



Concreto de alta resistencia

Pruebas de resistencia a largo plazo

Actualmente se utilizan concretos con una resistencia a compresión que excede 700 kg/cm^2 en estructuras que van desde edificios de gran altura hasta plataformas de perforación cerca de las costas. Sin embargo, se dispone de datos limitados sobre la relación entre las resistencias de los cilindros de prueba y de los corazones tomados del concreto de alta resistencia en la obra.

Ya que estas estructuras pueden estar fuertemente reforzadas, puede ser difícil obtener corazones con la misma proporción dimensional (longitud del corazón dividido entre el diámetro del mismo) que los cilindros. La relación entre la proporción dimensional y la resistencia a la compresión para el concreto de resistencia normal, está bien establecida. Pero, ¿se aplica esta relación al concreto de alta resistencia? Los siguientes resultados derivados de las pruebas, durante cinco años, del concreto de alta resistencia, ayudan a contestar esta pregunta.

Proporciones de Mezcla y Datos de la Resistencia del Cilindro

La figura 1 muestra el desarrollo de las resistencias de los cilindros de cinco concretos de alta resistencia disponibles comercialmente, continuamente curado en húmedo durante cinco años. El cuadro de mezclas de concreto da las proporciones de la mezcla para los cinco concretos.

Resultados de la resistencia de corazones.

Aquí! 

Resumen:

Para evaluar la resistencia del concreto de alta resistencia con base en pruebas de corazones se llevó a cabo un estudio en el que se buscó establecer la relación entre las resistencias de cilindros de prueba y de corazones extraídos en obra. Este artículo da cuenta tanto de los objetivos planteados como de los resultados obtenidos.

Cuando se hicieron los cilindros, se coló un cubo aislado de 1.20 m de cada concreto para simular los efectos térmicos del concreto en una columna.¹ Después de cinco años, se sacaron corazones de 10 y 6.3 cm de diámetro, y se cortaron a varias longitudes, para obtener información acerca del efecto de la proporción dimensional sobre la resistencia.

Los corazones se secaron al aire durante al menos 7 días para alcanzar el equilibrio de humedad. Bartlett y MacGregor demostraron que la resistencia del concreto en el lugar se aproxima mucho más a la resistencia media de los corazones sellados inmediatamente después que la humedad de la superficie por el barrenado se ha evaporado. Sin embargo, es difícil replicar esta condición consistentemente y la variabilidad de la resistencia de corazones es más alta que para otras condiciones de humedad. Así pues, ellos recomendaron probar corazones en una condición de secado al aire o remojado y corregir el sesgo causado por la condición de humedad.² Puesto que estas condiciones de humedad realmente son pequeñas, optamos por no hacerlas. Las figuras 2-6 muestran las resistencias a compresión no corregidas de los corazones secados al aire, tomados de los cubos de concreto.

Resultados de los corazones de 10 cm de diámetro.

Los corazones de 10 cm de diámetro tenían proporciones dimensionales que variaban de 1.0 a 2.0. Aunque existe alguna dispersión de los datos, parece que dentro de este intervalo, la proporción dimensional no tenía ningún efecto sobre la resistencia medida. Para especímenes de concreto de resistencia normal, con una proporción dimensional menor que aproximadamente 2.0, la resistencia generalmente se incrementa al disminuir la proporción dimensional. Esto se atribuye al confinamiento causado por la fricción entre las platinas de la máquina de pruebas y los extremos de los especímenes, mientras el espécimen se expande lateralmente. Sin embargo, para concreto de alta resistencia, ocurre poca expansión lateral hasta que es inminente la falla. Así pues, podría esperarse que la proporción dimensional tuviera menos efecto sobre la resistencia medida.

Resultado de los corazones de 6.3 cm de diámetro.

La figura 4b muestra datos de la resistencia a compresión para corazones de 6.3 cm de diámetro tomados del concreto de la Mezcla 3. Estos corazones con un diámetro más pequeño y con proporciones dimensionales entre 1.0 y 2.0, tampoco muestran ningún efecto de la proporción dimensional sobre la resistencia medida. Sin embargo, los datos están mucho más ampliamente esparcidos que para los corazones más grandes. Datos más limitados para corazones de 6.3 cm de diámetro que tienen proporciones dimensionales menores de 1.0 muestran que la resistencia se incrementa al disminuir la proporción dimensional. Sin embargo, los datos para estos especímenes están todavía más ampliamente esparcidos. Esto indica una sensibilidad a las menores variaciones en la geometría del corazón que podrían ser difíciles de medir o controlar.

Tanigawa y Yamada³ sugieren otra razón para especímenes más pequeños que exhiben una variabilidad incrementada en la resistencia. Ellos descubrieron que el tamaño del espécimen tenía poco efecto sobre la resistencia a la compresión si el diámetro del espécimen era al menos ocho veces el tamaño máximo del agregado. Puesto que el tamaño máximo del agregado para los concretos de alta resistencia empleados en nuestras pruebas fue de 1/2 pulgada, los corazones de 10 cm de diámetro cumplieron con este criterio, pero los corazones de 6.3 cm de diámetro no.

Comparaciones de corazón-cilindros

En una obra real, se utilizan corazones para confirmar que el concreto es estructuralmente adecuado. Si los corazones se sacan debido a que las pruebas de cilindro estándar suscitan dudas acerca de la resistencia del concreto en la obra, el concreto en una área representada por pruebas de corazones es considerada estructuralmente adecuada si:

- El promedio de los tres corazones es igual, por lo menos, al 85 % del f'_c y
- Ningún corazón individual es menor que 75 % del f'_c .⁴

La resistencia de diseño f'_c sirve como base para la comparación con la resistencia de los corazones. Para el


concreto de resistencia normal, la regla del 75% / 85% se considera realista debido a las diferencias en el tamaño del espécimen, las condiciones para obtener las muestras, edad, condiciones de humedad (corazones secos vs. húmedos) y procedimientos de curado.⁴

Las resistencias de los corazones varían con las condiciones de colado y curado. En contraste, las pruebas de cilindro estándar requieren condiciones específicas de almacenamiento y curado. Así pues, las resistencias de los corazones no tienen una relación consistente con las resistencias de cilindro estándar para las pruebas hechas del mismo concreto.⁵

Aunque no se designaron resistencias de diseño para las cinco mezclas de alta resistencia en este estudio, estaban disponibles los resultados de prueba del cilindro acompañante que se muestran en la figura 1. Los cilindros de curado húmedo acompañantes representan la resistencia obtenible del concreto en una estructura; los corazones representan la resistencia aparente del concreto en el lugar. La comparación de las resistencias de los corazones con las resistencias de los cilindros acompañantes probados a la misma edad, ayuda a establecer de qué manera una resistencia se ve afectada por el barrenado de corazones. Las pruebas de los corazones de 10 cm de diámetro con proporciones dimensionales de entre 1.0 y 2.0 confirman que estos corazones pueden proporcionar una estimación conservadora de la resistencia en el lugar para concreto de alta resistencia. Las comparaciones con las resistencias de los cilindros acompañantes también confirman que es razonable aplicar el criterio de 85 % empleado para evaluar el concreto de resistencia normal.

Conclusiones y recomendaciones

- Cuando la proporción dimensional se encuentra entre 1.0 y 2.0, la resistencia del corazón del concreto de alta resistencia no se ve afectada por su proporción dimensional.
- En estas pruebas, las resistencias medidas de todos los corazones que tenían proporciones dimensionales mayores que 1.0 fueron menores que aquellas de los cilindros comparables curados en húmedo.

- 
- Para proporciones dimensionales por debajo de 1.0, la resistencia del corazón se incrementa notablemente al decrecer la proporción dimensional, pero parece ser muy sensible a las pequeñas variaciones en la geometría del espécimen. Las resistencias del concreto en el lugar no deben ser estimadas con base en los datos de corazones que tienen proporciones dimensionales menores de 1.0.
 - Las resistencias medidas de los corazones pequeños son mucho más variables que aquellas de los corazones más grandes.
 - Debido a que las resistencias de los corazones pequeños son altamente variables, la evaluación de la resistencia en el sitio, del concreto de alta resistencia debe basarse en corazones con un diámetro de al menos 10 cm u ocho veces el tamaño máximo del agregado. La proporción dimensional debe estar entre 1.0 y 2.0.
 - Debido a que los errores en el muestreo en la prueba de los corazones de concreto de alta resistencia tienden a sesgar los datos hacia abajo, es útil considerar la gama completa de los datos de resistencia, y no sólo la resistencia media. También puede ser deseable sacar más corazones al tomar las muestras de miembros de concreto de alta resistencia para obtener una mejor estimación de la resistencia en el lugar.

Referencias

1. R Burg and B. Öst, "Engineering Properties of Commercially Available High-Strength Concretes (Including Three-Year Data)", *Research and Development Bulletin RD 104*, Portland Cement Association, Skokie, Ill., 1994.
2. F. Bartlett t Mac Gregor, "Cores from High-Performance Beams", *ACI Materials Journal*, noviembre-diciembre de 1994, pp. 567-576.
3. Y. Tanigawa y K. Yamada, "Size Effect in Compressive Strength of Concrete", *Cement and Concrete Research*, marzo de 1978, pp. 181-190.
4. ACI Committee 318, *Building Code Requirements for Structural Concrete*, ACI 318-95, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 1995, p. 52.
5. E. Goeb, "Interpreting Core Test Results", *Concrete*

Products, mayo de 1996, p. 86.

Reconocimiento

Una versión más amplia de este artículo apareció por primera vez en el número de julio de 1996 de *Concrete Technology Today*, publicado por la Asociación de Cemento Portland. (PCA). La investigación fue realizada por Construction Technology Laboratories Inc. con el patrocinio de Mobile Research and Development y PCA. El contenido de este artículo refleja los puntos de vista de los autores, quienes son responsables de los hechos y exactitud de los datos presentados. El contenido no refleja necesariamente los puntos de vista de los patrocinadores.

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

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

**Revista Construcción y Tecnología
Mayo 1999**

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Recomendaciones para la extracción de corazones de concreto



Aquí! 

Resumen:

Los corazones extraídos de una losa de concreto mediante el procedimiento del barrenado permiten evaluar la calidad de la construcción al determinar una serie de variables tales como resistencia a la compresión, porosidad, densidad absoluta y composición del mortero. Cuando se han presentado problemas, pueden también señalar tanto el error como la responsabilidad por el mismo; claro, siempre y cuando la muestra haya sido correctamente tomada.

Quando las causas de los errores no pueden determinarse confiablemente a partir de la superficie expuesta, se deben barrenar corazones de la losa construida. Los corazones barrenados sirven como muestras de prueba en una subsecuente verificación del control de calidad. Los corazones barrenados ofrecen así la oportunidad de una valoración óptica de la construcción del piso, para determinar la resistencia a la compresión, la porosidad, la densidad, la densidad absoluta y la composición del mortero. Una cadena de causalidad se pone en marcha

El corazón barrenado, como muestra de prueba, es el primer eslabón de la cadena. Es importante que se lo extraiga apropiadamente, pues de lo contrario, todas las conclusiones y evaluaciones que se deriven del mismo tendrán que ser tomadas con reserva. Un corazón barrenado que se haya obtenido correctamente decidirá, a final de cuentas, la cuestión del error y la responsabilidad.

La persona que extrae el corazón no siempre es un experto calificado con conciencia de las consecuencias de una obtención inapropiada. El experto que más tarde evaluará el corazón rara

vez está presente en el momento en que se toma la muestra. Sin embargo, es importante que observe la operación de barrenado y se asegure de que se está ejecutando apropiadamente. Así podrán evitarse desde esta etapa temprana muchos errores que más tarde serían difíciles de detectar.

Cuando los corazones no se deslicen del barreno sin el uso de la fuerza, de inmediato se deberán suscitar dudas. Un ligero golpe en el barreno es aceptable, pero si hacen falta golpes firmes del martillo para liberar la muestra, o hay que sacarla del barreno por la fuerza, esto es signo de que el corazón ha sido inadecuadamente barrenado.

Qué hacer y qué no hacer

Deben observarse los siguientes criterios durante la extracción de corazones:

§ Cuando en las losas haya grietas, éstas pueden también venir desde abajo, es decir, hallarse presentes en el lecho de mortero posiblemente ya desde la subestructura. Cuando este sea el caso, no bastará con levantar muestras solamente de las áreas agrietadas; ya que las mismas se caerían a pedazos, por haber estado ya separadas. Y si todavía se mantuvieran juntas, la prueba de resistencia a la compresión resultaría negativa. Cuando haya de probarse la resistencia a la compresión del mortero en el lecho, debetán obtenerse corazones adicionales de las áreas libres de grietas.

§ Deben obtenerse al menos tres corazones para cada prueba. El DIN 1048 Pt 2 "Métodos de prueba para el concreto" establece lo siguiente: En el procedimiento del muestreo deben obtenerse corazones por medio de barrenado húmedo. Aquí debe tenerse mucho cuidado de no ocasionar daños a la estructura; las superficies de los cilindros deben estar lisas. Esto se logra, entre otras cosas, con una rígida

máquina de barrenado que esté firmemente conectada al componente estructural, usando un barreno rígidamente fijado en su lugar.

§ El barrenado debe realizarse con suficiente agua, y con la máquina firmemente atornillada al piso. Con mucha frecuencia, esto no se hace por temor a ensuciar el piso o causar daños adicionales. Pero los especímenes de prueba se dañarán y, por lo tanto, darán resultados falsos.

§ Cuando la barrenadora se fije al piso por medio de vacío, deberá marcarse un punto en el piso al lado de la placa de la base de la barrenadora, y verificarse una vez que el proceso de barrenado se haya terminado.

§ El estado de deterioro del barreno tiene también una importancia decisiva para la toma de las muestras. Si la proyección interior de su cabeza con dientes de diamante está en mal estado, el corazón no puede ser cortado y sacado libremente.

§ Los pisos se encuentran compuestos habitualmente de la siguiente manera:

- losas de concreto - cama de mortero

- base de concreto/piso de concreto

Cuando únicamente ha de sacarse un corazón, el barrenado debe penetrar a través de las tres capas. Cuando se taladra únicamente la parte superior de la base de concreto, el corazón sacado se desprenderá por sí mismo de la estructura sólida, causando inevitablemente los primeros daños a la estructura. Otra ventaja de barrenar de extremo a extremo es que de esta manera puede determinarse el espesor de la base. Nadie sabrá nunca cuántas capas dañadas del acabado –de las bases de concreto subdimensionado– han sido valoradas erróneamente.

§ Las muestras no deben ser marcadas con

numeros corridos. Un instituto de pruebas recibe muchas muestras al día, todas las cuales serán casi idénticamente etiquetadas. Extienda la etiqueta por medio de una combinación de dos letras, por ejemplo, BL 2 o algo similar.

§ No debe esperar que el instituto de pruebas agregue comentarios adicionales al certificado de prueba. Únicamente aparecerán los resultados. Usted debe rechazar cualquier certificado de prueba que ya tenga incluida la opinión del experto. Los certificados de este tipo deben ser reescritos, ya que en un litigio la otra parte o el juez pueden ser influidos por ello.

§ La calidad del proceso de extracción de corazones juega un papel importante en la valoración de una reclamación. Como nada puede corregirse más tarde, siempre deberá estar presente durante el muestreo un miembro experimentado del personal directivo y registrar en las minutas del experto cualquier defecto que encuentre.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**
Revista Construcción y Tecnología
Mayo 1999
Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Curado del concreto fresco



Aquí! 

¿Curado o protección?

La norma NBN B 15-001 "Concreto. Rendimiento, producción, ejecución, y criterios de conformidad" (1992), que es la adaptación belga de la prenorma europea ENV 206, hace una distinción entre el curado y la protección del concreto, y los define de la manera siguiente:

- el curado tiene por objeto evitar un secado prematuro, especialmente bajo la acción de los rayos del sol y del viento.
- la protección tiene por objetivo evitar la lixiviación por las aguas pluviales y las corrientes de agua, el enfriamiento demasiado rápido durante los primeros días después de la ejecución, evitar diferencias importantes de temperaturas internas, baja temperatura o gel, vibraciones y choques que puedan dislocar el concreto, o dañar su adherencia al refuerzo.

Resumen:

En la práctica, con frecuencia se considera – equivocadamente, por cierto– que el curado y la protección del concreto son factores improductivos. Tales operaciones parecen obedecer a una racionalización que no busca sino ganar tiempo en lo inmediato. El presente artículo tiene por objeto demostrar el interés innegable del curado del concreto fresco, y describe los métodos utilizados para este fin.

Para obtener las propiedades potenciales que se esperan del concreto, en particular en la zona superficial, es necesario curar y proteger el concreto fresco durante un período adecuado. El curado y la protección deben comenzar tan pronto como sea posible después de compactar el concreto y, en todos los casos, antes de que la superficie haya tenido tiempo de secarse.

Papel del curado

El curado tiene por objetivo impedir el secado prematuro del concreto, cuyas consecuencias son dobles:

- la reacción química del agua y del cemento se interrumpe por falta del agua necesaria, de modo que el concreto no adquiere las propiedades que su composición permitiría;
- se produce una contracción precoz, generando la formación de fisuras (figura 1). Al evaporarse, el agua desarrolla fuerzas que generan, en el cemento en fase de endurecimiento, una contracción cuyo valor puede sobrepasar la resistencia a la tensión del concreto en proceso de endurecimiento.

La falta o la insuficiencia del curado daña la durabilidad del concreto y, más particularmente, sus características superficiales. Según los informes disponibles en la literatura y los resultados de las investigaciones realizadas en el CSTC, pueden evidenciarse diversas influencias. Algunas de éstas se explican a continuación (la lista no es exhaustiva).

Influencia del curado sobre la resistencia a la compresión¹

Las pruebas de resistencia a la compresión realizadas hasta la edad de un año sobre concretos beneficiados con un curado húmedo de 1, 3, 7 o 28 días (figuras 2 y 3) muestran que la reducción del curado de siete días a un día puede engendrar una disminución de 10 % en la resistencia a un año en el caso de un cemento CEM I 42.5, y de 45% en el caso del cemento CEM II 32.5. Por el contrario, si se pasa de 28 a 7 días, no se genera más que una reducción de 10 % suplementario en los dos casos. Estas pérdidas de resistencia son todavía más importantes cuando se utilizan cementos de alto horno CEM III 42.5, que contienen menos clinker² que un cemento del tipo CEM I 42.5

Influencia del curado sobre la permeabilidad al oxígeno²

La ausencia de un curado adecuado puede provocar un aumento en la permeabilidad de la superficie de concreto equivalente a más de 50 veces la del corazón. El ejemplo tomado de la figura 4 muestra que el curado es tan importante como la relación a/c.

Influencia del curado sobre la absorción de agua²

La prolongación del curado de 1 a 3 días puede reducir en 50 % la absorción de agua por capilaridad. La prolongación de 3 a 7 días puede reducir todavía más esta última, en 25 %, y el paso de siete a 28 días, en 15 por ciento.

Influencia del curado sobre la profundidad de la carbonatación³

La prolongación del curado de 1 a 28 días disminuye la profundidad de carbonatación entre 10 y 15 %, de acuerdo con la

composición del concreto y el tipo de cemento. Es importante también hacer notar que la influencia más marcada sobre la profundidad de carbonatación se obtiene con los cementos a base de lechada de alto horno.

Influencia del curado sobre la durabilidad de la superficie⁵

Las medidas de durabilidad por medio del índice esclerométrico en suelos industriales han evidenciado una diferencia de 40 % entre los índices esclerométricos de las partes del suelo no protegidas contra el secado y las partes protegidas por una película plástica.

Técnicas de curado

El curado se incluye, desde un principio, en la preparación de los trabajos, a fin de que la mano de obra y el material necesarios estén disponibles en el tiempo deseado. Según la técnica de curado utilizada, deben tenerse a la mano carpetas, plásticos, andamiaje, productos de curado, etc., antes de comenzar el colado del concreto.

Existen diferentes técnicas:

ú *La conservación de la cimbra en el lugar.* Como materiales, se encuentran la madera, el acero, los plásticos. Los elementos de madera y los paneles sin recubrimiento deben humedecerse antes del colado del concreto y deben mantenerse húmedos cuando las condiciones son fuertemente disecantes.

ú *El recubrimiento con carpetas aislantes o lonas de plástico* (figura 6). Se trata de un método muy eficaz en la medida en que no hay corrientes de aire entre el concreto y el material de recubrimiento. Existen carpetas con diferentes capas que hay que voltear

según la exposición al sol. Con la elección de un color determinado, se puede rechazar el calor (superficie de color claro o reflectante) o acumularlo (color oscuro).

ú *La colocación de capas húmedas*: toda la superficie se recubre con capas que se mantienen húmedas continuamente por pulverización. Para evitar que los materiales se vuelen, se utilizan recubrimientos de materia absorbente o de arena. En este último caso, el recubrimiento debe tener un espesor de al menos 25 milímetros.

ú *La aplicación de agua en spray*: el curado por agua puede efectuarse por pulverización constante del líquido sobre la superficie, o haciendo que las superficies horizontales queden bajo el agua. Hay que vigilar que la superficie de concreto esté completamente húmeda todo el tiempo, a fin de evitar la aparición de fisuras, especialmente en caso de vientos fuertes.

ú *La aplicación de un producto de curado por pulverización*. Los productos de curado forman una película en la superficie del concreto. Esta técnica no será eficaz si no se pulveriza en toda la superficie. A fin de facilitar el control visual de la aplicación, es preferible utilizar productos coloreados.

Ventajas y límites de los productos de curado

El reglamento de condiciones aplicables a trabajos de carreteras^{11, 12} recomienda la utilización de productos de curado que tengan un porcentaje de eficiencia de más de 80 %, determinado según el método de prueba definido en la norma NBN B 15-219.¹⁰

El principio de este método consiste en comparar la pérdida de agua por evaporación bajo los rayos infrarrojos que sufren las

muestras de concreto recubiertas de una capa antieaporante, contra las de muestras no revestidas de esta capa (tubo de ensayo testigo). Los tubos de ensayo se colocan durante 72 horas bajo los rayos del sol a 38 °C (temperatura medida en otras muestras ya endurecidas y colocadas cerca). En las muestras sobre las que se aplica un producto antieaporante, la pérdida de agua debe permanecer limitada a 20 % de la del tubo de ensayo.

Puesto que este producto generalmente tiene un efecto inoportuno sobre la adherencia de una capa aplicada posteriormente, debe, llegado el caso, quitarse por medio de un sopleteado con arena ligero.

Presentamos en seguida los resultados de una investigación realizada en el marco del programa "Multimateriales" de la región Wallonne,⁵ relativo a la protección del concreto fresco con ayuda de productos de curado que pueden ser utilizados como primarios para una capa de revestimiento ulterior.

Eficacia de los productos de curado

En una primera etapa, se seleccionaron diferentes productos de curado de naturaleza química diversa (véase el cuadro 1). Estos se aplicaron en porciones (A a H) de 1 m² de una losa de piso industrial colocada a 20 °C y sometida a un viento de 6.2 m/s (figura 7). Las zonas de G a H constituyen dos zonas de referencia extremas, estando la primera recubierta de un plástico y la segunda sin esa protección.

Se hizo el seguimiento de la contracción, la resistividad eléctrica (que constituye una medida indirecta del grado de humedad del concreto) y el tiempo al esclerómetro, durante los 56 días siguientes al colado del

concreto. La contracción se midió con ayuda de 8 contactos Domec colados sobre la superficie, en el centro de cada porción y dispuestos de manera de poder efectuar tres mediciones en dos direcciones perpendiculares. La distancia entre los dos contactos de medición era de 40 centímetros.

Las figuras 8 y 9 ilustran el seguimiento de la resistividad eléctrica y de la contracción. Es claro que los productos no tienen la misma eficacia. Se constata así que los sistemas A, B y E se aproximan a una protección como la del plástico F.

El porcentaje eficiencia de estos productos, medido según la norma NBN B 15-219, se da en el cuadro 2.

Solamente el producto B satisface el criterio de eficiencia de 80%. Los productos tales como A y E no lo satisfacen, sin duda debido a su comportamiento diferente en el caso de la exposición a 38 °C durante 72 horas. De todas maneras, considerando que su comportamiento parece satisfactorio en las condiciones atmosféricas tradicionales, estos productos podrían ser utilizados en pasillos que no estén sujetos a los rayos del sol.

El producto de curado como primario de una pintura.

Se realizó una prueba de arrancamiento al término de 56 días. Se observó una ruptura cohesiva (más de 5 N/mm²). La pintura aplicada ulteriormente y las pruebas muestran que solamente el producto de curado a base de resina epóxica permite la aplicación de la pintura, sin que se tenga que quitar el producto o hacer una reparación cualquiera en la superficie.

Duración del curado

La duración del curado depende del tiempo necesario para obtener una cierta impermeabilidad. Es evidente que:

- los cementos cuya resistencia se desarrolla rápidamente son menos sensibles al curado que los cementos de endurecimiento lento. Para los cementos del tipo CEM II, III y V, pueden ser deseables tiempos de curado más largos que para los cementos del tipo CEM I.
- a bajas temperaturas, el aire de hidratación se hace más lento y exige, pues, un tiempo de curado más largo.
- en el caso de una exposición ulterior a un ambiente agresivo, la influencia del curado es más crítica que para una clase de exposición de tipo I, por ejemplo.

La duración del curado mínimo puede definirse de dos maneras:

- por el seguimiento del desarrollo de la resistencia. En la recomendación CUR 31,⁶ se especifica que el curado puede terminarse si se logra por lo menos el 50 % de la resistencia característica esperada en el cálculo de la estructura; o
- teniendo en cuenta un número mínimo de días prescritos.

Mientras no se siga el proceso de maduración, la norma NBN B 15-001 recomienda para un concreto que será expuesto a las clases 2 y 5a, los valores mínimos de curado tomados del cuadro 4. En el caso de que se trate de un concreto que

pueda estar expuesto a condiciones de ambiente severo (clases de exposición 3, 4, 5b y 5c), la prolongación del curado debe aumentarse (de 3 a 5 días). Si se exige alta resistencia al desgaste, las duraciones mínimas serán duplicadas. Para la aplicación del cuadro 4, se puede estimar el desarrollo de la resistencia del concreto (rápido, medio, lento) con ayuda de las informaciones proporcionadas en el cuadro 5.

Conclusión

El curado permite obtener, de manera económica, una notable mejoría de la calidad del concreto. Es por lo tanto importante tomar en cuenta su ejecución entre las operaciones de construcción con concreto, es decir, preparar dicha actividad antes del colado del concreto, como todas las otras operaciones. Los cementos tales como el CEM III 42.5 son mucho más sensibles a un mal curado que los cementos CEM I 42.5. Así pues, hay que tener un cuidado particular en el curado del concreto cuando está hecho con tales cementos. Cualquiera que sea la técnica de curado utilizada, es necesario vigilar que no queden manchas, y que sea aplicada de manera que resulte eficaz durante la duración postulada. Esta también puede estimarse por medio de los cuadros proporcionadas en la norma NBN B 15-001 y que se dan en este artículo.

Por lo que concierne a los productos de curado, puede aparecer una diferencia de eficacia de un mismo producto, según las condiciones de pruebas. Así pues, ciertos productos tales como los epóxicos y las ceras, pueden resultar eficaces cuando se utilizan a temperatura ambiente y no cuando son probadas a 38 °C bajo los rayos infrarrojos, siguiendo la norma NBN B 15.229. Este problema se encuentra actualmente en estudio en el seno de un

grupo de trabajo creado por iniciativa de la Federación belga de la industria del cemento (Febelcem).

Cuadro 1. Productos de curado seleccionados en el marco de la investigación

Producto Extracto seco (%)

A Epoxia a base de bisfenol A, en fase acuosa 50

B Colofane polimerizado, en fase solvente 30.7

C Metacrilato de metilo y acrilato de butilo, en fase acuosa 27

D Metacrilato de metilo y acrilato de butilo, en fase acuosa 27

E Cera de polietileno 14.9

F Polieteruretano alifático 20.3

Cuadro 2. Eficacia de los productos de curado probados (en %) en función de la duración de la exposición a 38 °C

Producto Cantidad D Duración de la exposición (%)

de curado aplicada 2 h 4 h 24 h 48 h 72 h

[g/m²]

A 205 87.5 89.2 68.3 63.4 60.5

B 130 97.8 97.5 93.2 89.2 86.2

C 170 4.8 18.1 29 26.2 24.6

D 200 24.8 35.1 39.3 37.6 34.9

E 140 96 85.1 52 43.1 38.1

F 195 29.5 37.9 32.9 28.2 35.6

Cuadro 3. Clases de exposición en función de las condiciones del medio ambiente

Clase de exposición Ejemplos de condiciones ambientales

1. Ambiente seco Interior de inmuebles, de habitaciones o de oficinas

2. Ambiente húmedo a. sin gel Interior de edificios en donde la humedad es elevada

(ej: lavanderías)

Partes exteriores

Partes en contacto con un suelo no agresivo y/o de agua

b. con gel Partes exteriores expuestas a gel

Partes en contacto con un suelo no agresivo y/o de agua

y expuestas a gel

Partes interiores en donde la humedad es elevada, y

expuestas a gel

3. Ambiente húmedo con gel y Partes interiores y exteriores expuestas a gel o a

agentes descongelantes agentes descongelantes

4. Ambiente marino a. sin gel Elementos completa o parcialmente sumergidos en agua

de mar o mojadas por ésta

Elementos expuestos al aire saturado de sal

b. con gel Elementos completa o parcialmente sumergidos en

aguas de mar o mojadas por ésta

Elementos expuestos a aire saturado de sal o gel

5. Ambiente que presenta

una agresión química a. débil Ambiente de débil agresividad química (gas, líquidos o

sólidos)

Atmósfera industrial agresiva

b. moderada Ambiente de agresividad química moderada (gas,

líquidos o sólidos)

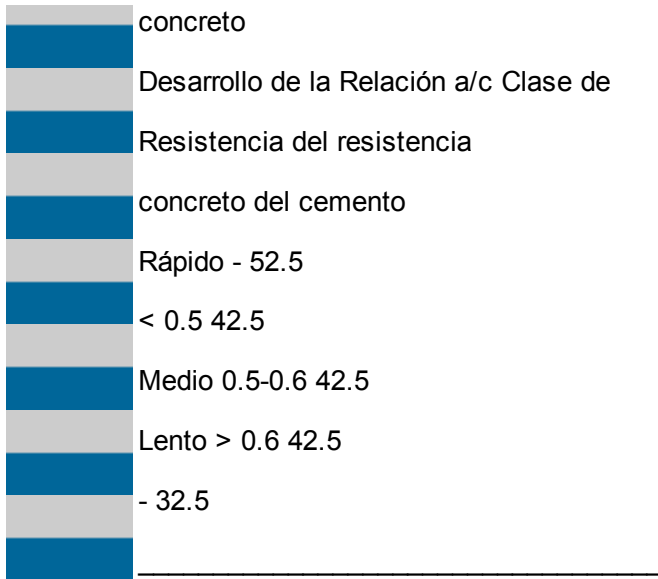
c. fuerte Ambiente de agresividad química fuerte (gas, líquidos

o sólidos)

Cuadro 4. Duración mínima de la protección del concreto fresco (en días) para las clases

de exposición 2 y 5a.	
Condiciones ambientales	
durante el curado	Desarrollo de la resistencia del concreto
Rápida	Media Lenta
Temperatura del concreto en proceso de curado superior a [°C]	
5° 10° 15° 5° 10° 15° 5° 10° 15°	
Duración mínima del curado [días]	
Sin exposición directa al sol	
y humedad relativa del aire	2 2 1 3 3 2 3 3 2
ambiental nunca inferior a 80%	
Exposición moderada a los rayos del sol, viento con	4 3 2 6 4 3 8 5 4
velocidad media, y humedad relativa nunca inferior a 50%	
Exposición intensa a los rayos del sol, viento fuerte y humedad	5 4 3 8 6 5 10 8 5
relativa inferior a 50%	

Cuadro 5. Evolución de la resistencia del	



ILUSTRACIONES

Figura 1. Fisuras en un piso industrial debido a un secado prematuro.

Figura 2. Evolución de la resistencia en comparación con un concreto a base de cemento CEM I 42.5 dosificado a 300 kg/m^3 para diferentes duraciones de curado¹

1) R_c [MPa] 2) Edad [días]

a) 1 día bajo agua b) 3 días bajo agua

c) 7 días bajo agua d) 28 días bajo agua

Figura 3. Evolución de la resistencia a la compresión de un concreto a base de cemento CEM II 32.5 dosificado a 300 kg/m^3 para diferentes duraciones de curado¹

1) Re[MPa] 2) Edad (días)

a) 1 día bajo agua b) 3 días bajo agua

c) 7 días bajo agua d) 28 días bajo agua

Figura 4. Permeabilidad al oxígeno de los concretos a base de cemento CEM I 42.5²

1) Coeficiente de permeabilidad [m/s]

2) Duración del curado [días]

Figura 5. Profundidad de carbonatación obtenida en diferentes concretos después de 56 días de carbonatación acelerada a 20% de CO₂ y un curado de 1 día y de 28 días⁶

1) Profundidad de carbonatación [cm]

2) Composición del concreto

a) Curado a 28 días a 90% HR

B) Curado a 1 día a 90% HR + 27 días a 60% HR

Figura 6. Protección por medio de una lona de plástico


Figura 7. Losa de prueba después de la colocación de productos de curado

Figura 8. Contracción en función del tiempo de tratamiento del curado⁵

1) Deformación [10⁵]

2) Tiempo [días]

Figura 9. Resistividad eléctrica en función del tiempo y del tratamiento del curado⁵




1) Resistividad eléctrica [kW cm]

2) Tiempo [días]

BIBLIOGRAFIA

1. Balayssac J. P., Ch.-H. Détriché y N. Diafac, "Influence de la durée d' une cure humide sur les caractéristiques mécaniques de bétons d' usage courant", Londres, E.& F.N. Spon, *Matériaux et constructions*, vol. 30, junio de 1997.
2. Ballim Y., "Curing and the durability of OPC, fly ash and blast-furnace slag concretes, Londres, E & F.N. Spon, *Materials and structures*, núm. 26, 1993.
3. Centre scientifique et technique de la construction, "Corrosion des armatures dans le béton: prescriptions d'exécution, critères de protection des techniques de réparation électrochimiques", Bruselas, Ministère des Affaires Économiques, informe final de investigación (no publicado) bienal 1995-1997.
4. Centre scientifique et technique de la construction, *Le bétonnage en période hivernale. Quelles sont les mesures à prendre pour protéger le béton du gel?* Bruselas, CSTC, *Digest* núm. 3, 1995.
5. Centre scientifique et technique de la construction, Programme multimatériaux. Produits de protection du béton frais, Bruselas, informe final de investigación (no publicado), 1993.
6. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving,



"Nabehandeling en bescherming van beton", Gouda, CUR-Aabeveling 31, redactionele bijlage bij *Cement*, núm. 2, 1993.

7. Fonds de formation professionnelle de la construction, *Cours de technologie du béton*, Bruselas, Fonds de formation professionnelle de la construction – Groupement belge du béton, 1992.
8. Institut belge de normalisation, *NBN B 15-001 Béton. Performance, production, mise en oeuvre et critères de conformité*. Bruselas, IBN, 2^a. Ed, 1992.
9. Institute belge de normalisation, *NBN B 15-002 (Eurocode 2). Calcule des structures en béton*. Parte 1-1: "Règles générales et règles pour les bâtiments, Bruxelles, IBN, 1995.
10. Instituite belge de normalisation, *NBN B-219 Essais des bétons. Produits de cure. Efficacité contre l'évaporation*, Bruselas, IBN, 1970.
11. Ministère de la Région Wallone, *Cahier des charges-type 300*, Bruselas, Ministère de la Région Wallone, 1982.
12. Ministère van de Vlaamse Gemeenschap, *Standaardbestek 250 voor de wegenbouw*, Bruselas, Ministerie van Vlaamse Gemeenschap, Dienst voor Infrastructuurwerken, 1996.

Tecnología
Mayo 1999
Todos los derechos reservados

[ARTICULO ANTERIOR](#)



[ARTICULO SIGUIENTE](#)



Problemas de la evaluación, mantenimiento y durabilidad de estructuras hidráulicas

La Secretaria de Recursos Hídricos de la Nación (SRH) ha iniciado, a través de convenios con organismos internacionales, una serie de estudios con el objeto de tener un estado de situación de las estructuras hidráulicas de la provincia de Santiago de Estero, como caso particular de la implementación de una política en el nivel nacional.

Nuestra consultora fue encargada de realizar esta tarea durante el año 1996, estableciéndose una serie de pautas para llevarse a la práctica en los próximos años.

Nuestro trabajo se basa tanto en las recomendaciones como en la metodología propuesta para los diversos casos por el programa REMR (Reparación, Evaluación, Mantenimiento y Rehabilitación Búsqueda Programa), del US Army Corps de Engineers.


La necesidad de este programa surge a la luz de los siguientes puntos:

- a. Falta de información adecuada sobre el estado de situación.

Aquí! 

Resumen:

Este artículo describe la experiencia realizada en el año 1996 en el marco de un convenio para la evaluación de estructuras hidráulicas en la provincia de Santiago del Estero, Argentina.* Además de exponer los aspectos fundamentales de la evaluación realizada y el estado de situación de las estructuras, se indagan las causas del deterioro de éstas y se preve su probable evolución futura. También se propone la realización de diferentes estudios y la puesta en práctica de una serie de

- 
- b. Importancia económica fundamental de las estructuras estudiadas, cuyo deterioro o colapso traería un gravísimo daño a la economía provincial y regional.
 - c. Necesidad de obtener tecnologías y metodologías de trabajo para la evaluación, reparación, rehabilitación y mantenimiento de las estructuras.
 - d. Preparación de pliegos de especificaciones técnicas para reparación y rehabilitación de estructuras.

acciones para resolver los problemas detectados.

Es importante resaltar que, en la mayor parte de las estructuras evaluadas que no han alcanzado su vida útil prevista en el diseño, esto se debe a tres causas fundamentales:

1. Falta de adecuado estudio de materiales durante la construcción de las obras, junto con serios fallos en el diseño de la ingeniería de detalle, que aceleraron e incrementaron el deterioro originado por su exposición a un medio agresivo.
2. Falta de un control de calidad efectivo y adecuado durante la construcción, debido a la existencia de "hábitos" constructivos, donde no existe casi ningún concepto básico de tecnología del concreto.
3. Falta de una adecuada política de mantenimiento durante la vida útil, que ha impedido atenuar el deterioro e incrementar su servicio.

Estos tres últimos puntos que se han observado en mayor o menor grado en las estructuras más antiguas, también se repiten en las estructuras nuevas; y aún en las que actualmente están en vías de ejecución, de allí la gravedad de la problemática y sus consecuencias en caso de no tomarse las debidas medida en plazos relativamente breves.

Análisis de las obras particulares

A. Dique km 0 canal Ingeniero Ginni

Podemos establecer el siguiente diagnóstico: El concreto se encuentra en avanzado grado de deterioro, tanto en lo que hace a la corrosión y fisuración, como en lo que hace a la

rotura de secciones con desprendimiento de material.

Podemos observar, aguas arriba, fisuras muy importantes en las pilas de las compuertas, lo cual además de riesgo estructural presente, origina y acelera una mayor corrosión de las armaduras y, por ende, mayor fisuración y mayor deterioro.

Es importante señalar aquí también que la estructura presenta en un grado de máximo deterioro (con serio riesgo estructural) los tres parámetros establecidos en el cap. 6.3 de la "Design Guide" del CEB Durable Concrete Structures, a saber:

- a. Carbonación: difusión de CO_2 en poros rellenos de aire.
- b. Penetración de cloruros: difusión de cloruros en poros rellenos de agua y succión capilar de cloruro, contenido de agua dentro de los poros rellenos de aire, pudiéndose observar la cantidad apreciable de sales (entre ellas cloruros) provenientes de los suelos y del agua, acumuladas sobre sectores de la estructura.
- c. Corrosión de refuerzo: difusión de oxígeno en poros rellenos de aire.

Nuevamente es necesario aquí resaltar el aspecto señalado en esta bibliografía pág. 32: "El mayor parámetro en conexión con la corrosión y refuerzo de los casos de hormigón agrietado y sin agrietar es la calidad de la cubierta de hormigón. Esta cualidad viene definida en términos de grosor y permeabilidad de la cubierta del concreto".

En el caso de la estructura no se cumple ninguna de las dos condiciones necesarias para la protección de las armaduras. Se observa falta de espesor en el recubrimiento y concreto permeable debidos a defectos constructivos, de proyecto y de tecnología del concreto.

El estado actual de la estructura requiere dos tipos de análisis:

1. Análisis tecnológico-estructural cumpliendo los pasos

previstos en el manual del CEB núm.192⁸, cap. 5(Bulletin d'information CEB Diagnosis y Assessment de Concrete Estructuras State of the Art Report 1989 en su capítulo 5.

Se deberá emplear parte de los fondos disponibles para ejecutar este tipo de estudio de forma inmediata dado el riesgo de colapso total de la estructura y las dificultades de poder realizar algún tipo de desvío M río (en forma económica si se produjera un colapso total de la estructura).

De acuerdo con nuestra evaluación utilizando la metodología de la FIP,⁹ podemos clasificar el presente estado de la estructura como clase 1, en la que posibles fracasos pudieran tener consecuencias desastrosas cuando la capacidad de servicio de las estructuras es de vital importancias para la comunidad.

Por ende, es de fundamental importancia encarar un plan de inspecciones:

- a. de rutina
- b. extendidas
- c. especiales

Consideramos que la inspección e instrumentación de la presa debe realizarse de forma inmediata considerando que aún puede recuperarse estructura; mente y ser rehabilitada en su servicio si se toman en cuenta las medidas de evaluación y sus conclusiones punto 1; y se ejecutan medidas de emergencia que recomendamos en el punto 2. Es importante resaltar aquí que el principal elemento de deterioro de la estructura está dado por el proceso de corrosión avanzado en que se encuentra la represa, con desprendimiento total de recubrimiento de las armaduras con oxidación de las armaduras y en muchos casos desaparición y reducción de sección de las armaduras con el consiguiente riesgo estructural.

Es importante tomar en cuenta lo expresado en la CEB "Design Guide Durable Concrete Estructuras, pág. 31, sec. 6.2.9 en relación con la corrosión: "El proceso de corrosión puede derivar en una reducción de la sección en cruz del

refuerzo y la partición de éste. Si se reduce la sección en cruz, la capacidad de carga de acero disminuye en formación lineal mientras que las propiedades de elongación y fatiga de la resistencia pueden ser sustancialmente aminoradas por una pequeña reducción en la sección en cruz. La ceniza posee un volumen sustancialmente más alto que el acero, dependiendo de la disponibilidad del oxígeno. Esto lleva a las fuerzas de partición, que pueden causar la rotura y pérdida".

Es posible además en la presente estructura encontramos en el grave tipo de corrosión descrito en el mismo capítulo: "A medida que los procesos de corrosión proceden lentamente la ceniza puede difundirse entre los vacíos y poros del hormigón poroso sin causar grietas y rotura. En algunos casos serios de corrosión puede desarrollarse en el refuerzo sin apariencia alarmante y ocasionar un súbito deterioro".

Respecto al segundo tipo de análisis consideramos lo siguiente:

1. Evaluación de medidas de refuerzo de emergencia.

Debido al riesgo real de colapso se debe evaluar en forma inmediata y realizar tareas de refuerzo, a saber:

- a. El uso de elementos de anclaje metálicos que permitan reunir secciones aún utilizables de la estructura utilizando tecnologías de

- a 1) Bulletin d'information núm. 162 M CEB cap. 5 (5.2 Adhesión de cemento a cemento; 5.8 Anclaje de nuevos

- refuerzos; 5.8.1 Soldadura en refuerzos existentes; 5.8.3 Anclaje de refuerzos por medio de anclas mecánicas;

- 5.8.4 Anclaje de refuerzo por adhesión de hormigón nuevo).

- a 2) El uso en ciertos sectores de las pilas del vertedero, el uso de técnicas propuestas por el ACI¹⁰ en lo

referente a strengthening techniques"(5.2 Refuerzo Interior y 5.3. Refuerzo Exterior).

- b. Empleo de las técnicas previstas especialmente por el US Army Corps de Engineers.⁷ En lo que hace al uso de paneles prefabricados y pretensados anclados a la estructura (ej: Troy Luck dam), el empleo de concreto "in situ" combinado ("cast in place concrete resurfacing of miter gate monoliths, Troy Luck1993"). La reparación de Barker Dam. mediante paneles prefabricados, junto al concreto in situ y membrana de PVC.
- c. Se deberá evaluar tomando esta presa como modelo el empleo de HCR (concreto compactado con rodillo) para reforzar sectores laterales de la presa¹¹ y, sobre todo, utilizando la estructura existente, realizar refuerzos de vertederos escalonados (RCC Newsletter Stepped Spillways Fall /Winter 1990).

B) Dique Los Quirogas

La estructura del dique presenta un avanzado estado de deterioro, que ha acentuado y acelerado la patología general de la estructura. Como podemos observar, existe un proceso de oxidación en las estructuras metálicas, en la unión de las estructuras metálicas con el concreto, que puede calificarse dentro de lo recomendado por el CEB¹²" dentro de las denominadas: "Fase C: Corrosión local activa. La corrosión ha comenzado en algunos puntos y algunas roturas y manchas de cenizas aparecen. Son necesarias la reparación y mantenimiento. Fase D: Corrosión generalizada. Si no se han efectuado la reparación y mantenimiento, la estructura llegará a un estado que requerirá mayores reparaciones, incluyendo posiblemente el reemplazo de todos los miembros".

Las fases C y D son los estados más graves del deterioro de una estructura y originan daños muy acentuados, con necesidad de reemplazo de secciones metálicas en su totalidad, picando el hormigón deteriorado y procediendo a realizar un reemplazo y refuerzo de elementos estructurales. El incremento de costos para lograr una reparación adecuada de la estructura se originará a partir de este

momento (en caso de no iniciarse de forma inmediata la totalidad de la reparación, obra civil y electromecánica), siendo su incremento exponencial (según la Ley de Sitter), pudiendo dejar totalmente inutilizable la represa, a menos que se realicen tratamientos intensivos en el concreto.

En el caso presente recomendamos seguir el procedimiento especificado en el *Bulletin d'information* núm. 162², tanto en lo que hace a:

1. Imagen patológica

2. Estimación de las características estructurales del residuo

3. Valoración final de la evolución de la estructura

Lo cual podrá basarse, si no hubiese sido ya realizado, en el proyecto de reparación ya contratado y ejecutado.

Es importante resaltar que en el punto 1 deberá evaluarse en forma intensiva la calidad del concreto, si no se hubiera hecho aún, de acuerdo con lo establecido en el reglamento CIRSOC 201 y el *Bulletin d'information* núm. 192 del CEB.⁸

A1. Prueba estructural

A2 Pruebas físicas

A3 Pruebas químicas

En el presente caso se debe tener presente, el hecho de que los informes y evaluaciones sobre el estado de la estructura tienen una muy rápida desactualización sobre todo cuando la estructura se encuentra en la fase D del deterioro.

Deben por ende evaluarse todas las alternativas establecidas en el capítulo 4 "Selection of remedial steps" en el CEB núm. 162 en el capítulo 4, 3 "Material and Technologies" (4.3.2 Pieza fundida en vez de hormigón; 4.3.3 Inyección de hormigón; 4.3.4 Resinas (inyecciones, pegado de chapas de acero fino); 4.3.5 Refuerzos adicionales; 4.3.6 Técnicas de acero incorporado, y 4.3.7 Técnicas de relleno y "bracing").

Consideramos que en ciertas secciones como las que

vemos en las fotografías 11, 13 y 16, se deberá evaluar un refuerzo estructural basado en algún tipo de inserto combinado con paneles pretensados y prefabricados basados en la tecnología empleada, en lo descrito en REMIR Bulletin¹³, y la publicación especial "TR REMR-CS-49."⁷

Es importante señalar que toda esta tecnología de amplio uso en el exterior no ha sido ni es utilizada por el personal técnico de organismos provinciales y/o consultoras según lo que se ha observado en los informes a los que hemos tenido acceso.

Respecto a secciones como las observadas en las fotografías, consideramos que podría evaluarse entre otras alternativas la aplicación de coberturas (pinturas metalizadas) como una solución rápida que se requiere, combinada con el uso de diferentes inyecciones y combinación de técnicas según el CEB núm. 162 ya citado, Sería muy útil la experiencia del REMR Bulletin de abril de 1994.¹⁴

Es importante aquí resaltar la necesidad de, además de utilizar las tecnologías ya mencionadas sobre protecciones al concreto, analizar en detalle en cada sección los elementos de anclaje para reemplazar y reforzar las fijaciones de todas las instalaciones electromecánicas.

Consideramos adecuadas aquí las recomendaciones del "Standard Specifications for Reparación of concrete",¹⁵ en sus puntos 3.8 Hormigón con enlace epoxídico; 3.11 Inyección de resina; 3.12 Compuestos de hormigón sellado, y 3.13 Impregnación de la superficie.

También se deberá estudiar especialmente en secciones como las observadas en las fotos 6 a 12 las recomendaciones del Bulletin d'information núm. 162 del CEB en los puntos 5,8 "Anchoring of new reinforcements"; 5.8.1. Soldadura de refuerzos existentes; 5.8.2. Anclaje de refuerzo en agujeros rellenos con mortero especial o resina; 5.8.3. Anclaje de refuerzo por medio de anclas mecánicas, y 5.8.4. Anclaje de refuerzo mediante adherido de concreto nuevo a viejo.

Con la utilización de inyecciones en las fisuras y la realización de sellados se podría reducir en forma transitoria el avance de la corrosión. Se deberá prever la utilización de una pintura de base poliuretánica para reducir el avance de la corrosión en sectores muy críticos de la estructura.

La causa fundamental del presente estado de deterioro se debe a una combinación de factores que serán conocidos a través de los estudios de tecnología del concreto recomendados; sin embargo, de acuerdo con la inspección visual realizada, consideramos que la estructura de concreto del dique y sus estructuras auxiliares no cumplen con las condiciones necesarias establecidas en el cap. 6 del "Design Guide" del Comité Euro-International du Béton.¹⁶

Se puede considerar de acuerdo con lo observado en las fotografías carbonatación del concreto, cap. 6.2.2 de la "Design Guide" citada, así como penetración de cloruros, cap. 6.2.3. de la misma guía.

Podemos considerar que en la estructura se observan los tres parámetros establecidos en 6.3. La influencia de la corrosión del refuerzo está más o menos controlada por los procesos de transporte:


Carbonación: difusión de CO_2 en poros rellenos de aire.

Penetración de cloruros: difusión de cloruros en poros rellenos de agua y succión capilar de cloruro, conteniendo agua dentro de poros rellenos.

Corrosión del refuerzo: difusión de oxígeno en poros rellenos de aire.

Es importante resaltar que, junto con lo expresado en el capítulo general sobre los concretos de las represas, observamos el párrafo siguiente de la guía del CEB "Durable Concrete Structures", pág 32, "el mayor parámetro en conexión con la corrosión y refuerzo de los casos de hormigón agrietado y sin agrietar es la calidad de la cubierta del concreto. Esta cualidad viene definida en términos de grosor y permeabilidad del recubrimiento del concreto".

Podemos afirmar que en el caso de los concretos de Los



Quirogas (sin descartar la posibilidad verificable con ensayos de tecnología del concreto, tal como fue antes mencionado, de la existencia de reacciones internas en el concreto), la causa fundamental del presente estado de deterioro de la represa se debe a:

- Falta de recubrimiento adecuado de las armaduras (tanto en lo que hace a espesor como en lo que hace a permeabilidad) como consecuencia del uso de materiales y metodología de trabajo e ingeniería de detalles inadecuados.
- Medio agresivo que hubiera requerido protección adicional al concreto.

Por ende, podemos resumir el estado de situación y las medidas a tomar en el dique Los Quiroga de la siguiente forma:

- a. No existe en el presente estado de deterioro de la estructura la posibilidad de realizar reparaciones parciales en lo que hace estructuras electromecánicas, separadas de la obra civil.
- b. Toda la estructura en su conjunto se encuentra afectada, y requiere un tratamiento inmediato, existiendo sectores con posibilidad de colapso inmediato y de deterioro irreversible.
- c. Los tratamientos y recomendaciones descriptos en el presente punto deberán ser analizados y aplicados en forma inmediata.
 - a. El estado de deterioro actual origina un incremento exponencial de la corrosión estructural; y sus consiguientes costos de reparación.
 - b. Se deberá implementar en forma inmediata un plan de trabajo que implique el uso racional de los fondos disponibles para encarar reparaciones que lleven a retrasar el ritmo de deterioro de la estructura en su conjunto y que sirvan de base para los trabajos de reparación y rehabilitación integral que habrán de encararse por etapas en la estructura.
- c. Implementar un plan de inspección, previa

capacitación mínima de personal de la repartición provincial, para realizar un sistema de seguimiento que permita tener datos actualizados de la evolución de la represa a través de la adaptación de un esquema recomendado por la Federation Internationale de la Precontrainte (FIP), "Inspection y Mantenimiento de reinforced y prestressed concrete Estructuras", a través de:

1 Inspecciones de rutina mediante el seguimiento de "checklists" elaborados por la subsecretaría de RH de la

Nación.

2 Inspecciones especiales mediante realización de ensayos.

3 Establecimiento de un plan de inspecciones.

3. Establecimiento de un plan de inspecciones.

C) H° Canal de Dios

Respecto al análisis de las causas de deterioro de los concretos del Canal de Dios y particularmente la obra de toma (que por su importancia adquiere un valor fundamental) consideramos que tiene perfecta validez lo expresado para los concretos de los puntos anteriores, tanto respecto a las causas constructivas, de calidad del concreto y del medio ambiente, como a los efectos que hemos detallado en el punto B) de este capítulo.

Por ende, vamos a circunscribir este capítulo a técnicas y medidas por tomar para rehabilitar la estructura de la obra de toma. Como puede observarse, el estado de deterioro de la estructura es más acentuado que los del Canal de la Patria, siendo su clasificación según el manual del CEB, Phase D: generalized corrosion. If Reparation y Maintenance are not carried out, the structure will reach the state where major repairs are necessary, possibly including replacement of complete members". **(ver: traducir)**

Consideramos que las medidas que se han de tomar, previa su evaluación técnico-económica, deberán estar divididas en tres aspectos:

1. Estudios de tecnología del concreto y metodología de

evaluación de estructuras previstas en el CEB⁸

2. Metodologías de tratamiento del concreto y de las juntas y fisuras recomendados en el cap. B.
3. Análisis particularizado de la necesidad de refuerzo de la estructura de la obra de toma.

Podemos observar en las fotos un grado grave de fisuración con varias placas de concreto colapsadas o muy cerca de ello, habiendo además en muchas secciones un estado de fisuración que acelerará aún más su deterioro.

Consideramos avanzar hacia tres clases de refuerzos y reemplazos que, a nuestro entender, deberían considerarse para las siguientes secciones. Podemos observar las secciones en fotos, donde se debería realizar un refuerzo exterior similar al recomendado en el ejemplo 5.3 en el "Exterior Reinforcing (Encased and Exposed of the proposed Committee Report of the Concrete Reparation Guide ACI 546 RXX).¹⁷

En las secciones de las fotos se deberá realizar una evaluación de las tecnologías recomendadas en el REMR Research Program ⁷ en cuanto al uso de elementos prefabricados que serán adheridos mediante anclajes y adhesivos epoxídicos a la estructura existente, en los ejemplos de Lock 22, págs. 3 a 11 y de Joliet Channel Wall, págs. 104 a 111.

También es importante analizar la posibilidad de emplear en las secciones observadas en las fotos las técnicas del "Bulletin d'Information núm. 162", en el cap. 4: 4.3.3 Inyección de cemento; 4.3.4 Resinas (inyecciones); 4.3.5 Refuerzos adicionales (rebarras, abrazaderas o bandas), y 4.3.6 Contornos de acero incorporados.

Conclusión y síntesis de la propuesta

Podemos finalmente concluir a la luz de los casos estudiados que sólo son una pequeña parte de la problemática de la provincia de Santiago del Estero y del país. La solución integral de esta patología estructural requiere no sólo una inversión en obras sino esencialmente una política de capacitación, ejecución de pliegos

adecuados, relevamiento, evaluación, investigación y control de calidad.

Propuesta

Los aspectos que a nuestro entender deberían ser implementados como etapas futuras del presente plan director, y que tienen validez para evaluarlo en otras provincias, son los siguientes:

1. Se deberá implementar (derivando un porcentaje de los fondos destinados a las obras) un programa de capacitación intensivo del personal técnico de las dependencias públicas involucradas en los siguientes temas:

- Técnicas de evaluación y rediseño de estructuras existentes
- Tecnología del hormigón
- Tecnología y materiales de reparación y rehabilitación de estructuras
- Tecnología de refuerzo de estructuras
- Metodologías y formulaciones de programas de control de calidad en obras y en estructuras existentes

2. Se deberá realizar una evaluación técnicoeconómica (en el nivel de prefactibilidad) que implique:

- a. Evaluación de por lo menos tres diferentes opciones de tecnologías para aplicar en la rehabilitación, reparación y/o refuerzo de las estructuras existentes.
- b. Evaluar los costos actuales de la rehabilitación y su proyección futura a 1, 2 y 4 años, así como las posibilidades de medidas que permitan atenuar el ritmo de deterioro, realizando proyecciones de inversión y realizando un plan mínimo de inversiones.

3. Establecer centros regionales de seguimiento y evaluación de estructuras hidráulicas (derivando un porcentaje de los fondos destinados a las obras) mediante:

- Formación de grupos de trabajo (entre los técnicos de la

Adm. Provincia] previa capacitación, que permitan realizar las tareas previstas en los puntos 2a) y 2b).

- Formación de laboratorios regionales (potenciando los existentes en las universidades) que permitan:

- a) Realizar las tareas de apoyo tecnológico previstos en 2a) y 2b)

- b) Realizar investigación aplicada sobre la problemática regional de los cementos, agregados, aguas, aditivos, y evaluar técnicas que se adapten al medio para reparación y refuerzo de estructuras

- Realizar proyectos de factibilidad de las obras que se hayan aprobado en el plan director.

4. Se deberá crear un banco de datos en el nivel nacional, el cual se irá alimentará con los datos actualizados de los centros regionales, que permitirán a la SRH de la Nación analizar las prioridades de inversión y de apoyo técnico para todas las provincias. El personal técnico a cargo M banco de datos mantendrá un contacto permanente con los centros regionales y reevaluará los anteproyectos existentes, intercambiando información con los centros regionales.

Puesta en práctica

Para la puesta en práctica de las propuestas consideramos que deberían realizarse los siguientes pasos:

- a) Realización de cursos periódicos de una semana de duración para tratar los temas mencionados en el punto 1 de la propuesta.

- b) Ejecución de una especificación técnica sobre todas las tecnologías aplicables a evaluación, reparación, rehabilitación y refuerzo de estructuras, para servir de marco tanto en lo que hace a la ejecución de pliegos como para el control de ejecución de obras y los trabajos de proyectos de factibilidad.

2. Para la realización de la evaluación técnico-económica en sus puntos 2a) y 2b) de la propuesta, deberán trabajar en forma conjunta, el personal y asesores de la SRH con el personal técnico de las provincias, para la elaboración de la

información en su primera etapa, y la realización de un seguimiento de la aplicación de la metodología de trabajo propuesta.

3. Para el establecimiento de centros regionales de seguimiento y evaluación y la implementación de los aspectos contenidos en el punto 3 de la propuesta, deberá partirse de la premisa siguiente:

"La realización de proyectos por parte de equipos técnicos que no estén plenamente compenetrados de los conceptos de máximo aprovechamiento de las estructuras existentes y las técnicas de última tecnología respecto a la reparación, rehabilitación y refuerzo de estructuras, implica la ejecución de proyectos (como el de reparación de Colonia Dora) donde se produce un incremento de costos de obras y por ende, menor cantidad de obras a igualdad de recursos".

Asimismo, la implementación de los centros regionales deberá realizarse previa realización de los puntos: 1) Capacitación y reglamentos; y 2) Evaluación técnicoeconómica (este último punto deberá servir como base de información para el banco de datos).

4. La implementación del banco de datos se deberá encuadrar dentro de un Plan Nacional de Seguridad de Presas, que deberá estar basado en cuatro principios básicos:

- a) Relevamiento y evaluación
- b) Capacitación
- c) Especificación, factibilidad y plan de ejecución
- d) Control de calidad de obra

La tecnologías que deberían ser estudiadas y aplicadas serían:

- a) Utilización de revestimientos de suelo cemento para recubrimiento de la sección de canales y para la ejecución de embalses y presas derivadas.
- b) Utilización de presas de tierra combinadas con concreto convencional para la ejecución de presas derivadoras y de

embalse.

c) Utilización de la tecnología del CCR (concreto compactado con rodillo) combinado con concreto convencional para la ejecución de presas derivadoras y de embalse.

d) La utilización de concretos especiales y tratamientos también especiales para la rehabilitación y reparación de represas (por ejemplo, inyecciones cementantes, de epoxi, tratamientos cementantes de armaduras, uso de aditivos para dosificaciones especiales, adhesivos, resinas de epoxi, etcétera).

e) Uso del HCR para la reparación y refuerzo de represas.

f) Métodos de impermeabilización de concretos.

Referencias

1. F. HOUSLEY, ALLEN SOAST "Hydroelectric dams need billions for Rehabilitación" ENR News, McGrawHill construction Weekly January II, EUA, 1993.

2. CEB (Comite EuroInternational du Beton) Bulletin d'Information núm. 162 "Assessment of concrete Estructuras and Diseño Procedures for upgrading (Redesign)" agosto de 1983.

3. E.R. COLLE "Repairing the Newport Hydroefectric station` Concrete international March 1993 ACI American Concrete Institute, Detroit, EUA.

4. P.H. EMMONS, A.M. VAYSBURD "Terformance criteria for Concrete Reparación Materials, Phase Y" TR CS 47 REIVIR Research Program, U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station. USA April 1995.

5. P.D. KRAUSS, J.M. SCANLON, M.A. HANSON "Evaluation of injection Materials for the Reparación of Deep Cracks in Concrete Structures" TR CS48 REIVIR Research Program, US Army Corps of Engineers Waterways ExPeriment Station, EUA, agosto de 1996.

6. E.F. C'NEIL, "Repair and Maintenance of Masonty Estructuras: Case Histories" TR CS46 REIVIR Program US

Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, EUA, marzo de 1995.

7. J.E. McDONALD, N.F. CURTIS "Applications of Precast Concrete in Reparación and Replacament of civil Works Structures" TR CS49 REIVIR Research Program, US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, EUA, junio de 1995.

8. CEB (Comite EuroInternational du Beton) Bulletin d'Information núm. 192 "Diagnosis and assessment de concrete structures" (State of the Art Report), enero de 1989.

9. FIP (Federation Internationale de la Précontrainte), Guía "Inspection and Maintenance of Reinforced end prestressed concrete Structures", 1996.

10. American Concrete Institute, Proposed Committee Report ACI 546R XX Draft Copy; cap. 5.

11. PCA (Portland Cement Association) RCC Newsletter Vol. 9 N2 2, invierno de 1993 "Tomparing two RCC dam Rehab projects"; RCC Newsletter vol. 11, núm 1, primavera de 1995, Rehabilitación de South Prong Dam", y sobre todo, usando la estructura existente, realizar refuerzos de vertederos escalonados (RCC Newsletter Stepped Spillways Fall / invierno de 1990).

12. Design Guide Durable Concrete Structures" del CEB (Comite Euro International du Beton) en el cap. 8: " Scope de Recommendations ", p. 39.

13. REMR Bulletin del US Army Corps de Engineers, "Precast concrete panels used to rehabilitate Allegheny River Lock and Dam núm. 4, octubre de 1995.

14. REMR Bulletin del US Army Corps de Engineers, "Metallized coatings for Repair and Maintenance of hydraulic structures", abril de 1994.

15. "Standard Specifications for Reparación of concrete" (M47 M 047 0000 390) del "US Dep. of the Interior Bureau of Reclamation".

16. "Design Guide" del Comite Euro-International du Béton "Durable Concrete Structures", edición 1992.

17. "Exterior Reinforcing (Encased and Exposed of the proposed Committee Report of the Concrete Reparation Guide ACI 546 RXX, mayo de 1996)".

Este artículo transcribe una ponencia presentada en el Primer Congreso Internacional de Tecnología del Hormigón, que junto al Primer Seminario sobre Calidad de Hormigón, se celebró en Buenos Aires entre los días 1 y 4 de junio de 1998, con motivo del 252 aniversario de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón (AATH)

Este artículo fue publicado en *Concreto-Hormigón* y se reproduce con la autorización de **(Esta referencia va al pie de la página de apertura del artículo)**

* El convenio fue celebrado entre la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la empresa B y B Ingenieros Asociados.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.
Revista Construcción y Tecnología
Mayo 1999
Todos los derechos reservados**

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



El Zócalo hacia el nuevo milenio: Concurso Nacional para su rehabilitación.

Una ciudad nunca presenta una conducta estática. La vida urbana, como toda manifestación cultural, representa una constante evolución, un devenir continuo, y si bien hay épocas que podríamos llamar de mayor tranquilidad, no llegan a la inmovilización total.

El tiempo atrapado en el Centro Histórico

La herencia histórica de México es siempre motivo de interés para cualquier persona, en particular el Centro Histórico de la ciudad capital con sus calles, plazas y edificios.

La Plaza Mayor de la ciudad de México ha sufrido innumerables transformaciones. El Zócalo es el punto de partida natural de un paseo por el centro. Lo conocemos como Zócalo porque allí se construyó el que serviría para sustentar un monumento a la Independencia que, finalmente, nunca se concluyó.

Su nombre oficial, sin embargo, es el de Plaza de la Constitución, no en homenaje a nuestras constituciones republicanas, sino en memoria de aquella que declararon las Cortes de Cádiz en 1810.

La plaza de armas o plaza de la Constitución, es amplia, hermosa y forma casi un cuadrado perfecto. Hacia el oriente,

Aquí! 

Resumen:

"...al llegar a este espacio de 200 metros de norte a sur y de oriente a poniente, lo quieras o no, y por muy rápidamente que lo cruces, te convertirás en un viajero, especie en extinción. Un viajero, alguien distante de la prisa del turismo, recupera en el Zócalo, aún a pesar suyo, la mirada histórica". (Carlos Monsivais)

a la derecha de la Catedral, está el Palacio Nacional, edificio de gran masa y sencillez de su fachada.

La Catedral forma otro de los costados de la plaza. Su edificación, que será objeto de un artículo especial, es muy hermosa, y actualmente se la considera una de las más bellas de América.

Agregado a la Catedral y frontero al Sagrario existió el edificio del Seminario, demolido a fines de los años veinte. Al desaparecer la perspectiva, la plaza perdió un importante edificio y la traza de la ciudad ganó un espacio inservible.

En el lugar donde ahora se encuentra el nuevo edificio del Departamento del Distrito Federal existió el Portal de las Flores, que era un conjunto de casas de diversos propietarios, unidas por una arquería.

El antiguo edificio del Departamento del Distrito Federal corresponde al magnífico inmueble conocido como el Ayuntamiento. Este edificio fue sobrio y decoroso; sin embargo, en la época del porfirismo fue redecorado y renovado casi en su totalidad en estilo neocolonial.

El Portal de Agustinos corría desde la Calle de la Palma hasta la plaza, allí mudaba el nombre para llamarse de los Mercaderes, y continuaba hasta la Calle de Plateros (hoy Madero). En su lugar existió el Centro Mercantil, hoy Hotel de la Ciudad de México. Se salvó el Portal de Mercaderes, aunque el edificio está casi todo rehecho.

En el siglo XIX, hubo en el espacio de la plaza árboles, kiosco, estación de tranvías, etc. ; pero nunca ha existido una solución adecuada para un espacio tan espectacular.

Al referirse a las calles de la ciudad cabe mencionar que varias han sido abiertas o ensanchadas a costa de arruinar algunos monumentos, basta con referirse a tres de las que parten de o conducen a la Plaza Mayor: 5 de Mayo, 20 de Noviembre y Pino Juárez. Existen además, por los cuatro puntos cardinales que desembocan en esa plaza o la limitan, las calles de Empedradillo (hoy Monte de Piedad), San Francisco y Plateros (hoy Madero), Tiapaleros (hoy 16 de Septiembre), Monterilla (hoy 5 de Febrero), de la Acequia o de Meleros (hoy Corregidora), de Moneda y de Seminario.

Una de las calles de mayor prestigio en la ciudad de México es Madero, comenzaba en la Plaza Mayor y concluía en San Juan de Letrán. Se llamó Plateros por las tiendas de ese gremio que se establecieron en los bajos del edificio del marquesado a principios del siglo XVII; anteriormente toda la calle se llamaba de San Francisco por el convento del mismo nombre, localizado en su extremo occidental desde la década de la conquista.


Hacia los años treinta de nuestro siglo surgió el proyecto de abrir una avenida totalmente nueva, que condujera directamente al corazón de la ciudad, aprovechando los cuatro callejones existentes y que tuviera el majestuoso remate de la Catedral. La apertura de la avenida exigió la destrucción parcial del Portal de las Flores, de la iglesia de San Bernardo, de la casa de San Felipe y del curato de la Parroquia de San Miguel, sin mencionar aquellos bellos edificios que desaparecieron por completo.

Hoy día se habla de cerrar el centro de la ciudad al paso de vehículos y, de hacerse, 20 de Noviembre quedará como la avenida que no va a ningún lado. Esto contribuirá a que la ciudad de México se parezca cada día menos a aquella que mereció el nombre de Ciudad de los Palacios, al perder cada vez más su fisonomía original tan hermosa e interesante.

El Centro Histórico es un espacio que merece nuestra atención. Su recuperación es un gran compromiso de todos los sectores de la sociedad para procurar asegurar que vuelva a ser un lugar amable, seguro, limpio, transitable, cómodo y en consecuencia, digno.

Nueva fisonomía para el Zócalo


El Zócalo, crisol de nuestra identidad, recibirá renovado el nuevo milenio, tras haber sido sometida su actual problemática a la revisión de numerosos arquitectos, urbanistas, artistas y demás interesados que acudieron entusiastas a la convocatoria del gobierno del Distrito Federal para su remodelación, emitida a fines del año pasado. Fundada desde la época prehispánica, la actual Plaza de la Constitución ha multiplicado sus usos a lo largo de su historia, siendo lo mismo mercado que plaza militar, sede de paseantes que centro del fervor religioso, símbolo del poder absoluto que de la república liberal y, a partir de



este siglo en que la ciudad cambió su faz de capital de provincia a megalópolis de fin de milenio, sede de multitudes que tanto vitorean jubilosas la independencia nacional como demandan inconformes sus derechos ante la sede de los poderes de la nación.

Las acciones que se piensan tomar en este espacio abarcan la Plaza de la Constitución y sus calles aledañas en un perímetro de una cuadra. Es notoria la similitud entre las diversas soluciones aportadas por los 15 proyectos finalistas que, en la mayoría de los casos, coinciden en las siguientes propuestas:

- Prolongar los pavimentos de la plaza hacia las actuales calles que la rodean para ampliar visualmente su espacio y dar unidad al total a la explanada. Se integran así urbanamente los edificios circundantes, de los que la Catedral Metropolitana y el Palacio Nacional son los personajes principales.
- Mantener la circulación vehicular por 20 de Noviembre y Monte de Piedad y cerrar la que existe frente a la Catedral y el Palacio Nacional.
- Generar espacios de estar en las plazas contiguas como son las del Marqués o Monte de Piedad, Seminario o del Templo Mayor, y la del Volador, que se recupera con el cierre de Pino Suárez en su último tramo, lo cual daría un digno acceso a la Suprema Corte de Justicia de la Nación.
- Recuperar la acequia de la Calle de Corregidora.
- Construir un puente que alivie el flujo peatonal en la calle de Argentina donde se genera un embudo sumamente conflictivo. A su vez, este puente será un mirador hacia las ruinas del Templo Mayor.
- Diseñar, en el predio que ocupara la casa de las Ajaracas, un nuevo edificio que tenga un uso cultural y sea representativo de nuestro tiempo histórico actual.
- Retirar las rejas que circundan la Catedral y Sagrario Metropolitanos para con ello ampliar el espacio de la



plaza hasta la calle de Guatemala. Esta medida ha sido causa de polémica luego de conocerse el proyecto ganador, y no se llevará a cabo por el momento.

- Arbolar el costado poniente frente al antiguo Portal de Mercaderes para ampliar las zonas de estar que ya existen, integrando a estas la plazuela del Marqués frente al actual Monte de Piedad. Coinciden los tres primeros lugares en la elección de la jacaranda por su belleza ornamental, que ofrece diferentes ambientes a lo largo del año.
- Delimitar el espacio de la plaza por medio de postes de luz.
- Establecer un sistema de chorros de agua que sean fuentes que puedan desaparecer, dependiendo de la ocasión, para dar así diferentes aspectos a la plaza sin generar depósitos del líquido que pudieran resultar sucios con el tiempo.

Agua, luz, pavimentos, iluminación, vegetación y mobiliario urbano son los elementos que renovarán el Zócalo de cara al nuevo milenio. Cada propuesta plasma diversos simbolismos tomados de la vasta historia de este, a su vez simbólico centro de nuestra nación. En el caso del proyecto ganador, obra del grupo encabezado por los arquitectos Cecilia Cortés y Ernesto Betancourt e integrado también por Patricia Guerrevere, Juan Carlos Tello, Pedro Huerta, Nicolás Vazquez, Eduardo Caraval, Fabián García y Alejandro Flores, el fenómeno migratorio es el eje conceptual de la propuesta: "numerosos y distintos grupos han venido poblando esta vasta región, la ciudad de México, que es un lugar de migrantes" explica este equipo en el escrito que acompaña al proyecto.

La vivencia del entorno renovado

Para recibir al nuevo milenio, los migrantes se tomarán metáfora en la evocación del vuelo que cada año emprenden a nuestro país las mariposas monarca, crisálidas que vestirán sus alas de acero inoxidable producto de la mano creadora de artistas y niños, para reflejar los rayos solares cuando oscilen al compás del viento. El viento a su vez se

tornará sonido al pasar por los orificios de los postes lumínicos que delimitarán el perímetro de la plaza. Estos postes también serán portaestandartes para desplegar en ellos información al visitante de este magno espacio. Simbólicos e igualmente utilitarios, los nuevos elementos que contendrá la plaza no olvidan que serán objeto del maltrato y deterioro. Los materiales propuestos son resistentes al inexorable paso del tiempo y a las inclemencias de la masificación: concreto, acero, piedras naturales, árboles de la región que, conjuntamente, después del reordenamiento espacial propuesto por el grupo ganador, cumplen con el requisito demandado por el comité organizador: la creación de un proyecto austero pero digno, elegante pero no lujoso.

Sumamente polémica ha sido la decisión del gobierno del Distrito Federal de remozar la Plaza de la Constitución en tiempos de austeridad económica. Independientemente de las implicaciones políticas que encierra este concurso en la proximidad de las nuevas elecciones presidenciales, hay que celebrar el hecho de que los espacios de la ciudad, otrora adjudicados a una persona específica por la gracia divina de la designación oficial, se abran a la capacidad creativa de arquitectos, urbanistas, paisajistas y demás profesionistas interesados en contribuir al enriquecimiento, recuperación, regeneración y creación de nuestros espacios cotidianos.

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

**Revista Construcción y Tecnología
Mayo 1999**

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)