad y concreto

Como siempre, diciembre y enero son meses para la reflexión. El primero, para revisar las asignaturas pendientes, y el segundo para hacer una buena agenda de trabajo, que no de buenos propósitos. Respecto a la construcción resulta indudable cómo las obras que no se realizaron y a las cuales se les puso el alto -sobre todo en infraestructura- significan un retroceso en progreso y tiempo, imposible de recuperar.

Pero, no todas son notas negativas, pues el sector de la vivienda a nivel nacional va viento en popa, sin que por ello dejemos de enfocar algunas luces preventivas sobre el otorgamiento de créditos y las reservas territoriales.



Así mismo, en vivienda nueva en el DF se sigue avanzando, pero destaca el Programa Emergente de Inmuebles de Alto Riesgo Estructural, lo cual en cierta medida ha revertido la tendencia de despoblamiento de las cuatro delegaciones centrales que conforman el corazón de la gran urbe.

También, en el contexto de avance de la ciudad de México se recibe al Año Nuevo con otro perfil gracias a la sustitución del pavimento en el Centro Histórico por concreto estampado; a las polémicas obras viales del distribuidor de avenida San Antonio, en las cuales el concreto y los elementos prefabricados colaboraron en el cumplimiento del gran compromiso, y que ya forman parte de la cultura vial de los capitalinos.

Quedan pendientes para la agenda de 2004 la terminación de las obras hoy inconclusas de casi un kilómetro de vialidad de nuevos puentes, como Los Helechos, Atzoyapan y Puerta Grande, que cruzarán por las barrancas de la delegación Álvaro Obregón y serán una nueva alternativa de comunicación hacia la zona de Santa Fe. En esto, el concreto se convertirá de nuevo en un eslabón fundamental en el mayor bienestar de los capitalinos.

Éstas fueron algunas de las acciones positivas en las que el concreto desempeñó un papel destacado, material que sin duda mantendrá su papel protagónico el año entrante, entre otras razones gracias a sus cualidades de durabilidad, resistencia, plasticidad y adecuación a las formas.

No podemos dejar pasar esta oportunidad para desear a todos nuestros lectores, anunciantes y asociados en general unas muy felices fiestas navideñas y un 2004...“en concreto, formidable”.

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade  
Presidente



Una vez que se localiza la calle donde se ubica la casa-taller del arquitecto Abraham Zabludovsky llegar al número correcto no ofrece mayor dificultad, los paneles de concreto y su arquitectura identifican claramente el domicilio.

El 9 de abril de este año la arquitectura, y sobre todo la mexicana, se vistió de luto con el fallecimiento de Abraham Zabludovsky, pero las grandes figuras trascienden y a unos cuantos meses de su desaparición -que no de su muerte- sigue dando de qué hablar el arquitecto, a través de sus obras y en voz de la que fuera la compañera de su vida, Alinka, y es ella quien con unas cuantas palabras sintetiza y nos comparte, en otra faceta, la disciplina, la voluntad y el amor por su profesión que lo caracterizó.



Nacido en Polonia, pero luego nacionalizado mexicano, Zabludovsky se recibió en la Escuela Nacional de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, el 29 de agosto de 1949. A partir de esta fecha inició una brillante carrera.

Entre algunas de sus obras se pueden mencionar la Central de Abastos de la ciudad de México, el Banco Mercantil de México -por el cual obtuvo el Gran Premio Latinoamericano en la Bienal de Arquitectura de Buenos Aires en 1982- y la remodelación de la Biblioteca México, de la Ciudadela.

“Hay días que no me calienta el sol –dice Alinka- y otros que no sé de dónde me sale la fuerza, lo extraño muchísimo pues era una presencia muy fuerte, muy viva y positiva, imagine, él estuvo en silla de ruedas 10 meses y en ese tiempo sacó el proyecto del Museo del Niño, para Villahermosa, Tabasco.

“Cuando varias señoras guapas del Patronato de Coatzacoalcos, Veracruz, le vinieron a proponer que hiciera el Centro de Convenciones y Teatro de la Ciudad, él ya estaba en crisis, en silla de ruedas, pero esto le animó mucho. Según me dijo, le solicitaron que desarrollara el proyecto y la obra. En ocho meses terminó este proyecto.

Incluso el día que murió, a las 2:00 PM estaba firmando la autorización de 140 planos que salieron al día siguiente.

“Esa mañana de abril él estuvo en el taller trabajando. Al terminar la jornada regresó a casa para comer y recibir la terapia física. Dio algunos pasos y se sintió cansado, y esa tarde a las tres ya había fallecido de un ataque cardíaco, pero su ánimo no había decaído... Incluso había pensado viajar la siguiente semana a Nueva York.

“Supo llevar su enfermedad no sólo con entereza, sino con dignidad. Cuando los médicos le diagnosticaron que no podría pararse, ni siquiera incorporarse de la cama debido un tumor no canceroso, pero inoperable en la médula espinal, él desarrolló una musculatura tan fuerte del abdomen y de las piernas que logró levantarse de la cama, sentarse, para luego desplazarse en la silla de ruedas. Nunca perdió la oportunidad

de visitar sus obras... Mire en esta fotografía, está supervisando la sala de música de Coatzacoalcos, en silla de ruedas“.

Alinka, una mujer cálida y a todas luces bella, continúa esta visita recorriendo lo que en futuro próximo será un museo dedicado a la arquitectura de su esposo “... yo sólo lo acompañé, el talento era suyo”, y hace notar cómo el principal material con el que está hecha su casa hasta en los interiores es el concreto aparente, con agregado de mármol.

Hace un alto en la primera maqueta y dice “ésta fue su incursión inicial en el concreto aparente, hace 50 años, en Homero y Schiller. En esta obra diseñó toda la moldura y le dio sentido diferente al concreto, pues al hacerlo decorativo fue más allá del concreto estructural. Lo llevó a ser la piel de la estructura al dejarlo expuesto, al embellecerlo con los agregados pétreos”. En los muros se aprecian las fotografías con Mario Pani, con Tamayo, Niemayer, Bruno Zevi, Mathias Goeritz.

“Esto es el auditorio de Puebla -dice Alinka- que va a cumplir 40 años. Tiene una cúpula de madera, que acústicamente funciona muy bien. Ésta es la maqueta del Museo del Niño, que apenas iniciarán... En los estados donde él tuvo la oportunidad de terminar sus proyectos quieren que se continúe con la obra y, en especial, en la cual todavía Abraham en silla de ruedas puso la primera piedra.

De este proyecto los críticos opinan que tiene mucho de frescura y de jovialidad, con un aire de renovación en su arquitectura.

“La vivienda de interés social fue otra de sus preocupaciones -continúa Alinka- y como ejemplo aquí están dos obras, dos edificios pequeños en la Colonia Obrera, y un proyecto espléndido, en una hondonada, cerca de la universidad”.

A los ojos de Alinka la creatividad de Abraham puede dividirse en tres partes, la primera con las obras en colonias como la Condesa, la Hipódromo, Polanco. “Con toda esa juventud – afirma- que aún dialoga con los jóvenes de hoy, pues basta observar lo que él hizo hace 50 años y lo que actualmente hacen los arquitectos jóvenes.

“La segunda etapa se dio junto con Teodoro González de León, cuando se consolidó el dúo dinámico, como en ocasiones lo califica el arquitecto Felipe Leal. Luego están las grandes obras públicas realizadas siendo ya independiente; entre otras construcciones hay 12 teatros en distintas parte de la república con formas diferentes y volúmenes diferentes.

“Para su arquitectura era muy exigente, y quienes lo conocieron dan su testimonio. En el homenaje del Museo Tamayo, Enrique Norten -quien junto con otros grandes arquitectos de hoy se inició en nuestro taller hace muchos años-, mencionó que Abraham le hablaba a las cinco de la mañana y le preguntaba ‘qué... ¿te desperté?’. Para él no había hora ni tiempo... Cuando tenía algo que no le gustaba no importaba si el proyecto estaba aprobado, sencillamente lo cambiaba...

“Vivir a su lado fue muy emocionante. Él era un arquitecto de 24 horas... Por eso, los hijos y los nietos crecieron viendo arquitectura, los viajes eran para ver y disfrutar de la arquitectura. Por primera vez viajamos a

Europa de viaje de luna de miel y fuimos en invierno... Pero, no teníamos mucho dinero, así que tomamos el tren pues un amigo nos dijo que en Francia era baratísimo y nos podíamos ahorrar las noches de hotel. ‘Tomen el tren a Marsella en tercera clase pues no hay nadie, se

pueden acostar y descansar', nos recomendó. Como jóvenes ingenuos hicimos caso sin tomar en cuenta el regreso de los soldados de la guerra de Argelia. El tren iba tan lleno que tuvimos que viajar parados, y era tal la falta de aire que en cada estación salía respirar. Cuando llegamos a Marsella, tenía yo una terrible laringitis debido a los cambios de temperatura, pero con todo fuimos a ver las obras de Le Corbusier, ¡cómo no íbamos a ver la Unidad de Marsella! Así empezó mi matrimonio y aunque había estudiado sicología me dediqué a aprender y disfrutar de la arquitectura con él". Con un sabor agridulce nos despedimos de una mujer bella, dulce y fuerte, quien ahora viste el casco y las botas para visitar las obras que aún están por concluirse o en la etapa de cimentación.

Este artículo le pareció:

**Artículo De Voluntad indomable**

- REGULAR
- MALO
- BUENO

Votar





### **Para reforzamiento del concreto**

Para los productores y constructores en concreto que utilizan premezclados, Nycon ofrece Multimesh como el producto ideal para superficies planas, superficies niveladas, plataformas elevadas, aceras, caminos, bordes, patios, fosas sépticas, bóvedas subterráneas o muros vertidos. Entre las ventajas del concreto reforzado con estas fibras destacan una mayor resistencia a los alcalis y superior aguante ante la corrosión, además de más resistencia a la abrasión, a los impactos, al clima y a la luz ultravioleta.



#### **Informes:**

**Tels: (800) 456 9266,**

**(401) 596 3955**

**Fax: (401) 596 4242**

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

### **FestergROUT NM**

Fester presenta este estabilizador de volumen, producto químico cementante en polvo no metálico que al mezclarse con agua generan un mortero sin contracciones, con la resistencia y fluidez necesaria para facilitar su colocación y acomodo. Entre sus principales usos está asentar y nivelar maquinaria; recibir columnas de apoyo, el anclaje de piezas precoladas y pretensadas, marcos de cimentación, el anclaje de pernos, barras, varillas y tornillos en concreto; la reparación de elementos estructurales; el resane de superficies de concreto y pisos de concreto extrareforzados.



Además, soporta altas vibraciones, desde baja a alta fluidez sólo con aumentar la cantidad de agua a la mezcla. Su aguante a la compresión es de 500 a 800 kg/cm<sup>2</sup>, de 1 a 28 días. Y preferentemente la mezcla se debe hacer con equipo mecánico, pues tiene una elevada resistencia mecánica.

Entre sus ventajas se encuentra que no sufre de contracciones durante su fraguado ni al endurecer; su excelente fluidez; el contacto efectivo con las superficies adyacentes por ser un material volumétricamente estable; su elevada resistencia mecánica a la compresión, al

margen de que no se oxida ni corroe en ambientes salinos o húmedos. Cuenta con una gran adhesividad entre elementos metálicos y el concreto o mortero, libre de cloruro para contacto con acero de refuerzo, listo para usarse, durable y económico.

**Informes:**

**Tel. 01 (55) 5078 9900**

**Fax: ext 3870**

**Email: [irsahelep@mail.grisa.com.mx](mailto:irsahelep@mail.grisa.com.mx)**

**[www.fester.com.mx](http://www.fester.com.mx)**

## ***Agente de curado***

Air Products presenta el agente de curado Anquamine 701, un epóxico de base acuosa con un contenido de 55% de sólidos en agua. A diferencia de los típicos agentes de curado epóxico con base acusosa, la base del Anquamine 701 es una emulsión polimérica, por lo que brinda un rendimiento superior en una amplia gama de aplicaciones. Se desarrolló principalmente para usarlo con resinas epóxicas líquidas superando a los sistemas de resina sólida basados en emulsiones, ya que permite formular sistemas sin componentes orgánicos volátiles ni emulsificantes de resina.

**Informes:**

**Tel: (5255) 5246 0400**

**Fax: (5255) 4604 0448**

**[www.airproducts.com/epoxyadditives](http://www.airproducts.com/epoxyadditives)**

## **LIBROS**

### **ACTUALÍSESE**

## ***Diseño y Control de Mezclas de Concreto***

*Editado por: IMCYC*

*Autor: Steven H. Kosmatka*

*y William C. Panarese*

*Pp. 230*

Este libro ha sido una referencia para la industria del cemento, del concreto y para la tecnología del concreto desde que se publicó en su primera edición, a principios de la década de los 20 en el siglo XX. Ha sido actualizado 17 veces, 13 ediciones en Estados Unidos y cuatro en Canadá, para reflejar los avances en la tecnología del

## **LIBRO DEL MES**



concreto y satisfacer las crecientes necesidades de arquitectos e ingenieros, constructores, tecnólogos e instructores del concreto. En esta decimotercera edición, el texto está respaldado, como en las anteriores, por las recientes investigaciones realizadas por la Portland Cement Association y refleja los requisitos de las últimas publicaciones de normas, especificaciones y métodos de ensayos de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y del American Concrete Institute..

## **IPC**

Editado por: BIMSA CMDG

Autor: BIMSA CMDG 2003

Cada año BIMSA CMDG prepara esta guía de compras para la construcción en la que se incluyen los perfiles de los productos, fichas técnicas y redes de distribuidores de fabricantes, importadores y servidores que proveen al sector.

La guía se divide en 22 clasificaciones, que abarcan todas las áreas de la ingeniería, arquitectura y acabados para cualquier tipo de obra, desde los servicios financieros y laboratorios de suelos hasta un apagador de corriente o una cocina integral.

## **Curso Interactivo en CD-ROM**

*ArchiCAD 7*

*Autor: Pablo Viadas, 2003*

Tiene el objetivo de capacitar al diseñador o dibujante constructivo en la obtención de planos a escala con todas las calidades y propiedades del dibujo técnico industrial, pero con la velocidad y facilidades del dibujo asistido por computadora (CAD).

Pero, además al ofrecer ArchiCAD, muestra la forma de trabajar tanto en dos como en tres dimensiones, por lo que el diseñador arquitectónico podrá disponer de manera inmediata de vistas y perspectivas en tercera dimensión con las perspectivas de texturas, colores, así como con

**Solicitarlo en Cemex**



**\* De venta en el IMCYC**



detalles de puertas, ventanas y mobiliario.  
El material se presenta como un texto interactivo con ejercicios detallados paso a paso y la posibilidad de realizar comentarios o consultas directas al centro de apoyo mediante correo electrónico o teléfono para aclarar dudas.

## \* Informes y ventas

**Lic. Diana Rueda**

Insurgentes Sur 1846, Col. Florida Tel.: 56 62- 06 06 ext. 10

e-mail: [drueda@mail.imcyc.com](mailto:drueda@mail.imcyc.com)

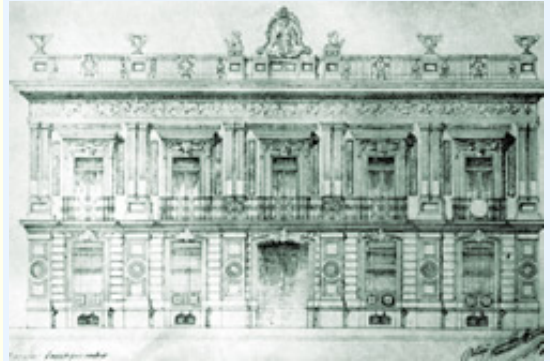
Fondo Editorial IMCYC

## Punto de fuga

*Por Mafer*

## El concreto armado llega a México

En 1901 se estableció en la ciudad de México la primera empresa constructora de concreto armado formada por el contralmirante Ángel Ortiz Monasterio, padre del arquitecto Manuel Ortiz Monasterio y representante de la casa Hennebique, el Ing. Miguel Rebolledo y el coronel Fernando González. Fue sumamente importante el entusiasmo de González y los conocimientos de Rebolledo. Desde entonces, el concreto armado encontró rápida aceptación en nuestro país.



La primera obra significativa se erigió en la ciudad de Mérida, en Yucatán. Fue el edificio llamado entonces Ferreteria del Candado, construido según escribió Rebolledo a principios de 1904 "... enteramente de Betón Armado desde los cimientos, inclusive columnas y pisos con sobrecarga de mil kilos por metros cuadrado, escaleras, etcétera...

" Mencionó que estaba en proceso de ejecución la ampliación de la Secretaría de Relaciones Exteriores, inmueble al que correspondió la gloria de haber sido el primero de concreto armado levantado en la ciudad de México y el cual demolieron en mayo de 1964 para dar paso a la prolongación de la avenida Paseo de la Reforma.

Dicho edificio fue proyectado por el arquitecto Nicolás Mariscal.





En el comienzo de la arquitectura moderna, el acero impulsó a los constructores a buscar nuevos modelos, los cuales pudieron materializarse en sus formas más extremas gracias a otra innovación, una que envolvía al metal: el concreto armado.

Los aditivos para concreto fueron descubiertos a principios de la década de los 30 en el siglo pasado como resultado de la aplicación del principio de la dispersión, que ya se había utilizado en la cerámica, en los pigmentos y otros campos. El uso de la dispersión en el concreto y de los morteros debió esperar antes de encontrar un agente dispersante efectivo para el cemento, que no interfiriera con la reacción entre éste y el agua.



La industria de los aditivos en México constituye un apoyo tecnológico importante para el sector de la construcción pues sus productos proporcionan al concreto las características idóneas para su utilización.

Hoy la construcción formal, cada vez en mayor proporción, reconoce las ventajas en tiempos y en calidad de los aditivos, que pueden complementarse con las membranas de curado, los endurecedores para pisos metálicos o no metálicos, los endurecedores químicos, los estabilizadores de volumen o grouts metálicos o no metálicos, etc., debido al desarrollo de esta tecnología.

Entre los aditivos a recomendar para la aplicación en el concreto hay distintas marcas y calidades, y para conocer de una manera práctica las cualidades de cada uno de estos productos Construcción y Tecnología entrevistó al arquitecto Pedro Díaz Calvo, gerente técnico de Pasa Impermeabilizantes, quien explica: “A los aditivos para concreto, según la norma internacional de la ASTM, se les cataloga como productos ajenos a los componentes de la mezcla, es decir, que no modifican las propiedades normales del concreto”.

Pasa Impermeabilizantes, una joven empresa 100% mexicana, surgida en 1985, está catalogada como una de las de más alto crecimiento entre las de su perfil. Cuenta con dos plantas, una en Cuautitlán, en el Estado de México, donde se elaboran los productos envasados, entre estos los aditivos para concreto, y otra en Tepeji del Río, en Hidalgo, donde se hacen los impermeabilizantes prefabricados de asfaltos modificados.

Entre las dos plantas se forman tres familias de productos. La primera es la de impermeabilizantes; en la segunda están los aditivos y los productos para concreto y la tercera está integrada por las especialidades químicas para la construcción. En esta última línea se producen selladores y productos epóxicos, así como recubrimientos. Entre todas hay más de 180 productos diferentes.

“Nuestra empresa – menciona Díaz Calvo -cuenta con una línea muy compacta de aditivos para concreto”. Por su parte, los retardantes diseñados para la fabricación y colocación del concreto deben cubrir la función para la que fueron hechos, con la ventaja adicional de ser dispersantes, es decir, que evitan la segregación de los agregados dentro de la masa del concreto. Entre los principales usos de los retardantes es controlar la velocidad del fraguado en

climas donde la temperatura es alta, condiciones en las cuales el concreto tiende a fraguar con mayor rapidez, dificultando la colocación del concreto, sobre todo aquéllos de alta resistencia con un bajo contenido de agua. Además, el retardante permite una fácil transportación, ya sea en las ollas o en la misma obra, y evita las juntas frías en un mismo colado. Con esto se logra una pieza completa que trabaja estructuralmente de manera uniforme a pesar de tener varios colados.

Así mismo, los retardantes fluidificantes tienen funciones semejantes a los anteriores, con la diferencia

de que están diseñados, como su nombre lo indica, para dar fluidez a los concretos con bajo contenido de agua. Los acelerantes y los acelerantes libres de cloruro permiten controlar el tiempo de fraguado en climas fríos, donde este proceso del concreto normal se ralentiza.

Este producto permite lograr su resistencia a edades más tempranas y con ello ahorros considerables en la renta de cimbra. “Que un acelerante esté libre de cloruros -enfatisa Díaz Calvo-, garantiza la utilización en

aquellos elementos estructurales donde el acero es muy importante y donde aspectos como la corrosión deben resolverse totalmente, y se emplea tanto en elementos prefabricados, como en los hechos en obra, pero donde el acero adquiere relevancia. El cloruro propicia la corrosión del acero, aún cuando una pequeña dosificación está permitida por las normas internacionales”.

Hay otros fluidizantes y plastificantes normales pensados para dar una mejor trabajabilidad y plasticidad al concreto, los cuales se utilizan en concretos de bajo contenido de agua, en aquellos diseños de mezcla en los que prácticamente el revenimiento es muy bajo y cuesta trabajo mezclar el concreto, así como colocarlo. Estos productos lo hacen un concreto plástico y fluido y sin bajar la resistencia del concreto se obtienen productos con mucha fluidez.

Añade el entrevistado que un aditivo de características muy especiales es el inclusor de aire en masa del concreto, el cual debe dosificarse para no afectar la resistencia.

Este producto originalmente se empleó para evitar el congelamiento y el deshielo en climas muy severos.

Por otra parte, en Estados Unidos también se le utiliza para dar una mayor resistencia a uno de los enemigos más comunes del concreto: las sales esparcidas en las vialidades durante las nevadas para evitar el congelamiento, y en consecuencia, los accidentes.

“En México- menciona Díaz Calvo- donde el clima es más benigno, los inclusores se utilizan para darle más fluidez al concreto en el proceso de colocación, pues las microburbujas que se forman en el concreto funcionan como un lubricante interno y permite situar el concreto en moldes difíciles, aparentes o aplicarlo en proyectos en donde queda expuesto. Así, gracias a este aditivo se consigue un concreto muy terso, de muy buena calidad”.

## **RECOMENDACIONES DE USO**

En Pasa Impermeabilizantes todos los aditivos mencionados se presentan en forma líquida. Sin embargo, también los hay en polvo y sirven para cerrar los poros del concreto. “Con estos aditivos -refiere Díaz Calvo- se alcanza una reacción química interna en el proceso de mezclado, que cierra la capilaridad del concreto, cualidad que los hace idóneos y muy

utilizados para los contenedores de líquidos”.

Sin embargo, para lograr una óptima utilización y una mezcla uniforme es necesario seguir las instrucciones del fabricante y algunas mínimas recomendaciones, como las siguientes:

- Mezclar los aditivos líquidos en el agua que se va a utilizar.
- Respecto a la proporción, para no desbalancear la mezcla, el aditivo líquido se debe sustituir en el agua por la misma cantidad de aditivo. Por ejemplo, si se utilizan 30 litros de agua por cada bulto de cemento, deben agregarse 29 litros de agua, más el litro de aditivo.
- Mezclar el aditivo en polvo con el cemento antes de agregar el agua.
- Para conservar el balance de la mezcla, en caso que el producto tenga una presentación en polvo, a un saco de cemento de 50 kg se le quitan dos kg y se sustituyen por el aditivo integral.
- Se debe evaluar su procedencia.
- Estar acorde con las normas nacionales e internacionales.
- Por supuesto, deben estar hechos por fabricantes reconocidos.

El Arq. Díaz Calvo hace énfasis en esta última recomendación, pues si bien hasta donde se conoce los aditivos líquidos no son químicamente difíciles de elaborar, y sus componentes pueden combinarse de manera casi doméstica, conviene evitar esta práctica dado el riesgo para el constructor de no cumplir con la calidad necesaria, algo a tener muy en cuenta pues el concreto es un elemento fundamental de la estructura. “La alta calidad de todos los elementos es muy importante y me refiero a la arena, al agua y al cemento mismo... Cada elemento cuenta para hacer una buena reacción química”.

## **SERVICIO, LA PALABRA MÁGICA**

“El consumidor, quien dispone de una amplia gama de opciones y marcas, en ocasiones no repara mucho en el nombre del producto, sino que busca calidad a un precio adecuado. La empresa que represento -afirma el entrevistado- tiene por norma dar un servicio personalizado a través de una amplia red de distribuidores localizada en todas las ciudades importantes de la república, con personal capacitado y un amplio stock para asegurar un buen abastecimiento. Incluso, si no hay suficiente volumen de un producto nos comprometemos a suministrarlo en un plazo no mayor de cinco días. Hay un teléfono de servicio a clientes, además de dar asesoría y capacitación en los puntos de venta, y a todos lo que lo necesitan”.

Este artículo le pareció:

### Artículo De Aditivos para concreto

- MALO
- REGULAR
- BUENO

Votar



## Los prefabricados, una ventaja para el constructor

Por Adriana Reyes.

En el II Seminario Internacional de Estructuras Prefabricadas en Zonas Sísmicas, organizado por la Asociación de Industriales del Prefuerzo y la Prefabricación, AC, Construcción y Tecnología tuvo la oportunidad entrevistar al Dr. Mario Rodríguez, investigador en ingeniería estructural y sísmica del Instituto de Ingeniería de la UNAM, quien de manera breve expuso los siguientes puntos de vista:

“Es posible observar en México una clara tendencia al uso de la prefabricación si se toman en cuenta sus bondades. Sin embargo, para dar mayor velocidad a este avance tecnológico se necesita un cambio de mentalidad.” Pero, la aceptación es evidente –afirma el entrevistado– y un claro ejemplo de hacia donde se dirige la construcción, respecto a estos sistemas es el caso de los segundos pisos del Periférico; pues si no se hubieran usado prefabricados la obra hubiera durado más del doble de tiempo y los costos hubieran sido mayores”.

Rodríguez indica que las ventajas en economía y durabilidad al construir con elementos prefabricados de concreto son grandes y se ponen en evidencia, por ejemplo, en los inmuebles destinados al comercio, como los supermercados, donde el inversionista quiere levantar la obra en un tiempo mínimo y empezar a vender.

En esos casos, la ventaja se da en tiempo pues se requiere la mitad. Un Auchan colado en sitio, como mínimo exigirá un año y medio para que tenga de dos a tres niveles y un área grande para estacionamiento; poner estructuras prefabricadas le puede llevar seis meses”.

El entrevistado habla de estructuras de concreto prefabricadas, pues el acero, su principal competidor, enfrenta la problemática de exigir mucho mantenimiento, además de que las soldaduras de los diferentes elementos pueden presentar problemas por la longevidad de la obra y las características del terreno.

“Se ha descubierto que la soldadura muestra dificultades al soldar un elemento estructural con otro. Incluso, a raíz de los terremotos en Estados Unidos se han hecho investigaciones y ya sugieren nuevas formas de conectar elementos de perfiles de acero para evitar la soldadura.

No obstante, es mejor utilizar elementos de concreto prefabricado pues garantizan un producto con control de calidad y durable”.



Los sistemas industrializados para la construcción son la respuesta a las necesidades económicas del momento. Prueba de ello, en general, es su cada vez mayor utilización, y en particular, la aplicación de los pisos sismo-resistentes, que como sistemas integrados por elementos de concreto prefabricado aseguran un mejor comportamiento de los inmuebles durante los movimientos telúricos.

### EL PISO PREFABRICADO EN SISMOS

Para el investigador, el sistema de pisos es muy importante.

“Si uno pregunta a un constructor el porcentaje de  $m^3$  que entra en el sistema de pisos, comparados con los  $m^3$  de concreto que entran en los otros elementos (vigas, columnas, etc), casi siempre la mayor parte está en el sistema de pisos, y llama la atención que aún siendo ésta la parte de la estructura con más alto costo, en México estamos atrasados respecto al sistema constructivo de pisos”.

Sobre los países desarrollados se han enfocado mucho al sistema de pisos y los subdesarrollados no, debido a dos problemas: “a la parte constructiva, en la cual considero vamos atrasados, pues no se sabe cómo diseñar un sistema de pisos para tener buen fundamento”.

Rodríguez habla de los casos de Japón, país altamente sísmico, y Nueva Zelanda, ambos líderes en diseños de estructuras de pisos para sismos. “En estas naciones la construcción del sistema de piso es muy distinta a la nuestra; la diferencia radica en que allá el sistema de piso o de la losa de piso se hace en base a la prefabricación, y generalmente lo único que en obra se hace es el firme que son pocos centímetros, en el orden de seis o siete centímetros, como una malla que se pone en sitio.

“En esos países la mano de obra es más cara. Por eso, se emplea la prefabricación. Sin embargo, la construcción, como toda actividad del ser humano, tiene su proceso de cambio o modernización y, en mi opinión, en México no debíamos trabajar con sistemas de hace 50 o más años”.

En Nueva Zelanda, comenta, los sistemas de piso prefabricados alcanzan más de 90% del total. Sobre la innovación en diseño de estructuras prefabricadas de concreto indica que algunas son recientes y otras están en la práctica desde hace muchos años: “en los dos países referidos la prefabricación empezó en los años 70; en el europeo la hacen desde hace mucho tiempo por necesidades de la economía pues estaban en una buena situación y se necesitaba construir mucho, en el caso de Japón, dadas sus características geográficas”.

Advierte cómo la situación de México está íntimamente vinculada con la de Estados Unidos. “Lamentablemente, la prefabricación allí se desarrolló mucho más en la costa este, donde no hay terremotos y esa práctica vino a México donde sí los tenemos. Por tanto, una forma de resolver la prefabricación en nuestro país sería de manera semejante a la de Japón o Nueva Zelanda”.

Para el investigador se avizoran nuevos tiempos: “en Estados Unidos los sismos de 1994 propiciaron cambiar o mejorar la ingeniería sismo-resistente; y evidenció la necesidad de estudiara el sistema de pisos, pues algunos edificios no se comportaron bien y mostraron que el sistema de pisos no fue diseñado de modo conveniente, porque los reglamentos no contemplaban esa parte de la estructura.

De ahí que en los últimos años se estudia en Estados Unidos, y también en México este problema, no sólo a nivel de números, sino de laboratorio. La ingeniería por un ahorro mal entendido no lo hace en muchos casos”.

Partiendo de lo anterior, actualmente las innovaciones se dan en dos aspectos: en los reglamentos y en los procedimientos específicos a utilizar por el ingeniero para colocar el refuerzo o tamaño del piso. “En general, la innovación en sistemas sismo-resistentes radica en pretender ahora en el proceso inicial del sistema de estructuras un compromiso real con el daño esperado durante un sismo. Cabe recordar que las estructuras se diseñan previendo un posible

daño durante los terremotos. Esa es la filosofía actual, aunque con la confianza de que no se caiga. Esta tendencia ha presionado para que cambien los reglamentos.

“Las innovaciones en los pisos no son costosas –menciona Rodríguez- el problema en México no es de economía, sino de práctica. El cambio de sistema o de construcción requiere de un cambio de mentalidad. De ahí mi insistencia, pues no necesitamos comprar un producto en específico, sino variar los métodos constructivos de varias décadas. Hay sistemas de pisos prefabricados con una diferencia mínima de costos, incluso pueden ser hasta más baratos”. De acuerdo con el experto, se tiende al uso de prefabricados tomando en cuenta las bondades en durabilidad y economía. Las bases están dadas..

## PRECOLADOS DE CONCRETO ARQUITECTÓNICO

Actualmente más que separar a la arquitectura de la ingeniería se está tratando de unirlos. Algunos lo hacen al planear las estructuras, otros en la selección de técnicas y materiales. Así, en este afán, los prefabricados de concreto arquitectónico cobran importancia. En nuestra cultura los trabajos artesanales han tenido gran relevancia y una prueba es que de ellos nace la prefabricación arquitectónica, generalmente en la margen de los ríos de la ciudad o talleres aledaños a los panteones, con la fabricación de monumentos sepulcrales, cubiertas para mesas, fregaderos, lavaderos, balaustradas, etc., fabricados en base de cementos, tanto gris como blanco, con pastas formadas con agregados pétreos como granos de mármol, pedacaría de tezontle, pedacaría de recinto o de alguna otra calcárea que resultara atractiva a la vista, aplicándoles tratamientos con un pulido que en varios procesos levanta un brillo muy perdurable.

De acuerdo con estudios realizados, los prefabricados más antiguos encontrados datan de finales del siglo XIX, con una calidad igual a la actual, pero definitivamente con una producción muy reducida. En el ámbito de los precolados de concreto arquitectónico encontramos una amplia gama de elementos para muros, fachadas de edificios, casas, almacenes y bodegas, así como elementos para equipamiento urbano y pisos.

Desde el punto de vista arquitectónico, los prefabricados de concreto ofrecen una amplia gama de posibilidades, ya que se pueden hacer múltiples composiciones, combinando varios elementos, como cemento gris y blanco en sus tonalidades, así como gravas y arenas de mina o de río, granos de mármol con diferentes tamaños de trituración, placas completas de mármol, granito natural, recinto, tezontle y cantera, elementos que pueden seguir tratamientos como pulido mate, pulido brillado, martelinado (con la intensidad deseada), picoleteado (igual), exponer el agregado, acabado aparente de concreto, estampados por medio del molde, grabados etc.

Aunada a las posibilidades anteriores, existe la geometría de los elementos, parte importante ya que nos proporcionará las sombras o luces necesarias para armonizar el conjunto arquitectónico, principalmente en las fachadas. Son muy amplias las opciones arquitectónicas de la prefabricación, la cual lleva consigo uniformidad tanto en geometrías como en colores. Además, debido a las nuevas tecnologías y procedimientos se han incorporado nuevos elementos, y a la fecha están disponibles dos tipos de materiales con menos peso, los cuales

cumplen con los requerimientos de un concreto normal.

Estos productos son el concreto reforzado con fibra de vidrio, cuyo peso por m<sup>2</sup> oscila entre 60 y 70 kg y está formado por concreto de alta resistencia, en base de cemento, con arenas sílicas, reforzado con fibra de vidrio con un bastidor metálico en los calibres y dimensiones que resulten del cálculo estructural de acuerdo con el tamaño de los elementos, su manejo e instalación. El otro producto es el concreto polimérico, elaborado en base de polímeros, con aglutinante de materiales pétreos, reforzado con una colchoneta de fibra de vidrio y montados sobre bastidores metálicos de diferentes calibres y dimensiones, de acuerdo con el cálculo estructural, las maniobras y la instalación, dando un peso por m<sup>2</sup> aproximado de 40 kg. Ambos productos pueden ser fabricados en los mismos acabados descritos para el concreto hidráulico y presentan similares características de funcionalidad.

Edmundo Alfaro García

Este artículo le pareció:

**Artículo Los Prefabricados una  
ventaja para el constructor**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar







# El agrietamiento en losas de concreto apoyadas sobre el suelo

Por Lorezo Flores Castro\* y  
Manuel Sáenz Miera\*\*

El agrietamiento puede producirse en el concreto en estado plástico y / o en el concreto endurecido.

Las grietas que se producen en el concreto en estado plástico se deben básicamente a lo siguiente:

- Movimiento de la cimbra durante la etapa de endurecimiento de concreto
- Contracción del concreto por asentamientos alrededor del refuerzo, en obstrucciones o alrededor de los agregados
- Contracción plástica (durante el fraguado)

En el concreto endurecido el agrietamiento puede deberse a lo siguiente:

## CAUSAS QUÍMICAS:

- Composición del cemento o carbonatación
- Oxidación del acero de refuerzo
- Reactividad de los agregados

## CAUSAS FÍSICAS:

- Contracción por secado
- Contracción térmica
- Calor de hidratación
- Variaciones externas de temperatura
- Concentraciones de esfuerzos
- Refuerzo
- Forma estructural (esquinas de aberturas)
- Flujo plástico

## DISEÑO ESTRUCTURAL:



Del concreto premezclado que se vende en el mundo, el mayor porcentaje se emplea para el colado de losas, parte de éstas suspendidas y otra parte importante en losas sobre piso, en las cuales el principal problema es el agrietamiento. En este trabajo se analizan los mecanismos y causas que originan dichas grietas, con base en lo cual se plantean recomendaciones para evitarlas. Además, sólo nos referimos al agrietamiento que se produce debido a cambios volumétricos en el concreto y, en especial, para el caso de losas sobre piso.

- Cargas mal consideradas
- Asentamientos diferenciales
- Mala disposición de las juntas
- **ACCIDENTALES:**
- Sobrecargas
- Vibraciones
- Sismos
- Incendios

## PROCESO DE AGRIETAMIENTO

Como se mencionó, para poder encontrar la solución es necesario primero conocer la causa. Por ejemplo, en una barra de concreto, de una longitud  $L$ , en una condición de temperatura y humedad y libre de esfuerzos, se seca y se enfría sin restricciones, sufrirá una contracción, disminuyendo su longitud, sin desarrollar esfuerzos, por lo tanto sin agrietamiento. Pero, si la misma barra, antes de someterla a un proceso de secado o enfriamiento, se empotra en los extremos, al ocurrir la contracción se produce un esfuerzo de tensión y si éste resulta mayor que la resistencia a tensión del concreto se produce el agrietamiento, pues durante el secado además de producirse la contracción, el concreto desarrolla resistencia y simultáneamente el fenómeno de flujo plástico el cual tiende a disminuir el esfuerzo a tensión: cuando el esfuerzo a tensión neto a cualquier edad iguala a la resistencia del concreto se genera la grieta.

## Conclusión

- Las restricciones provocan esfuerzos en el concreto
- Al desarrollarse el flujo plástico disminuyen los esfuerzos a tensión netos
- Si los esfuerzos a tensión netos son inferiores a la resistencia no se presentan agrietamientos
- Si no existen restricciones, no se producen tensiones y por lo tanto no hay agrietamientos.

## Restricciones

Las principales restricciones en las losas de concreto son las siguientes:

- Empotramientos
- Superficie de contacto del concreto con la base o cimbra
- Capa inferior del concreto respecto a la superficial
- Acero del refuerzo
- Elementos empotrados
- Columnas, muros y bases de maquinarias

## **Factores que afectan el agrietamiento**

Sucede por dos tipos de variables, las debidas al concreto mismo, sus componentes y, en segundo lugar, por las variables externas.

### **Variables en el concreto**

#### a) Agua

A mayor cantidad de agua, mayor será la tendencia al agrietamiento pues se incrementa la contracción y se reduce la resistencia.

#### b) Cemento

En general, mientras más alto sea el consumo de cemento igualmente es mayor la posibilidad de agrietamiento.

Los cementos finamente molidos o de resistencia rápida muestran más contracciones altas, pero debido a que simultáneamente desarrollan resistencia resulta poco frecuente que se presenten grietas cuando el concreto se encuentra en estado plástico.

#### c) Agregados

La granulometría, forma y textura de los agregados afectan en forma variable las proporciones y con ello la tendencia a la contracción.

Mientras más pequeño sea el tamaño máximo del agregado mayor será la contracción del concreto para una misma resistencia, al requerir más pasta para cubrirlos.

Las partículas grandes de agregado, por otra parte, restringen localmente la contracción en superior grado que las partículas pequeñas.

#### d) Aditivos

Los reductores de agua disminuyen la contracción por secado, los retardantes incrementan la deformabilidad del concreto en estado plástico disminuyendo el agrietamiento. Los aditivos acelerantes, en general, aumentan la contracción, pero como sube la resistencia y el flujo plástico, no siempre ocasionan agrietamiento.

#### e) Sangrado

El flujo del agua hacia arriba en el concreto fresco produce zonas de pasta aguada debajo de las partículas de grava grandes y del acero de refuerzo, principalmente en losas de mucho peralte, ocasionando zonas débiles, lo cual causa grietas internas.

#### f) Curado

El secado rápido del concreto fresco en losas puede provocar que la velocidad de evaporación exceda a la de sangrado, con lo que la superficie del concreto sufre una contracción por secado restringida por la capa inferior, generando grietas por contracción plástica.

#### g) Variables externas

Además de las causas internas que favorecen el agrietamiento en el concreto hay una serie de factores externos que influyen notablemente.

## **TEMPERATURA**

La temperatura ambiente afecta la velocidad de secado del concreto en estado fresco, así como la velocidad de endurecimiento; por otra parte, establece la longitud «base» durante las

primeras horas, hasta que el concreto desarrolla cierta rigidez. A partir de esta longitud «base» los cambios de temperatura producen cambios volumétricos, y por consiguiente, un potencial agrietamiento.

Las losas de piso o pavimentos colados en clima frío son menos susceptibles al agrietamiento que cuando el trabajo se efectúa en clima caliente, pues los cambios de temperatura afectan la longitud «base», generalmente produciendo expansión que no es tan crítica como la contracción.

b) Condiciones de exposición

Las caídas fuertes de temperatura y humedad producen restricciones internas entre la superficie y la masa, y la masa interior del concreto.

c) Condiciones de restricción

Mientras mayor sea la restricción a la contracción, o el número de éstas, mayor será el número de grietas.

Es importante resaltar que en una losa sobre suelo armada, mientras mayor sea el porcentaje de acero de refuerzo, las grietas serán más numerosas pero de menor grosor, en relación a una losa con menos refuerzo. El ancho total acumulado de las grietas es aproximadamente el mismo para cualquier porcentaje de acero.

En el caso del concreto presforzado, se inducen al concreto esfuerzos de compresión. Por tanto, cualquier contracción provocada por los factores anteriores únicamente disminuye la compresión aplicada. En una estructura a base de elementos precolados, las restricciones a la que están sometidos los elementos individuales son bajas, por lo cual hay menos agrietamientos que en una estructura monolítica.

## **AGRIETAMIENTO EN LOSAS SOBRE PISO**

Tipos de grietas

En una forma simple podemos clasificar las grietas en dos grupos: por su profundidad y por su dirección.

Por su profundidad. las grietas se clasifican como:

- Superficiales
- Poco profundas
- Profundas
- En todo el peralte

Por su dirección

En este grupo podemos decir básicamente que hay dos tipos de grietas:

a) Grietas en forma de mapa o de piel de cocodrilo:

Casi siempre de poca profundidad, debidas básicamente a la presencia de una mayor contracción en la superficie que en la parte inferior en todas direcciones. Las causas que favorecen este tipo de agrietamiento son las siguientes:

- Secado en la superficie antes del curado y de que el concreto desarrolle suficiente resistencia. Es frecuente den después del acabado de la llama metálica.
- Curado con agua mucho más fría que la temperatura del concreto.

- Condiciones alternas de alta y baja temperatura del concreto.
- Manejo excesivo del concreto durante su colocación, lo cual puede producir segregación y sangrado.
- Trabajo excesivo de la superficie.
- Acabado prematuro de la superficie y espolvoreado de cemento para esta actividad.
- Aplicación de agua en la superficie para facilitar el acabado.

b) Grietas continuas:

Este tipo de grietas a menudo son profundas y de todo el peralte, se presentan a lo ancho de la losa y son perpendiculares al eje longitudinal, una aislada o varias paralelas; asimismo, pueden iniciarse en puntos de concentración de esfuerzos.

Las causas que favorecen este tipo de grietas son las siguientes:

- Corte extemporáneo.
- Restricciones a la contracción:
- Continuidad en el refuerzo
- Desalineación de pasajuntas
- Efectos de esquinas
- Efectos de viento
- Curado deficiente
- Soporte no uniforme.
- Cargas excesivas.
- Falta de juntas de aislamiento.
- Juntas de contracción muy separadas.

## **MOTIVOS DE FALLAS FRECUENTES**

Según el Comité ACI 302 «Guía para la construcción de losas y pisos de concreto», los motivos de falla más frecuentes son:

Deficiencias en extendido y enrasado.

Acabado con humedad excesiva o agua de sangrado.

- Curado extemporáneo.

Al analizar las fallas frecuentes y las causas que ocasionan cada una de ellas se llega a lo siguiente:

a) Agrietamiento:

- Restricciones
- Contracción plástica (concreto fresco)
- Cambios volumétricos

b) Baja resistencia al desgaste:

- Alta relación agua / cemento Alto revenimiento .
- Acabado prematuro
- Curado deficiente

c) Descascaramiento:

- Bajo contenido de cemento: alta relación agua / cemento. Alto revenimiento
- Acabado prematuro
- Curado deficiente

d) Burbujas

- Prematuro «cerrado» de la superficie
- Alto contenido de aire
- Exceso de finos en la mezcla

e) Alabeo

- Contracción diferencial entre la superficie y el interior de la losa debido a secado superficial.

## **RECOMENDACIONES PARA EVITAR EL AGRIETAMIENTO**

El diseño estructural adecuado de las losas apoyadas sobre el suelo es fundamental para evitar el agrietamiento de éstas durante su vida útil. El Comité ACI 360 «Diseño de Losas Apoyadas sobre el Suelo» establece cinco métodos para el diseño estructural de estos elementos:

a) Método de la Asociación del Cemento Portland (Portland Cement Association)

b) Método del Instituto de Mallas de Refuerzo (Wire Reinforcement Institute)

c) Método del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos (United States Army Corps of Engineers)

d) Método del Instituto de Post-Tensado (Post-Tensioning Institute)

e) Método del Concreto con Contracciones Compensadas (Shrinkage - Compensating Concrete)

Cada uno de los métodos anteriores establece el procedimiento para determinar el espesor de las losas de piso, así como el tipo de juntas y separaciones recomendadas, lo cual debe incluir un proyecto estructural correcto.

## **ESPESOR DE LA LOSA**

El espesor de las losas apoyadas sobre el suelo depende principalmente de los siguientes factores:

a) Módulo de reacción del suelo de apoyo.

La capacidad para resistir las cargas actuantes y evitar los asentamientos diferenciales en estos elementos estructurales. depende de la interacción que se presenta entre el suelo de apoyo y la losa. Por lo anterior, para un diseño correcto de losas de piso es necesario contar con información geotécnica del sitio, con el fin de determinar el tipo de suelo subyacente, su estratigrafía, así como sus propiedades mecánicas, principalmente el módulo de reacción del material de apoyo ( $k$ ). En algunos casos se podrá colocar la losa directamente sobre el suelo de lugar, mientras que en otros es probable que se requieran capas de base y /o sub-base.

b) Cargas sobre la losa.

Se deben determinar de una manera racional y apegada a códigos las cargas que actuarán sobre la losa con el fin de diseñarlas para la combinación más crítica que se pueda presentar durante su vida útil. Los principales tipos de cargas que actúan en estos elementos son:

- Cargas de vehículos
- Cargas concentradas (columnas de estantes, postes, etc.)
- Cargas lineales o de franjas (muros divisorios, de carga, etc.)
- Cargas uniformes (material almacenado directamente sobre la losa con pasillos entre éstos)

- Cargas de construcción (materiales y equipos temporales)
- Efectos de temperatura (en climas extremos se deben considerar los cambios térmicos y de humedad)

## **CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO**

Las siguientes propiedades del concreto influyen directamente en el espesor de la losa:

- Resistencia a la compresión
- Módulo de ruptura
- Resistencia al cortante
- Módulo de elasticidad

Cabe destacar que ninguno de los métodos de diseño de losas apoyadas sobre el suelo considera la influencia del acero de refuerzo como una variable para determinar el espesor de la losa.

## **JUNTAS**

El principal objetivo de las juntas en las losas de piso es disminuir las restricciones en sus tableros ya que como se estableció antes éstas son las que generan esfuerzos de tensión en el concreto y ocasionan el agrietamiento.

Hay tres tipos de juntas que todo diseño estructural de losas de piso debe incluir:

### **a) Juntas de contracción**

Estas juntas, también llamadas de control, tienen como función prevenir el agrietamiento de las losas debido a la contracción por secado, pues en éstas se absorben los esfuerzos de tensión originados por el cambio de longitud de la losa. La separación entre juntas de contracción recomendada por el Comité ACI 302 es de 24 a 36 veces el espesor de la losa y la relación largo a ancho de cada tablero no debe exceder 1.5. Es importante señalar que en caso de utilizar acero de refuerzo o malla electrosoldada, éstos deberán interrumpirse en las juntas de contracción para evitar restricciones adicionales.

### **b) Juntas de construcción**

Se utilizan al final de la jornada laboral o cuando se interrumpe la colocación del concreto por más de una hora.

Se pueden emplear también como juntas de dilatación. En este caso se coloca un relleno de material compresible y un pasajuntas para transmitir las cargas verticales. Las juntas de construcción pueden ser machihembradas. Sin embargo, este tipo de juntas no es recomendable cuando circulen vehículos pesados o en losas de poco espesor, ya que pueden producirse esfuerzos de cortante que provoquen una falla local.

### **c) Juntas de expansión o aislamiento**

Estas juntas permiten el movimiento vertical y horizontal entre la losa y otros elementos estructurales (muros de carga, columnas, dados, registros, etc.), disminuyendo los esfuerzos

de tensión que se presentan por los cambios de dimensión en el plano de la losa. Se recomienda que las juntas de aislamiento alrededor de las columnas rectangulares o cuadradas deben hacerse en forma de diamante o circular para evitar agrietamientos, que por efectos de esquina se producen por la concentración de esfuerzos de tensión.

- Fricción losa - suelo

Un parámetro poco empleado en el diseño de losas sobre piso es el coeficiente de fricción entre el concreto y el suelo de apoyo, el cual puede en muchas ocasiones ofrecer una alta restricción a la contracción del concreto. Algunos autores recomiendan la colocación sobre la base o sub-base de una cama de arena para minimizar la fricción existente.

- Proceso constructivo
- Concreto

Para disminuir las contracciones es recomendable emplear un concreto con el menor revenimiento que sea manejable para la obra (3 a 6 cm), así como el mayor tamaño máximo de agregado posible (1 1/2 a 2 pulgadas).

## **PROTECCIONES**

El secado prematuro de la superficie es una causa de contracción plástica y conviene proteger las losas de los efectos del sol y viento rasante, por lo cual es recomendable la colocación de parasoles y barreras contra el viento. En el caso de naves industriales lo mejor es colar las losas de piso después de colocado el sistema de techo y muros perimetrales.

## **JUNTAS ASERRADAS**

Cuando se realizan juntas aserradas, éstas deben efectuarse lo más pronto posible después de que el concreto ha endurecido lo suficiente para que el disco no cause despostilladuras en las aristas y antes de que se presenten grietas.

## **PASAJUNTAS**

En el caso de la existencia de pasajuntas en las losas resulta de vital importancia el perfecto alineamiento de éstas, así como la lubricación en el extremo móvil.

## **CURADO**

El curado del concreto debe iniciarse tan pronto como éste pierda su brillo superficial para evitar la pérdida de humedad y la presencia de contracciones.

- Acabado

En el caso de pisos con acabado pulido, éste debe efectuarse después de concluir el sangrado del concreto evitando un sellado prematuro de la superficie. No se debe espolvorear cemento ni aplicar riegos de agua con objeto de facilitar el acabado.

## **CONCLUSIONES**

Considerando los grandes perjuicios que causa el agrietamiento en las losas de concreto apoyadas sobre piso por los costos que representa su reparación y las molestias que esto ocasiona, con base en lo anterior podemos concluir lo siguiente:

a) La principal y más frecuente causa del agrietamiento del concreto es la contracción unida a



la existencia de restricciones.

b) Es necesario tomar en cuenta en el diseño de las losas sobre piso la presencia de restricciones mediante una adecuada planeación de las juntas y / o la colocación de refuerzos perpendiculares a la trayectoria de las posibles grietas.

c) Considerando que mientras mayor sea el porcentaje de acero de refuerzo, será superior el número de grietas. lo recomendable es no reforzar las losas, con lo que además se facilita el proceso de colocación y compactación del concreto.

d) Durante la construcción debe prestarse especial cuidado a la colocación, compactación y curado del concreto, así como si es el caso, el tiempo en que se realiza el aserrado de las juntas.

## REFERENCIAS

a) Kelly, Joe W. (1964). - "Agrietamiento del Concreto: Causas y Soluciones». Revista IMCYC, Vol.2, No.8.

b) ACI 302.1 R-96. «Guide for Concrete Floor and Slab Construction», ACI Manual of Concrete Practice, 2001.

c) ACI 360R-92 (Reapproved 1997). «Design of Slabs on Grade», ACI Manual of Concrete Practice, 200 I. C

\*Ing. Lorenzo Flores Castro, director general Laboratorios Técnicos, S.A, de CV. \*\*Ing. Manuel Sáenz de Miera, gerente de Estructuras DIRAC SA de CV: E-mail: msaenz@dirac.com.mx

## RESUMEN

El documento se compone de los siguientes capítulos.

1. Agrietamiento en el concreto.

Se plantean los mecanismos que ocasionan el agrietamiento del concreto en estructuras en general

2. Agrietamiento en losas sobre piso.

Se analizan los tipos de grietas en losas sobre piso, así como las causas que las producen.

3. Recomendaciones para evitar el agrietamiento en losas sobre piso

Este artículo le pareció:

### Artículo El Agrietamiento en losas de concreto apoyadas sobre el suelo

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar



En la actualidad, cada vez más, afloran por diversos puntos de la capital edificios de departamentos potenciando así el desarrollo urbano en las zonas donde se cuenta con infraestructura y equipamiento instalado. Cierta número de estas obras corresponde a promotores privados, pero muchas están a cargo de constructoras que trabajan en conjunto con el Instituto de la Vivienda y la Secretaría de Desarrollo Urbano, ambos del DF, en respuesta a una faceta del Programa General de Desarrollo Urbano, denominado como “La ciudad central”.



Entre los principales consumidores de cemento y concreto en la ciudad de México están las constructoras que trabajan en el desarrollo del Programa de Vivienda del INVI, con un auge notorio para las zonas centrales.

Al respecto explica a Construcción y Tecnología la Arq. Laura Itzel Castillo, secretaria de la SEDUVI-DF, que se impulsa una estrategia en favor del repoblamiento de las delegaciones centrales, con el fin de limitar el crecimiento de la mancha urbana y con la construcción de viviendas dignas, gracias a lo cual se eleva el nivel de vida de sus habitantes.

“Estas zonas tienen un gran potencial expansivo pues concentran la mayor parte de la infraestructura disponible, como la red del Metro, infinidad de escuelas, hospitales, centros comerciales, deportivos y de recreación, etc, pero persiste cierta subutilización de estos recursos –advierte la entrevistada-, pues en los últimos 30 años se dio un desdoblamiento aproximado de un millón 200 mil personas y es necesario mitigar el impacto de la expansión excesiva hacia el sur capitalino, preservando su suelo de conservación que todavía representa unas 88 mil hectáreas.



Así, nuestra política consiste en poner vivienda donde haya infraestructura y equipamiento, pues debemos entender que una ciudad exige límites, y por tanto se requiere frenar el auge hacia la periferia, asegurando el suministro de agua, energía eléctrica y de vialidades como elementos estructuradores básicos de un crecimiento urbano sustentable”.

### **APUNTANDO A VARIOS OBJETIVOS**

En la construcción de vivienda hay varias líneas de acción, como el Programa Emergente de Inmuebles de Alto Riesgo, mediante el cual se asegura el patrimonio de unas 1500 familias, pues de los 108 predios incluidos hasta el momento se han desocupado más de un centenar y ya terminaron unas 50 demoliciones, con otras en proceso. Para reubicar momentáneamente a

las familias en espera del otorgamiento de un departamento nuevo se instalaron campamentos provisionales para acoger a quienes lo necesiten.

Además, ya hay unos 200 predios en proceso de evaluación para incorporarse a este programa en una segunda fase. De igual modo, hasta finales del primer semestre del 2003 se registraron inversiones privadas en el rubro de la vivienda de interés social, popular y medio por 12 mil 809 millones de pesos (mdp), con la construcción de 53 829 departamentos en una superficie de tres millones 659 mil m<sup>2</sup> –concluye la Arq. Castillo-. A su vez, el Fideicomiso de Recuperación Crediticia del DF administra una cartera de 89 425 créditos de vivienda y recicla recursos para nuevas acciones, mientras el INVI básicamente está fundamentado como una entidad financiera que otorga créditos para la construcción de vivienda, toda de interés social.

Explica el Arq. Alejandro Jiménez, subdirector de Gestión y Operación del INVIDF, que las acciones de dicha institución se centran en todos aquellos solicitantes de vivienda sin cabida por su rango de ingresos en otros esquemas financieros, como el Infonavit, el Fovissste o el Instituto de las Fuerzas Armadas, por ejemplo. “Así, atendemos a la población de menores recursos del DF, con un ingreso entre los 2.4 veces del salario mínimo y 4.7, en los programas de vivienda en conjunto y en el de lote familiar. Pero, se aceptan hasta siete puntos y fracciones si el ingreso es mancomunado. Incluso, algunas personas llegan a obtener la vivienda en usufructo vitalicio, dadas sus condiciones económicas. Esto aplica a algunos ancianos solos, quienes tras la evaluación de sus documentos han recibido este beneficio. En caso de faltar, después el INVI recupera esta vivienda y define qué hacer con ese espacio. Al cuestionarlo acerca del nivel de calidad de estas obras, señala el entrevistado que manejan comparativos con las viviendas de interés medio y popular referido a los consumos básicos, y son casi iguales. “En donde cambia es en los acabados con que se entrega el espacio al beneficiario y en las dimensiones, pues el interés social contempla un mínimo de satisfactores en favor de la habitabilidad y el confort para los usuarios, de acuerdo con el reglamento de construcción del DF, que da los parámetros esenciales al respecto, y con el crédito que otorga el Instituto debe asegurarse un lugar para estar, sea para dormir o para la convivencia, un espacio para cocinar, uno para sanitario y baño, además de un patio de servicio, pero damos más que eso para garantizar la habitabilidad.

En síntesis, el INVI trata de ofrecer como mínimo un departamento con estancia-comedor, cocina o cocineta, un baño y dos recámaras, aunque sean chicas”. Por otra parte, añade que se cumple con una resistencia estructural capaz de soportar un sismo similar o mayor al de 1985, y en cuanto a instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas funcionando de manera óptima. También, que tenga condiciones eficientes de iluminación natural y de higiene. Los acabados dependen del tamaño de la propia vivienda, pues el crédito es igual para todos, y mientras éstas sean más pequeñas se dispone de mayores alcances en acabados, pero la entrega se hace cuando menos con pisos de cemento pulido al interior y según el material utilizado puede ser aparentes o yesos lisos en muros, y también yeso en plafón, si es vigueta y bovedilla, o bien plafones de concreto aparente. “No estamos encasillados a construir siempre igual –advierte el Arq. Jiménez-, sino de acuerdo con las propuestas de los diversos diseñadores y tratando de que cada una de las constructoras logre hacerlo más económico, sin perjudicar la seguridad estructural, la habitabilidad y el confort pedido. Cabe recordar que

nuestro crédito se tasa en salarios mínimo y año tras año escala el monto según al incremento al respecto. Hemos tenido un impacto bastante fuerte porque en el último trienio el proceso inflacionario ha sido mayor que el aumento al salario mínimo.

“Cuando empezamos a trabajar en el Programa, a finales del 2000 y principios del 2001 nuestro crédito alcanzaba para construir entre 54 y 56 m<sup>2</sup>. En el 2002 bajamos entre 52 y 54 m<sup>2</sup>, y ya en 2003 se ubica entre 50 y 51 m<sup>2</sup>, y por lo general buscamos no bajar de los 50 m<sup>2</sup>, necesarios para tener los espacios citados. No obstante, algunos grupos de beneficiarios se capitalizan y complementan los créditos para conseguir una vivienda mayor en tamaño, hasta de 60 m<sup>2</sup>, o incluso, con mejores acabados, según lo posible en cada uno de los terrenos”.

### **SI DE ESTRUCTURAS SE TRATA...**

En promedio, toda la vivienda de este tipo y hasta de interés medio se maneja básicamente con estructuras mixtas entre concreto armado y mampostería. Se busca que los muros divisorios sean de carga para transmitir así las cargas de todo el edificio a la cimentación y al suelo. La estructura se combina con trabes y cadenas o castillos de concreto armado. En cuanto a las losas abundan las de concreto macizo o las de vigueta y bovedilla, los dos sistemas más usuales.

Entre 85 a 90% de las cimentaciones son de concreto armado y toman una parte importante del presupuesto, entre 18 y 22% de la obra”.

Teniendo en cuenta que una de las bondades del Programa de Vivienda es la generación de empleo, para aprovechar al máximo la mano de obra disponible en las zonas donde se construye, “no trabajamos con prefabricados pues la industrialización tiene un costo de valor agregado, y las estructuras exigirían otro refuerzo, autoportante, más resistente –puntualiza el entrevistado-. A veces, usamos algunas estructuras metálicas, por ejemplo, en las escaleras. En entresijos y muros sí hay poca variedad de materiales, sólo están los tabiques rojo comunes, los extruídos o los bloques de concreto. Así mismo, se ocupa impermeabilizante integral en concreto para cisternas y cimentaciones perimetrales.

“Llama la atención cómo los beneficiarios intervienen mucho en el proceso y para ellos siempre será primordial la seguridad. Por eso, rechazan la presencia de paneles u otro tipo de prefabricados, pues si se sienten huecos, generan dudas. Así, las losas, techos y muros deben sentirse sólidos, fuertes, en fin, concretos... El factor social en el INVI influye mucho y como no somos promotores de vivienda, nos debemos grandemente a la palabra de la gente, a sus peticiones...” Otro de los proyectos del INVI, junto con la SEDUVI, consiste en participar en la desocupación y demolición de los predios de alto riesgo, y coordina la construcción de vivienda provisional y campamentos, algunos en áreas grandes pertenecientes al INVI o dentro de los mismos que se demuelen, para después construir los conjuntos correspondientes.

También, está el Programa de Construcción de Vivienda en Lote Familiar mediante el cual se apoya directamente a familias que ya cuentan con un terreno o con una vivienda, un pie de casa, y se dan para ampliación, mejoramiento, remodelación o hasta construcción de una nueva vivienda en dicho lote. “Se les piden los mismos requisitos, pero deben ser propietarios del terreno y se otorga el crédito a los beneficiarios, pero deben contar con la asesoría técnica

de un profesionista que le asignamos”.

## **EL PROCESO CONSTRUCTIVO**

El subdirector de Gestión y Operación del INVI especifica que trabajan con empresas constructoras, no con promotores que tienen gastos adicionales, deben conseguir los créditos, los clientes, publicitarse, etc, los que al no seguir esa línea, no hacen los proyectos, ni la gestión de licencias ni permisos, ni ofrecen los departamentos para su venta, sólo se centran en la realización de la obra. Advierte que en las reglas de operación y políticas de administración crediticias del Instituto están las bases para que un constructor o diseñador, cualquier especialista de esta industria, se incorpore a este tipo de trabajo, todos deben tramitar un registro, parecido a los que necesitan para vincularse con la Secretaría de Obras, el Infonavit, Fovissste o en cualquier delegación del DF, demostrando el cumplimiento de las exigencias.

Hay registros específicos para constructores, laboratorios de control de calidad de materiales, diseñadores o supervisores, y ya están abiertos a los directores de obras y a diversos especialistas, como topógrafos, demoledores, etc., creando un clima de confianza en el sector. Una vez obtenido el registro ya pueden contratar algún frente de trabajo. De acuerdo con el Catálogo de Conceptos y Presupuestos de Obra enarbolado por el INVI la contratación se hace a Precio Alzado y se establece que para todos los conceptos se entenderá como incluidos el suministro en obra de todos los materiales que intervienen para la correcta ejecución de trabajo, así como la cantidad total de mano de obra a intervenir en ésta. También, se contemplarán las partidas de estructura y albañilería, incluidas las pruebas de laboratorio de los materiales, con su respectiva extracción de muestras y reportes de resultados.

De igual modo, en las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas se entenderá como incluidas las pruebas hidrostáticas y de funcionamiento de cada concepto. Para efectos de cotización la unidad se considerará como “obra terminada y funcionando conforme a proyecto”, con la parte proporcional de exteriores y de conjunto que le corresponde a cada espacio habitacional. Por último, todos los materiales empleados en obra deberán cumplir con su Norma Oficial Mexicana (NOM). Entre otros puntos, se especifica en la descripción de las condiciones generales que deberán regir para la contratación de obra a Precio Alzado en interés social con recursos de crédito otorgados por el INVI, que la “vivienda deberá entregarse cerrada, con ventanas y puertas de acceso, baño y patio de servicio, de tal manera que se aisle perfectamente el interior de la intemperie, en tanto los servicios sanitarios, de cocina y patio de servicio se entregarán con sus instalaciones y muebles hidrosanitarios completos, totalmente terminados y funcionando. Así mismo, la instalación eléctrica responderá a similares requerimientos, con sus accesorios y aparatos íntegros.

En el caso de la instalación de gas al interior de cada vivienda ésta deberá estar fabricada con tubo de cobre tipo M para el servicio a estufa y refrigerador, además de proveer de un calentador de agua de al menos 38 litros de capacidad, semiautomático, con garantía mínima de dos años. Los muros expuestos deberán entregarse impermeabilizados, al igual que las azoteas, cuidando la seguridad de las áreas externas, como escaleras, andadores peatonales, accesos o iluminación.

Este artículo le pareció:

**Artículo Potenciar el desarrollo urbano**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

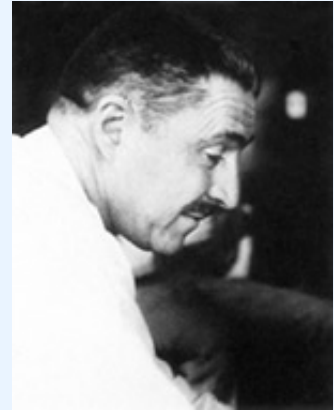
Votar





En el comienzo de la arquitectura moderna, el acero impulsó a los constructores a buscar nuevos modelos, los cuales pudieron materializarse en sus formas más extremas gracias a otra innovación, una que envolvía al metal: el concreto armado.

A partir de entonces, la audacia siguió a la fantasía y los materiales se ajustaron a todos los esfuerzos, volviéndose equilibrios y armonías. Ya no existían límites para la organización de los espacios; nada que impidiera evolucionarlos hacia otros contornos. Uno de los principales detonadores de esa transformación fue, desde la década de los 50, Félix Candela Outeriño, a quien se le recuerda por sus paraboloides hiperbólicos (“denominación complicada abreviada por los estadounidenses con el término hypars, hyperbolic paraboloids), por sus estructuras atrevidas y también porque, entre otros galardones, ganó el Premio Augusto Perret (en 1961) que se otorga a los más destacados constructores de concreto armado.



“Félix Candela Outeriño, arquitecto hispano-mexicano nacionalizado estadounidense, ha sido una de las figuras más destacadas del siglo XX en el desarrollo de nuevas formas estructurales de hormigón armado. Hace unos meses sus huesitos se agitaron en la tumba. ¿Por pura indignación? Unos ignorantes habían derribado sus obras en el Casino de la Selva ¿Habría que recordarles quién fue Félix Candela?.”

Aunque comparte con Buckminster Fuller la capacidad de innovación en el terreno estructural, su carrera arquitectónica está más asociada a la del italiano Pier Luigi Nervi, que también investigó en el campo del hormigón armado desde su doble condición de arquitecto y promotor. A Félix Candela le tocó vivir años difíciles. La Guerra de España le rozó el alma, y la emigración

lo dejó marcado. Nació en Madrid el 27 de enero de 1910, y luego de una infancia risueña y despreocupada estudió sin sosiego. Se cuenta que no sintió una vocación tan definida como la que narran haber sentido otros arquitectos o ingenieros famosos, urgidos desde pequeños por el ansia de construir.

Él escogió la carrera de arquitectura más bien por casualidad, o por consejo de algún amigo, porque ni siquiera era buen dibujante. Eso sí, lo suyo eran las matemáticas y, sobre todo, la geometría. “Más tarde –anota uno de sus biógrafos- comprendió que su verdadera vocación bien pudo haber sido la ingeniería estructural.”

### INGENIEROS CONTRA ARQUITECTOS

En su época de estudiante, las profesiones de arquitecto e ingeniero estaban confrontadas, como todavía ocurre por razones inaceptables, en algunas facultades provincianas.

De hecho, aún hay arquitectos que critican a Candela porque, según ellos, “no terminaba sus



obras” y nunca se preocupaba por “los acabados”, aunque admiten que era un buen “estructurista”. Y por otro lado, desde la orilla de la ingeniería, tampoco le va bien. Algunos ingenieros no sólo lo critican porque no contaba con un título de ingeniero, sino “porque no sabía calcular sus estructuras”, operación –dicen- que efectuaba “a ojo de buen cubero”. No saben que en Madrid, en la Escuela Superior de Arquitectura, se les exigía a los arquitectos estudios de ciencias exactas. Además, aprendían Teoría de la Elasticidad, un verdadero escollo para los estudiantes.

Por eso, Candela desarrolló una profunda devoción por la geometría descriptiva, aunque nunca sintió proclividad por la matemática pura.

Su inteligencia visual y su talento para la geometría analítica y la trigonometría llamaron la atención de Luis Vegas, su maestro de Resistencia de Materiales, quien al apreciar sus facultades lo hizo su «ayudante”. Una vez graduado, Candela dio clases a sus compañeros y empezó a recibir encargos para calcular estructuras de acero y concreto. De acuerdo con otros comentaristas “Candela heredó de su maestro Eduardo Torroja algunos de los fundamentos de su obra: la idea de que el ingeniero ha de ser un poeta, la convicción de que la estructura depende de la forma más que del material empleado, y la línea de investigación sobre cubiertas ligeras de hormigón armado”.

Por entonces, para ganar una beca presentó la tesis: “La influencia de las Nuevas Tendencias en las Técnicas de Concreto Armado sobre la Forma Arquitectónica”. Al año siguiente, en 1936, justo en los días que escogió para ir a estudiar con los más connotados especialistas en cascarones de Alemania: Dischinger y Frinsterwalder, la Guerra de España se desencadenó de improviso, hecho que materialmente no lo dejó ni subir al tren.

## **EL AZAR Y LA NECESIDAD**

Según describe uno de sus numerosos biógrafos, Candela no lo tomó a mal y se refirió al hecho como un ejemplo de la suerte, de “estar en el lugar y el momento preciso, porque si no logré beneficiarme con las sabias enseñanzas de los profesores alemanes, absorbí algunas de las lecciones impartidas por la revolución y la guerra civil, que me fueron mucho más útiles”.

Con su hermano Antonio se adhirió al lado republicano, ingresó en el ejército español como alférez de artillería y fue incorporado a la Comandancia de Obras en Albacete, donde más adelante sería nombrado capitán de ingenieros. Cuando los acontecimientos se hicieron insostenibles tuvo que retirarse hacia los Pirineos.

En Perpignan, justo en la frontera con Francia, Candela fue recluido en un campo de concentración por cuatro meses, esperando ser acogido por alguno de los pocos países, como México, que recibían refugiados. Por suerte, su nombre fue extraído de entre otros muchos (escogido de entre 70 mil prisioneros), y arribó a Veracruz en junio de 1939.

Poco resignado a su condición de emigrado, Candela inició un largo camino, siempre cuesta arriba, para adaptarse (tardó diez años en hacerlo). Primero consiguió un puesto en una colonia de españoles al norte de Chihuahua. Ahí se casó con Eladia Martín, una chica que ya había conocido en Madrid. Ambos adoptaron la nacionalidad mexicana, y de ese matrimonio nacieron sus cuatro hijas, Antonia, Teresa, Pilar y Manola.

## LA VIDA EN MÉXICO

A inicios de los años 40, Candela trabajó en Acapulco, que se había puesto de moda, donde erigió algunas mansiones, una casa de departamentos y muchas cabañas en el Hotel Papagayo. Años después, colaboró con Jesús Martí, otro refugiado como él, pero que ya se había establecido en la ciudad de México.

Con él levantó más residencias, como una en Tepozotlán y reconstruyó en Cuernavaca el Hotel Casino de la Selva, en donde hace poco, para edificar una tienda Costco se produjeron numerosas protestas de grupos diversos por el derribo vandálico, sin respeto al patrimonio cultural que albergaba dicha construcción.

Muy propenso a la lectura, Candela “era un autodidacta insuperable”; aprendió varios idiomas y se mantuvo al día con artículos técnicos de su profesión. En una oportunidad tuvo acceso a un artículo del Journal of the American Concrete Institute (ACI) que mostraba la construcción de losas dobladas y sus implicaciones. Revisó sus apuntes de juventud, recopiló artículos sobre cascarones, “siempre con la idea en la cabeza de que estas estructuras podían ser analizadas por métodos más simples que el clásico”.

Carlos Ruiz, en su recomendable biografía virtual de Félix Candela (<http://www.geocities.com/SoHo/Gallery/1608/candela.html>) recuerda que “el primer contrato fue un bloque de departamentos de

renta baja, con una bodega en el piso inferior. Sus cálculos estructurales fueron difíciles y llevados a cabo hasta el más mínimo detalle”. Candela todavía “tenía fe en la exactitud de los cálculos”.

El mismo cliente le solicitó después la construcción del Hotel Catedral, en la calle de Donceles. “Su estructura fue de acero, pero su fachada, tradicional, en relación con la arquitectura colonial del rumbo.

La cimentación fue perfilada por Nabor Carrillo (más adelante rector de la UNAM), y casi no se lleva a cabo ya que hubo que escarbar cinco metros de profundidad, dos metros abajo del nivel del agua”.

En Guamúchil, por cuenta propia, construyó un hotel y un cine.

Con lo que ganó pudo traerse a la familia de España; a su madre, a su hermana Julia y a su hermano Antonio, a quien convenció de que trabajaran juntos.

Por entonces fundó una empresa especializada en la instalación de estructuras industriales: Cubiertas Ala (1950), en sociedad con los hermanos arquitectos Fernando y Raúl Fernández Rangel, quienes lo habían reinducido en el tema de los cascarones. Sin embargo, esta sociedad se disolvería tres años más tarde, aunque la empresa perduraría hasta 1976, con Antonio Candela al frente (cabe aclarar que Félix se apartó de la firma en 1969).

La constructora sumó durante 20 años numerosos éxitos. Según Luis Basterra, que catalogó la obra de esta compañía, de 1439 proyectos elaborados, pudo concretar alrededor de 896. Una gran parte de esa obra fue de carácter industrial:

“y adoptaban esas formas muy conocidas de paraguas que se aprecian todavía en algunas gasolineras y estaciones de servicio del DF”. La más notoria de todas fue el Palacio de los Deportes, en la Olimpiada de 1968.

## LA OBSESIÓN POR LAS ESTRUCTURAS

Su mayor aportación en este ámbito fueron sin duda las estructuras en forma de cascarón, generadas a partir de paraboloides hiperbólicos, una forma geométrica de una eficacia extraordinaria que se han convertido en el sello distintivo de su arquitectura.

Juan Antonio Tonda, uno de sus discípulos, destaca en la biografía que le dedica (Félix Candela. Círculo de Arte, CONACULTA), la importancia de las estructuras en la obra de Candela: "...sí podemos afirmar que, en cuanto a estructuras, Félix Candela no levantó edificios altos, con columnas, traveses, entrepisos y las complicadas cimentaciones que se requieren para soportarlos y evitar que sismos y hundimientos los dañen. Candela –continúa Tonda sólo incursionó en las ‘cubiertas’ de concreto que se conocen coloquialmente como ‘cascarones’ –por su similitud con la dura membrana exterior del huevo- y se aplican de modo muy generalizado en fábricas, templos, centros deportivos y, por lo común, en todas las construcciones que sólo tienen un techo, como indica la palabra cubierta...”

El Pabellón de Rayos Cósmicos (1952) para la Ciudad Universitaria de México, con su cubierta ondulada de hormigón de tan sólo 15 mm de espesor, fue uno de los edificios más emblemáticos de su obra. Con su forma característica de nave espacial que acaba de aterrizar, fue la primera estructura aclamada por todos. Se puede asegurar que ese proyecto lo impulsó a la fama. Más seguro de la importancia de su trabajo, Candela empezó a escribir artículos y se propuso dar a conocer su obra “estructurística” a través de medios tan prestigiados como el A.C.I. Journal del American Concrete Institute. Por ejemplo, «Estructuras Simples de Concreto», o un ensayo que presentó en 1951, «Hacia una nueva Filosofía de las Estructuras», en el II Congreso Científico Mexicano.

“Siempre con una actitud rebelde y un vigoroso espíritu crítico, Candela empezó a obtener fama internacional y a divulgar sus conocimientos en congresos a los que asistía y en conferencias que impartía”, acota al respecto Tonda, quien describe que Candela continuó buscando más simplificaciones para el diseño. “La estructura más sencilla creada con los hypars fue el paraguas, cuya planta rectangular abarca cuatro mantos que se juntan al centro en cuatro rectas inclinadas y una sola columna central que aloja la bajada pluvial”.

El de las Aduanas, por ejemplo, fue importante porque su diseño se condicionó a la necesidad de construirla sistemática, rápida y económicamente. La ingeniosa solución al problema constructivo hizo parecer triviales a sus obras anteriores. Candela llegó a ser conocido como el principal diseñador de cascarones en el mundo e invitado a dictar conferencias en numerosas universidades, principalmente en Estados Unidos. Candela quiso exagerar la forma del paraguas para obtener nuevos efectos. Este fue el origen de la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa (1954), en la colonia Narvarte, que iba a ser su estructura más conocida. Bajo cuyas bóvedas dobladas se configura un espacio que recuerda de algún modo las construcciones de Antoni Gaudí.

Hacia 1955 proyectó con Enrique de la Mora y Fernando López Carmona una serie de estructuras, entre ellas, la Capilla del Altílo, que resultó una concepción completamente diferente a la del templo de la Medalla Milagrosa. Con los mismos intérpretes, pero con otro

son, erigió el edificio de la Bolsa de Valores, precursora de una tendencia particular que mantuvo “encandilado” a Candela: el desarrollo del borde libre. Desde entonces, todas sus estructuras adoptaron esta característica, aunque el restaurante Los Manantiales, de Xochimilco, construido entre 1957 y 1958, es probablemente el ejemplo más decantado del mismo. Ese mismo año, Candela construyó una quinta mediterránea para él y su familia en Tlacopac, al sudoeste de la ciudad de México.

## LA CONQUISTA DEL MUNDO

Más tarde, Candela experimentó una profunda transformación profesional y creativa que lo alentó a abandonar su trabajo de ingeniero y concentrarse cada vez más en la arquitectura. Se trasladó a Chicago y fue profesor de tiempo completo en la Universidad de Illinois, desde 1971 hasta 1978, cuando adoptó la nacionalidad estadounidense.

Pero no dejó de lado su trabajo creativo. Se asoció con una constructora con sede en Toronto y participó en ambiciosos proyectos, inclusive en España donde participó en un proyecto del estadio de fútbol de Madrid “Santiago Bernabeu”, que no se llevó a cabo; en la Ciudad Deportiva de Kuwait; en el Centro Cultural Islámico de Madrid, y en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia (“donde se confeccionaron réplicas de las estructuras de bordes rectos, con picos, a diferencia de Los Manantiales, que fueron curvos), espacio que incorporó un gran parque oceanográfico en el que también participó el destacado arquitecto-ingeniero Santiago Calatrava.

Afectado por una dolencia cardíaca, Candela regresó a Estados Unidos, a Carolina del Norte, donde residía, y falleció en 1997.

Este artículo le pareció:

### Artículo Felix Candela una luz en el corazón

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar



## Una base de datos de puras estructuras

Por Mauro Barona

En este portal alemán (con versiones en inglés y francés) se ofrece información actualizada de las obras de ingeniería estructural (y de arquitectura) que pueden encontrarse en todo el mundo.

Probablemente, este sitio sea la base de datos más grande de su clase.

En este espacio, el visitante hallará una multitud de puentes, rascacielos, torres, presas y estructuras offshore. Además, también podrá apreciar las estructuras más famosas del pasado: las pirámides de Egipto, las catedrales góticas, los puentes más hermosos...



De hecho, presentan una estadística de lo que contiene su base de datos; estructuras: 10,604; proyectos de gran escala: 418; personas: 3,013; firmas y despachos: 3,843; imágenes: 13,651; libros y artículos: 9,115; diarios y suplementos: 191, y vínculos electrónicos: 14,181.

Los organizadores del sitio advierten que si alguien busca información de una estructura específica, debe pensar que lo que lleguen a encontrar no es sino el comienzo de una búsqueda más profunda, pues el portal cuenta con documentos y enlaces electrónicos que le permitirán profundizar más aún en su búsqueda.

[www.structureae.de](http://www.structureae.de)

## UN QUIOSCO PARA PONERSE AL DÍA

Se trata de una librería virtual especializada en revistas y publicaciones periódicas de arquitectura; un revistero electrónico que se le ocurrió organizar al arquitecto Antonio García Calderón para facilitar a las editoriales y a los lectores por igual el procedimiento de suscripciones y pedidos.

Cualquier persona, empresa o profesional puede solicitar la revista y publicación periódica de su interés, particularmente de los títulos que se enumeran abajo, y que por sí mismos ofrecen información excepcional del mundo de la construcción, la ingeniería, el interiorismo y la arquitectura.

El visitante virtual de Aquitextos puede suscribirse online, por fax o por correo ordinario a cualquiera de las publicaciones, realizar búsquedas y consultar información sobre cualquier revista o publicación de su interés.

El sitio dispone de un potente motor de búsqueda para acceder con facilidad los temas que le interesen y sustenta una base de datos donde cada uno de los artículos de las revistas de su catálogo indexado está habilitado.

El propósito de esta revista de revistas consiste en llegar a los contenidos de cualquier

publicación, inscritos en su catálogo, en el que participan los siguientes títulos: 2G ARQ Chile; Arquitectura Viva; Arquitectura de Autor; Arquithesis; AVMonografías; Constructiva; Diseño Interior; El Croquis; Metolocus; Oficinas; On Diseño; PoStboks; Cuaderns; Revista de Arquitectura; Revista de Edificación; Tectónica; Verb; Vía Arquitectura.

<http://www.arquitectos.com/>.

Este artículo le pareció:

**Artículo Una Base de datos de puras estructuras**

- REGULAR
- MALO
- BUENO

Votar





---

## **Business Survival World of Concrete 2004**

Fecha: 17-20 febrero 2004

Sede: Orange County Convention Center, Orlando, Florida

Organiza: World of Concrete y World of Masonry

Informes:

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

---

## **6th International Conference on Deep Foundation Practice**

Sede: Singapur

Fecha: 21-23 enero 2004

Organiza: CI- Premier

Conference Organization

Informes:

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

<http://www.cipremier.com>

---

## **Carrera de Especialización en Ingeniería de Caminos de Montaña**

Fecha: 1 marzo-31

octubre 2004

Sede: Escuela de Ingeniería  
de Caminos de Montaña

Organiza: Departamento  
de Estudios de Posgrado, Facultad  
de Ingeniería. Universidad de San  
Juan, Argentina

Informes:

[altamira@eicam.unsj.edu.ar](mailto:altamira@eicam.unsj.edu.ar)

[canaua@eicam.unsj.edu.ar](mailto:canaua@eicam.unsj.edu.ar)

[www.elcam.unsj.edu.ar](http://www.elcam.unsj.edu.ar)

---



---

## **World of Concrete 2004**

*Fecha: Febrero 16 al 20*

Sede: Orange County Convention Center, Florida, EU

Organiza: Concrete Sawing & Drilling Association

Descripción: Dos eventos casi simultáneos en los que se tratarán los avances en el concreto.

Informes: Fax: 77 27 577 5004.

E mail: [pat@csda.org](mailto:pat@csda.org)

*Fecha : Febrero 20 al 23*

Sede: Hotel Portofino Bay, Universal Orlando, EU

Organiza: Sawing & Drilling Association

Association: Fax: 77 27 577 5004.

E mail: [pat@csda.org](mailto:pat@csda.org)

---

## **World of Concrete 2004**

*Fecha: 17 al 20 de Febrero*

Sede: Orange County Convention Center, Florida, EU

Organiza: World of Concrete y World of Masonry

Descripción: Actualizaciones en el concreto aplicado en vivienda, decoración, reparaciones, pisos, y en general en toda la construcción.

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

---

## **International Conference Geo-Support 2004**

Sede: Orlando, Florida, EU

Fecha: 4-7 de febrero 2004

Organiza: Geo-Institute of ASCE,  
ADSC

Informes:

[www.geo-suport2004.com](http://www.geo-suport2004.com)

[adsc@adsc-iafd.com](mailto:adsc@adsc-iafd.com)

---





### XIV Encuentro Nacional del Concreto Premezclado

En el ambiente cálido y soleado de Acapulco se desarrolló la reunión anual de la AMIC, a la que concurrieron importantes empresarios no sólo de la industria del concreto, sino de la construcción en general.

Durante el acto inaugural, que se realizó en el hotel Princess, sede del XIV ENCUENTRO NACIONAL DEL CONCRETO PREMEZCLADO se recordaron los orígenes de la actual AMIC, cuyos antecedentes se remontan a 1958, cuando se fundó la Asociación Nacional del Concreto Premezclado, por lo que la actual organización se sitúa como una de las más antiguas dedicadas a la construcción en el país.



También, como parte de la ceremonia de apertura se dio una cordial bienvenida a todas las empresas dedicadas al concreto premezclado del cemento y equipos para la industria, y se brindó un caluroso recibimiento a los integrantes de la Federación Iberoamericana del Hormigón Preparado representada por Guatemala, Cuba, Argentina, España Canadá y Estados Unidos.

Durante la ceremonia de inauguración y apertura de la Expo Premezclados 2003, el ingeniero Carlos Gutiérrez Ruiz, actual Comisionado Nacional de la Vivienda, mencionó "... la industria de la vivienda lleva prácticamente cinco años creciendo al 20% y esperamos seguir creciendo igual en los próximos años, y también confiamos seguir usando concreto, un material básico para el auge de este sector".

Puntualizó que trabajando juntos contribuimos al desarrollo, a generar empleos, a generar movimiento en el mercado interno y satisfacer las necesidades de la sociedad".

En la plática de la arquitecta Evangelina Hirata, Directora General de Fomento al Crecimiento a la Vivienda de CONAFOVI, destacó del incremento de habitantes previsto para los próximos 20 años en el país, lo que generará la necesidad de construir 750 mil viviendas anuales.

También hizo un recuento de los apoyos económicos necesarios y de los organismos de vivienda que los coordinan. A su vez, el ingeniero Germán Ahumada, Director y Presidente de Grupo ARA, habló del programa de vivienda para 2003 y que de las 750 mil viviendas se han alcanzado 450 mil gracias al apoyo de CONAFOVI además de recordar la trayectoria de ARA, que ha ampliado su actividad a la vivienda residencial, hotelera y centros comerciales.

Salvador Cerón comentó sobre la ineficiencia estructural, de los impactos negativos a corto plazo y de la incertidumbre que esto puede causar teniendo en cuenta el entorno económico mundial, muy incierto y competido. En su opinión las reformas esperadas nos darán una mayor

eficiencia y certidumbre. En su intervención, el Ing. Guillermo El ingeniero Carlos Gutiérrez Ruiz, actual Comisionado Nacional de la Vivienda, al momento de inaugurar la Expo. Güemez García, Subgobernador del Banco de México, de igual modo reiteró la confianza de esperar tiempos mejores. Así mismo, el Ing. Netzahualcóyolt Salvatierra recordó que la infraestructura es la base del éxito del mercado de la vivienda, y que la construcción es el termómetro de la economía.

El Maestro Juan Antonio Pruneda mencionó algunos de los elementos que integran los programas de las empresas para sobrevivir ante los efectos negativos de la globalización, en tanto el Dr. Sergio Alcocer, Director del Instituto de Ingeniería de la UNAM, basó su participación en las estructuras de concreto de la actualidad, señalando que la modalidad de los diseños arquitectónicos cada vez más novedosa, es compatible con los diseños estructurales, adecuados para cumplir con los niveles de comodidad y seguridad de los usuarios, y también exhortó a que los empresarios se acerquen a la universidad para conocer las investigaciones realizadas.

El Dr. Juan José Howland reafirmó que los requisitos de durabilidad de las estructuras de concreto es una tarea de primer orden a escala mundial.

## Trabajando más allá de lo imaginable

Concord Latinoamérica, durante el XIV Encuentro Nacional de la Industria del Concreto Premezclado, presentó lo más avanzado en bombas de concreto de línea: CONCORD CONCRETE PUMPS INC. Como parte del evento se realizó la Expo Premezclados 2003, en la cual Concord llamó la atención de los asistentes no sólo por su alta tecnología, pues cuentan con un equipo de bombeo que puede llegar hasta los 60 metros de altura, sino también por su alto rendimiento y lo atractivo de sus precios.

Entre lo destacado de la presentación de Concord se comentó que la organización comercial de esta empresa está diseñada para atender las necesidades de la industria del concreto con soluciones de equipo nuevo, aunado a un departamento de servicio y refacciones.



Como elemento importante se destacó que la filosofía de servicio de la firma, de origen canadiense, se define como el vínculo de servicio que se establece entre la casa matriz de Vancouver, Canadá, y la industria en México, y con los países de Latinoamérica, con el único fin de beneficiar a cada uno sus clientes.

Concord es hoy la última palabra respecto a equipos para bombeo de concreto.

Oficinas y ventas: Cerrada Ignacio Zaragoza  
No. 1 Col. Leandro Valle. C.P. 54040 Tlanepantla

Edo. de México Tels. 5365 80 50, 5365 8053, 5365 7156 y 018008009031.

## **Nuevo Capítulo Estudiantil del ACI en México**

En las instalaciones del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey (ITESM), tuvo lugar la ceremonia de entrega del banderín del ACI correspondiente al Capítulo Estudiantil del ITESM Campus Monterrey a los estudiantes de ingeniería civil y arquitectura de esta casa de estudios, que los acredita como el octavo de su tipo en México y el segundo de la citada ciudad, después de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En esta ocasión estuvieron presentes el Dr. DJ Belarbi, Presidente del Comité de Actividades Estudiantiles del American Concrete Institute (ACI), quien hizo entrega de la insignia; el ingeniero Carlos Matienzo, Director de los departamentos de ingeniería civil y arquitectura del ITESM; el Dr. Francisco Yeomans y el ingeniero Raúl Treviño, ambos del ITESM; el ingeniero Juan Uribe, Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles de Nuevo León, y los siguientes representantes del ACI en los Capítulos de México: el Ing. Fernando Pérez Ayala, ex Presidente del Capítulo Centro Sur; el Ing. José Lozano Ruy Sánchez y el Dr. Alejandro Durán, Presidente y Tesorero –Secretario del Capítulo Noreste respectivamente, ¡Enhorabuena!..

## **Archivo de Abraham Zabludovsky a la Facultad de Arquitectura de la UNAM**

En la Facultad de Arquitectura de la UNAM, en el aula Enrique del Moral, se rindió un homenaje al arquitecto Abraham Zabludovsky, por la donación hecha por la familia del ilustre arquitecto de sus archivos personales de trabajo.

En la mesa de honor estuvieron el Dr. Juan Ramón de la Fuente, rector de la UNAM, el Arq Felipe Leal Fernández, director de la Facultad de Arquitectura, el Lic Jacobo Zabludovsky y la Sra. Alinka Zabludovsky, respectivamente, hermano y viuda del arquitecto, y la maestra Lourdes Cruz, del Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura.



## **Infonavit aumentará 8.3% el otorgamiento de créditos**

El Instituto del Fondo para la Vivienda de los Trabajadores (Infonavit), principal promotor de vivienda en México, incrementará 8.3% el otorgamiento de créditos hipotecarios en el 2004. El Infonavit espera completar así un plan para financiar un millón de créditos entre 2004 y 2006. La meta es agregar 25 mil créditos cada año a partir de los 300 mil con los que se espera cerrar

el 2003.

El plan contempla otorgar 325 mil créditos el próximo año, 350 en 2005 y se espera alcanzar los 375 mil en el 2006. Los créditos del Infonavit, que financian el 80% de los programas gubernamentales de vivienda, también beneficiarán a las constructoras de vivienda.

Sin embargo, se tratará de impulsar la adquisición de casas económicas para apoyar a un mayor número de trabajadores.

## **Homenaje a la arquitecta Chávez de Ortega**

Un merecido homenaje se realizó en la Biblioteca Luis Barragán a la presidenta de Asociación Mexicana de Arquitectas y Urbanistas (AMAU), arquitecta Estefanía Chávez de Ortega, por su trayectoria y su gran apoyo a la labor de las arquitectas urbanistas, así como por su brillante carrera, desempeñada como docente en la Facultad de Arquitectura de la UNAM.

## **Para los valuadores**

Desde el Colegio de Arquitectos llega el comunicado de la arquitecta Lorena Mercado para los profesionales interesados en el área de la Especialización en la Valuación.

Favor de enviar sus datos y un curriculum para que sean integrados a la base de datos del Colegio.

lma@tinmex.com.mx

## **Se publico en...**

### **Arrancan la construcción de centro comercial Outlet en Monterrey**

Con una inversión mayor a 25 millones de dólares (mdd), GICSA, empresa especializada en el desarrollo inmobiliario de centros comerciales, corporativos y naves industriales, arranca en el municipio de Escobado la construcción de un centro comercial de tiendas Outlet.

«Las Plazas Outlet Monterrey», nombre del proyecto, se erigirá durante los próximos 12 meses, periodo en el que generará 1300 empleos directos e indirectos, y se calcula que a partir de su apertura tendrá 1500 puestos de trabajo, además de la derrama económica y de las aportaciones fiscales a la comunidad local.

El centro comercial y de entretenimiento contará con tiendas de marcas, como Zara, Massimo Dutty, Pull & Bear, Bershka, Nautica, Nine West, Reebok y Tommy Hilfiger, entre otras, informó GICSA en un comunicado.

Localizada en la Ave Manuel L. Barragán, a 50 metros de la Ave. Sendero Norte, la obra se desarrollará en un terreno de 140 mil m<sup>2</sup>, tendrá 50 mil m<sup>2</sup> de construcción y albergará 140 locales comerciales en 35 mil m<sup>2</sup> rentables, indicó un directivo de la empresa.

También, contará con 89 mil 235 m<sup>2</sup> de estacionamiento para más de 2,568 vehículos.

*El Norte, Monterrey, NL*

*13 de noviembre 2003*

## **Por fin, se completará la zona hotelera**

En un predio de casi 195 hectáreas -de una extensión de 885 ha, que originalmente albergarían

más hoteles-, un grupo de empresarios mexicanos invertirá en los próximos diez años más de 700 mdd para construir la tercera etapa de la zona hotelera «rebautizada» como Costa Cancún, una especie de «diamante» que rematará el desarrollo de la principal joya turística del país, según se informó. En una primera etapa de Costa Cancún los empresarios, encabezados por Adolfo Fastlich y Marcos Salame, invertirán 50 mdd en la construcción de un campo de golf y una casa club.

*Diario de Yucatán, Cancún, Q. Roo*  
*17 de noviembre 2003*

### **En marcha antiguo proyecto: «Lagos del Sol»**

Con una inversión de 15 mdd el empresario hotelero Abelardo Vara Rivera empezó a desarrollar el exclusivo complejo residencial «Lagos del Sol», con calles de concreto hidráulico, servicios básicos subterráneos –incluso el gas doméstico- y un lago en el que se fomentarán actividades no motorizadas.

En una primera etapa se comercializarán 360 lotes totalmente urbanizados y aún está pendiente la definición de los pasos siguientes. Todo el complejo abarcará 329 hectáreas.

*Diario de Yucatán, Cancún, Q. Roo*  
*17 de noviembre 2003*

