




## Presentación



La búsqueda de la calidad es una de las directrices que marcan la actividad productiva en ésta época. Nuestras páginas siempre han sido una vía de difusión de enfoques, procedimientos y técnicas que la promueven, y por eso iniciamos este número con un artículo que recoge la experiencia de construcción de un piso industrial de concreto reforzado con fibras de acero, cuya exitosa resolución permitió elaborar una lista de 24 pasos para garantizar resultados de excelencia.

En el rubro de los materiales especiales, las conclusiones de un estudio que evaluó las propiedades de un concreto autonivelante elaborado para utilizarse en el colado de losas de edificios nos muestran los beneficios que proporciona su empleo. Estos se refieren tanto a un incremento en la productividad por la reducción del tiempo de colocación como a la obtención de resultados de mayor calidad y el mejoramiento del proceso mismo al desaparecer los molestos ruidos que ocasiona la vibración.

El reportaje sobre infraestructura en el sureste mexicano ofrece información de sumo interés para las empresas constructoras. Dentro de los proyectos de crear corredores vertebrales que establezcan vías de comunicación eficientes y estratégicas para el desarrollo, está el llamado corredor transístmico en la zona de Tehuantepec, el cuál se perfila como un sistema intermodal de confluencia de los servicios ferroviario, portuario y carretero. Una indagación sobre el mismo permitió conocer las oportunidades de

Aquí! 

inversión y los planes de desarrollo que está generando en dos centros clave de la región: Salina Cruz y Coatzacoalcos.

Una serie de pruebas hechas a un concreto elaborado con una ceniza volante ultrafina de marca registrada que posee una reactividad puzolánica muy alta midió las propiedades del material tanto en estado fresco como endurecido, y estableció comparaciones entre su comportamiento y el de concretos y morteros hechos con humo de sílice. El informe de resultados y conclusiones que presentamos fue preparado por los autores de la investigación.

Para terminar, una serie de recomendaciones sobre la colocación del concreto para evitar la formación de costras en su superficie apoyará sin duda la tarea de quienes trabajan el concreto decorativo y a menudo tienen que lidiar con estos problemas. Siempre es mejor tomar las precauciones necesarias para prevenir la dificultad que tener que enfrentar luego reparaciones complicadas y costosas.

Me despido de ustedes con el deseo de que este material sea útil para el desarrollo de sus actividades. Con un saludo afectuoso les digo hasta la próxima..

Licenciado Luis Martínez Argüello

**Instituto Mexicano del Cemento y del  
Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Febrero 2001**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# 24 pasos para obtener pisos excelentes



G.R. Shshaani, Jim Vahman, y Ed Valdez

1. Llevar a cabo una junta previa a la construcción para establecer una buena ejecución de la instalación y la colocación de la losa sobre rasante.
2. Facilitar la comunicación en el sitio entre el proveedor y los contratistas, con visitas continuas al sitio por los consultores y los servicios de supervisión/pruebas.
3. Seleccionar un contratista experimentado en la construcción de pisos con un registro probado de construcción de pisos de concreto reforzado con fibras de acero.
4. Exigir el cumplimiento de las tolerancias especificadas y rechazar productos defectuosos.
5. Reducir costos sin comprometer la calidad y la seguridad, mejorando el programa de construcción.
6. Insistir en un lugar de trabajo limpio, con áreas de almacenamiento bien organizadas.
7. Retener a supervisores y coordinadores entrenados y responsables e insistir en la supervisión de campo por el contratista general.

Aquí! 

De la lista de verificación que se elaboró para instalar un piso industrial de concreto reforzado con fibra de acero surgió el procedimiento que aquí se expone. Sus 24 pasos, que integran tres áreas de enfoques diferentes, permitieron alcanzar el objetivo propuesto: una losa de calidad.

8. Coordinar la entrega oportuna de materiales.
9. Revisar los detalles de las juntas, el tamaño de la colocación y la secuencia de actividades, antes de la programación de cada colocación. Corregir las interferencias y resolver las limitaciones del sitio antes de la colocación del concreto.
10. perfeccionar la mezcla del concreto sobre una base cuantitativa para mejorar la productividad de la construcción, así como para reducir el costo. Usar un tamaño máximo de agregado grueso de 1-1/2 pulg. (40 mm) y una relación de 50 / 50 de una combinación de 1-1/2 y 3/8 de pulg. (40-10 mm) de agregados gruesos.
11. Esforzarse por obtener una relación consistente de agua/materiales cementantes (a/mc) de 0.45, más o menos 0.02.
12. Tratar de mantener un contenido de cemento consistente para reducir el ajuste posterior a las proporciones de arena.
13. Lograr la durabilidad de la superficie usando roca trapeana y sellador/endurecedor líquido.
14. Usar el concreto reforzado con fibras de acero para lograr un concreto con mayor resistencia a la tensión, mayor dureza y ductilidad. 15. Usar el patrón de juntas de contracción de pasador para aislar columnas y para controlar grietas irregulares por contracción.
16. Diseñar un menor número de juntas de construcción para reducir el costo de la construcción y controlar el ondulamiento en las juntas.
17. Usar un tamizado de cal de una hilada delimitadora de 13 mm como hoja de derrape entre la losa sobre rasante y la subrasante.
18. Diseñar usando un material granular compactable para la subrasante y el espesor

apropiado.

19. Usar concreto de 30 MPa con el contenido mínimo de cemento de 330 kg/m<sup>3</sup>.

20. No usar ceniza volante en lugar de un contenido de cemento portland en la aplicación de losas de piso.

21. Mantener una superficie de la subrasante y la sub-base compactada, lisa y bien nivelada.

22. Permitir el tiempo de mezclado suficiente entre el aditivo reductor de agua de alto rango y la fibra de acero.

23. Usar una enrasadora láser para obtener una superficie plana y libre de fibras, reducir el número de colados y colocar áreas más grandes.

24. Insistir en operadores hábiles y técnicos que utilicen nuevas herramientas y equipo con buen mantenimiento.

Desde la construcción en 1990, de la planta ensambladora Jefferson North en Detroit, Mich. -una de las primeras aplicaciones industriales exitosas del concreto reforzado con fibra de acero (CRFA; en inglés Steel Fiber Reinforced Concrete, SFRC) para losas sobre rasante-, la Corporación Daimler Chrysler (CDC) se ha dedicado a la construcción de pisos de concreto con calidad.

En las expansiones posteriores de la planta ensambladora (notablemente en Bramalea, Ontario y Toledo, Ohio), la metodología de las losas de pisos evolucionó todavía más, culminando con los mejores resultados vistos hasta ahora en la Planta Ensambladora de Minicamionetas en Windsor, Ontario, Canadá. Este artículo es un estudio de caso que presenta la feliz realización de un piso de calidad sobre rasante para los nuevos talleres de ensamble de carrocerías de la Daimler Chrysler.

El proyecto de los Talleres de la Planta

Ensambladora Windsor de La Daimler Chrysler (WAP) proporciona el espacio de piso adecuado para el nuevo equipo en el proceso de fabricación para la Minivan modelo 2001 "RS". La primera fase crítica de la construcción comenzó en mayo de 1998.

La expansión de los talleres involucró aproximadamente 30,000m<sup>2</sup> de construcción nueva, realizada en tres fases. La fase 1 expandió el Taller de Carrocerías del Modelo "NS" existente hacia el oeste, en cuatro bahías a lo ancho (60m) y 22 bahías a lo largo (340m) para un área total de 20,400 m<sup>2</sup>. Todas las áreas de las bahías son de 15 ´ 15 m, para igualar el taller existente.

Dentro de la fase 1, existía la necesidad inmediata de tomar en cuenta una plataforma de acceso para la recepción continua de camiones hacia la planta existente, mientras se estaba realizando la construcción.

Esta necesidad fue satisfecha por una oportunidad a corto plazo para terminar las 12 bahías en la esquina sudoeste.

La fase 2 expandió el taller del modelo "NS" existente hacia el sur, por medio de cuatro bahías 60 m de ancho, llenando el espacio entre los talleres y el Edificio Grand Marais Road, que era lo que quedaba de una antigua planta de motores. La adición total de la fase 2 fue de cuatro bahías por 10 bahías (9,300m<sup>2</sup>).

La fase 3 incluyó la limpieza de las oficinas y talleres existentes y la integración de esta área al taller de carrocerías para una área total agregada de 11,500m<sup>2</sup>. La cara norte se modificó ampliamente para proporcionar una buena condición al nuevo taller de carrocerías.

La altura de la armadura del techo existente fue de 5.5 m desde el piso hasta la cuerda inferior de acero, mientras que la nueva altura del taller de carrocería es de 8 metros. Se acordó realizar juntas de equipos antes del comienzo del diseño, a fin de identificar las mejores prácticas de diseño y construcción a partir de la experiencia en proyectos recientes.

Esta colaboración generó una especificación maestra, un programa de evaluación de pruebas de laboratorio y una lista de verificación para la instalación exitosa del piso.

Esta lista de verificación de 24 pasos se convirtió en el procedimiento seguido para lograr la calidad en la losa del piso.

Los 24 pasos pueden dividirse en tres áreas de enfoques diferentes. Los primeros ocho pasos tienen que ver con el liderazgo y el proceso de administración.

Los siguientes doce pasos están relacionados con el diseño y la ingeniería, y los cuatro pasos finales (21-24) se refieren a prácticas de construcción (véase la lista de 24 pasos en el recuadro).

Administración (Pasos del 1 al 8) Se debe tener mucho cuidado en el paso 1, la junta previa a la construcción, en la que todos los participantes contribuyen con sus puntos de vista y conocimiento del producto y revisan en detalle el alcance de la obra, las especificaciones y los planos (véase la agenda de la junta previa a la construcción, al final del artículo).

La actitud de cooperación que se infunde aquí debe preservarse por medio de una comunicación continua y abierta que facilite las metas y objetivos (paso 2).

Un buen ejemplo de esto fue la decisión de cargar las fibras de acero en los camiones mezcladores en la planta de dosificación del proveedor de premezclado, la cual estaba a 0.8 km del sitio, para hacer más expedita la entrega del concreto. El contratista general logró la acomodación necesaria a través de la cooperación entre el proveedor y el subcontratista.

La presencia del ingeniero de proyecto en el sitio para resolver las discrepancias y tratar inmediatamente cualquier diferencia respecto a la especificación/plan es extremadamente efectiva para lograr un buen resultado y no puede sobreestimarse.

El paso 3, la competencia de cada participante en el

proceso, está asegurado por el sistema de evaluación de Daimler Chrysler.

La seguridad y la calidad en el sitio de la obra no son negociables en ningún momento.

No existen áreas grises en la aceptación del trabajo (paso 4).

Tolerancias Las especificaciones exigían superficies acabadas con llanas, a fin de cumplir con las tolerancias de planicidad Ff y horizontalidad FI, de acuerdo con el ASTM E1155, como sigue: Valores totales Ff 8, FI = 25 Valores locales mínimos Ff = 26 F I = 17 Con el uso de una máquina de enrasado y colocación del concreto guiada por láser (véase la figura 1), las cuadrillas pudieron consistentemente lograr, e inclusive exceder, estas tolerancias. Debido a que los resultados de planicidad y horizontalidad son muy comunes y predecibles hoy día, y que se ha mejorado mucho la resistencia al punzonamiento de los pisos, el nuevo equipo para el taller de carrocerías se instala sin placas base lechadeadas; esto es, se montan directamente al piso sin la necesidad, en absoluto, de usar calzas.

La reducción en los costos (paso 5), incentivada por los programas de mejoramiento continuo de la DCC, se logra principalmente por la entrega temprana del trabajo al contratista del proceso de instalación.

Se usa también una losa de 15 cm de espesor para acomodar la carga de instalación y construcción.

En este paso, como en todos los otros, es importante no descuidar las cuestiones de calidad y seguridad.

Es esencial la administración en el sitio (paso 6), con el almacenamiento apropiadamente localizado, bien organizado y a prueba de la intemperie del equipo y los materiales. Con el liderazgo responsable (paso 7), los trabajadores sentirán el orgullo y el sentimiento de ser dueños de su trabajo y lograr así una calidad excelente. La entrega oportuna (paso 8) es un paso clave, así como también un plan de respaldo para mantener en movimiento las cuadrillas de trabajo.

Cuando ocurría alguna situación en la que pudiera



haber un retraso de los materiales, estaba a disposición una cimbra de contención por si fuera necesario.

Diseño e ingeniería (Pasos del 9 al 20)

importancia, pero se puede lograr que se tenga mayor conciencia de la calidad atendiendo los detalles y caminando alrededor del área de la obra para inspeccionar las condiciones de los moldes y del sitio del trabajo antes de colocar el concreto (paso 9).

Al usar una base cuantitativa para la mezcla del concreto, se pueden colar áreas más grandes y se mantiene un mejor control del contenido del cemento (paso 10). Con un agregado grueso máximo de 1-1/2 pulg. (40 mm), y con el 50% que pase una malla de 3/8 de pulgada (10 mm), se obtiene una mezcla de agregado grueso que es bastante trabajable (figura 2). Una relación de agua/material cementante de 0.45 logra la mejor condición de resistencia versus trabajabilidad, y también puede verificarse visualmente con facilidad para cuidar las variaciones mínimas (paso 11).

Haga uso de las pruebas para monitorear el contenido de cemento (paso 12) y evite los ajustes con arena.

El CRFA exhibe características superiores cuando se utilizan los mejores productos (pasos 13, 14 y 16).

Es un material compuesto cuya resistencia de apoyo está determinada por sus partes constituyentes que son el concreto y las fibras de acero.

Considerando un ahorro de costos de 20 por ciento sobre la construcción convencional de pisos, y el deseo de construir el mejor piso posible dentro de las restricciones del programa y presupuesto de construcción del propietario, se invitó a tres diferentes proveedores de fibras de acero, a fin de que sometieran sus propuestas de diseño y comportamiento, con una reacción de la subrasante y cargas estáticas y dinámicas dadas, con una consideración especial para el proceso de carga y

las cargas de construcción.

La expansión del piso para el taller de carrocerías del modelo RS requirió 4,500 m<sup>3</sup> de concreto de 30 MPa sin aire incluido, con una relación máxima de agua/material cementante de 0.45.

La AGRA Environmental probó cada camión para verificar un revenimiento de 7.5 cm (figura 3), y la compañía Lafarge Concrete agregó un aditivo reductor de agua de alto rango para incrementar la trabajabilidad de la mezcla de concreto a un revenimiento tan alto de hasta 15 cm, permitiendo un tiempo de mezclado de 5 minutos previo a la adición de las fibras de acero.

Más tarde se introdujo una dosis de 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero Dramix por medio de una banda transportadora y se mezcló durante un tiempo adicional de 8 minutos a velocidad de mezclado regular (figura 4).

La especificación BEI requería que se aplicara un endurecedor de piso de roca trapeana de 5 kg/m<sup>2</sup> antes del acabado final con llana de acero, para eliminar cualquier posibilidad de fibras de acero pegadas a la superficie e incrementar la dureza de la superficie.

La instalación de las fibras de acero en la planta del mezclado dio como resultado un rápido cambio de posición del camión mezclador. Puesto que las fibras de acero son un componente agregado al concreto, la densidad de la mezcla no se ve reducida, y la durabilidad del material compuesto se mejora enormemente.

La buena calidad del concreto, con suficiente densidad y colocación y acabado bien ejecutados, dio como resultado una losa de piso excelente.

Losas de prueba Antes de la especificación de los tratamientos de superficie, la DCC y el BEI hicieron que el contratista general presentara tres losas de prueba con varios materiales y fibras de superficie.

Una era la losa de control (sin roca trapeana ni endurecedor líquido), y en las otras dos se usaron diferentes productos. La experiencia en el mezclado, colocación, acabado y observación de las losas de

prueba incrementó el nivel de confianza de todas las partes involucradas, en que se había seleccionado la combinación correcta.

Una junta de pasador (paso 15) tiene muchas ventajas. La cal tamizada (paso 17) crea una capa resbalosa durante la contracción con un material compatible, a diferencia de la arena, y no cambia el contenido de arena. Los agregados granulares compactados se recomiendan para bases y subrasantes (paso 18). La resistencia más alta del concreto (paso 19) mejora el cortante por punzonamiento.

Hay que evitar la ceniza volante (paso 20) ya que retarda el tiempo de fraguado, y, al ser cohesiva llena los poros.

Juntas de aislamiento en las columnas El patrón de juntas de pasador en las columnas, usadas primero en el Ensamblado de North Jefferson, se ha convertido en un detalle estándar de la DCC. Su justificación original -eliminar el paso extra de una colocación aislada separada de una columna circular o de diamante y proporcionar un detalle más claro- se ha ampliado para incluir dos buenas razones adicionales para la efectividad de este patrón.

Primero está la eliminación de la separación potencial entre la colocación de aislamiento y el borde ondulado de la losa y la necesidad de colocar una capa de acabado separada para igualar los niveles del piso.

La segunda es un indicador visual automático del rendimiento efectivo de la losa. Al detener el aserrado de la junta de contracción a aproximadamente 2.5 cm desde la columna, ahorrando con esto el tiempo de levantar el resguardo de la hoja y aserrar en la junta de aislamiento, se formará de manera natural una grieta a los pocos días del curado, conectando las dos juntas para probar que la junta de contracción está trabajando tal como fue diseñada (véase la figura 5).

El coautor Vahman se apoya en esta verificación tan rutinaria mediante la observación para juzgar el rendimiento exitoso de las losas de piso -nosotros la hemos llamado "la prueba de Vahman"-, a fin de

excluir cualquier explicación ulterior del fenómeno.

Otra mejora que ha ahorrado costos en el detalle de la junta es la eliminación del encajonamiento del concreto de la base de la columna mediante el uso de una pintura asfáltica para todas las partes de la columna de acero por debajo de la línea del piso, incluyendo la placa base y los pernos. En la columna de concreto se rellena el espacio entre los patines hasta la parte superior de la placa base. Prácticas de construcción (pasos del 21 al 24) El concreto se colocó y se niveló usando una enrasadora láser Somero.

La enrasadora láser aseguró las tolerancias de planicidad requeridas y ayudó también a empujar las fibras desde la superficie hacia adentro. Una vez que el concreto fraguó hasta convertirse en una superficie trabajable (aproximadamente 2 horas), se aplicó un acabado con llana motorizada, junto con el esparcido de roca trapeana, a una dosificación típica de 5 kg/m<sup>2</sup> y 7.5 kg/m<sup>2</sup> para los pasillos y plataformas de carga (véanse las figuras 6 y 7). El trabajo de la superficie con roca trapeana también aseguró una superficie libre de fibras. El concreto se curó con carpeta geotextil y una hoja de recubrimiento de polietileno que fue continuamente monitoreada. Después de un periodo de curado de siete días, se quitaron las carpetas y se permitió que el concreto se secase al aire. La primera capa de sellador/endurecedor líquido se aplicó una vez que el concreto se había curado durante dos días. La segunda capa se aplicó siete días más tarde.

El mejor plan y el mejor diseño no se hacen evidentes hasta el momento de la construcción, cuando el enfoque del equipo del proyecto cambia a los detalles de la implementación, empezando por la subrasante.

Un cerramiento a prueba de agua del edificio asegura el paso 21, y los resultados demuestran el cuidado que se ha tomado. Deben calcularse cuidadosamente los tiempos para los aditivos y el mezclado (paso 22).

El uso efectivo de la enrasadora láser (paso 23) está

bien documentado. Son posibles áreas de colocación tan grandes como de 2,800 a 3,700 m<sup>2</sup>. Y finalmente, el paso 24 habla de la importancia de un buen entrenamiento, de la certificación ISO 9000, infundiendo la pasión por la calidad -lograr este objetivo no es una actividad insignificante. Es inherente a través de este procedimiento de 24 pasos una apreciación mediante los programas de mejoramiento continuo incorporados en la DCC, que incluyen el COS (Chrysler Operating System) y el SCORE (Supplier Cost Reduction Effort). El SCORE involucra a todos los consultores y contratistas en un proceso de mejoramiento proactivo y rentable. Se registraron ahorros significativos SCORE usando concreto reforzado con fibras de acero, en comparación con varillas de acero de refuerzo o mallas, juntas de pasador en vez de empotramientos de diamante, y un número reducido de colados.

Los miembros del equipo que poseen la certificación ISO -9000 también articularon políticas de calidad y fueron el instrumento para lograr los resultados positivos obtenidos. La Daimler Chrysler Facilities Design and Construction y la BEI Associates Inc., así como la Duron Corp., poseen la certificación ISO-9000 o 9002.

En este proyecto se dio satisfacción a los cinco pilares de un proyecto de construcción exitoso -el costo, la calidad, la seguridad, el programa y el buen estado de ánimo- y se preparó el escenario para continuar y mejorar los procedimientos aplicados.

Agenda de reuniones previas a la construcción de una losa sobre rasante 1. Propuesta Diseño de concreto reforzado con fibra de acero Diseño de la mezcla de concreto Material superfluidificador Material endurecedor líquido Material rellenedor de juntas Tamaño y secuencia de los colados Programa de colados Disposición de juntas de control Firma de aceptación (firma de acuerdo) de la elevación de la subrasante.

Procedimiento de colocación del concreto con fibras (colocación, acabado, curado e instalación de fibras de acero en el sitio)

2. Subrasante Confirmación del material granular e instalación Reportes de pruebas de compactación Firma de aceptación de la elevación Capa delimitadora de 13 mm de piedra caliza . 3. Concreto Revisión del diseño de la mezcla Proveedor del superfluidificador Proveedor de las fibras de acero Prueba de cilindros (un conjunto de cuatro por cada 176 m<sup>3</sup>) Prueba de vigas (un conjunto por cada colado) Prueba de revenimiento (cada camión) Procedimiento para la colocación del concreto (con fibras, enrasadora láser, etc.) Tarjeta de la liberación de la colocación Juntas de control con corte de sierra y juntas de construcción según se requiera Liberación de restricciones (es decir, topes, elevadores, sumideros, etc.). 4. Curado y acabado Acabado con llana de acero para losas sobre rasante interior.

Nota: No debe haber fibras de acero en la superficie. Curado con agua a siete días y secado al aire durante dos días, antes de la aplicación de endurecedor líquido.

Nota: Usar la tela filtro G2000 de color blanco que no manche para el curado con agua y retener la humedad durante siete días. La tela debe traslapar los bordes y debe mantenerse empapada en las juntas de construcción para evitar el ondulamiento.

Procedimiento y material del endurecedor líquido (dos capas) Piedra trapeana. 5. Rellenador de juntas Procedimiento de instalación y material del relleno de juntas 6. Cimbras Mamparas de 15 cm y espigas lisas de 46 cm, de 25 a 61 mm de diámetro, separadas 61 cm de los centros. 7. Protección de las áreas colocadas contra los elementos Filtraciones en el techo y penetraciones en los muros Bordes de las juntas de construcción y espigas blandas Limpieza de exteriores y sumideros Temperatura ambiente Almacenamiento y espacio disponible para la operación de bombeo de concreto o la instalación de fibras de acero. Ventilación, luz, provisión de electricidad y agua durante la colocación y el acabado. Derrames de aceite y marcas de llantas 8. General

Las losas no deben cargarse con material a lo largo de las juntas. Apilar los materiales colocados en el centro de los paneles sólo después de que el piso de concreto haya alcanzado 85 por ciento de la resistencia especificada.

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

**Revista Construcción y Tecnología**

**Febrero 2001**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)

# Propiedades del concreto autonivelante



Aquí! 

J. Ambrosie y J. Pera\*

En el continuo esfuerzo por mejorar la economía, es esencial el aumento de la productividad del colado del concreto. La posibilidad de la eliminación completa del trabajo de compactación conducirá al incremento de la eficiencia y a la mayor efectividad en los costos. El desarrollo del concreto autonivelante aumentará el atractivo de la construcción con concreto, al reducir las arduas tareas y el ruido que acompaña la compactación en los sitios de obra. Esto representa una ventaja cuando se consideran tanto el ambiente de trabajo como las perturbaciones a los vecinos.

Este estudio presenta las propiedades del concreto autonivelante desarrollado para el colado de losas en la construcción de edificios (habitationales). El costo extra generado por los ingredientes de este concreto estuvo limitado a 15 por ciento. Esto fue posible al limitar la cantidad de materiales finos (cemento + aditivo mineral) a 400 kg/m<sup>3</sup> y usar un agente de viscosidad barato (almidón modificado).

La resistencia del concreto autonivelante fue suficiente para permitir el descimbrado después de 16 horas de hidratación. La resistencia a 28 días fue mayor de 30 MPa, al mismo tiempo que se limitaron drásticamente el sangrado y la segregación.

En este estudio se evaluaron las propiedades de un concreto autonivelante elaborado para el colado de losas en la construcción de edificios. Sus autores hacen consideraciones relativas al costo y mencionan entre los beneficios una mayor productividad y simplificación del trabajo y el mejoramiento de la nivelación de las losas y de la calidad de la superficie de concreto; resultados sin duda para tener en cuenta.

## Introducción

El concreto autocompactante (CAC; en inglés Self-compacting Concrete, SCC) es un concreto que puede lograr la compactación sin vibración, únicamente por su propio peso. Inicialmente se desarrolló en Japón en los primeros años de la década de los noventa. Las primeras aplicaciones se hicieron en complejos y delgados marcos de edificios con gran cantidad de refuerzo. Más recientemente, se han usado volúmenes mucho más grandes de CAC en las grandes estructuras de ingeniería civil en Japón, tales como un masivo tanque de almacenamiento de LPG, o enormes anclas para el puente suspendido Akashi-Kaikyo, con un claro de 2 kilómetros.

1 Para el uso estructural en las secciones reforzadas, la fluidez muy alta es un requisito de la mayor importancia. El CAC debe ser también uniforme y homogéneo; por lo tanto, son igualmente importantes la alta cohesión o la resistencia a segregación durante el flujo.

2 El CAC incorpora con frecuencia varios aditivos químicos, en particular un aditivo reductor de agua de alto rango (ARAAR; en inglés High Range



Water Reducer Admixture, HRWRA) y un agente de viscosidad (AV; en inglés Viscosity Agent, VA). El ARAAR se usa para asegurar la fluidez y reducir la relación agua/materiales cementantes.

El AV se incorpora para resaltar el valor del rendimiento y la viscosidad de la mezcla fluida, reduciendo así el sangrado, la segregación y el asentamiento.3-6 Otra manera de resaltar la deformabilidad y la estabilidad consiste en incrementar el volumen de la pasta, incorporando ceniza volante, escoria de alto horno granulada o un rellenedor de piedra caliza.7

Tal concreto es costoso y su uso está limitado a la construcción de edificios (habitationales).

Por lo tanto, se han emprendido muchos esfuerzos para disminuir el costo extra del CAC mediante la reducción de la cantidad de materiales finos y desarrollando agentes de viscosidad económicos.8-10

Los autores han enfocado su trabajo de investigación en el desarrollo del concreto autonivelante (CAN, en inglés self-levelling concrete, SLC) a un costo reducido (únicamente 15 por ciento más alto que el concreto usual) y particularmente apropiado para el colado de losas y enrasados, en donde el nivel de planicidad obtenido es sorprendente: la diferencia de nivel en una longitud de 4 m es menor de un milímetro (figura 1).

Este documento presenta las principales propiedades del CAN en los estados fresco y endurecido.

#### Programa experimental

#### Materiales

Se usó un cemento portland francés del tipo CPA-CEM I 52.5 PM. Su peso específico fue de 3.1 y su finura Blaine de 360 m<sup>2</sup>/kg.

Los aditivos incorporaron tanto ceniza volante Clase F como piedra caliza molida, a fin de aumentar la trabajabilidad. La finura Blaine de la piedra caliza fue de 385 m<sup>2</sup>/kg y la de la ceniza volante de 270 m<sup>2</sup>/kg. Se usaron

arena de río (0/5 mm) y agregado grueso de río (5/16 mm).

En la arena, 8 por ciento de las partículas era más grande de 5 mm. Como superfluidificador se usó una melamina-sulfonato. Éste presentaba un contenido de sólidos de 30 por ciento. El AV usado para aumentar la estabilidad del CAN fue una solución de almidón modificado con un contenido de sólidos de 20 por ciento.

Es el más barato de los AV y presenta propiedades más altas que otros agentes.

#### Proporciones de las mezclas

La cantidad de partículas finas (cemento + aditivo mineral) se mantuvo constante a 400 kg/m<sup>3</sup>, 260 kg/m<sup>3</sup> de cemento portland y 140 kg/m<sup>3</sup> de aditivo mineral. Este contenido de aglomerantes es más bajo que el que usualmente está presente en el CAC (500 kg/m<sup>3</sup>).2 La cantidad de AV se fijó en 1.3 kg/m<sup>3</sup>. La cantidad de agua de mezclado se mantuvo constante en 200 l/m<sup>3</sup>. La cantidad del superfluidificador se ajustó a fin de obtener un flujo estático en el rango de 550 a 600 mm en 10 segundos.

Este es el requisito principal para el CAN. La fluidez del concreto se valoró por medio de la medición de la extensión estática de un cono truncado con sus diámetros superior e inferior de 17 cm y 22.5 cm, respectivamente, y una altura de 12 cm. Cuando se usa la prueba convencional del revenimiento, el flujo debe estar en el rango de 60 a 65 cm para obtener el CAN. Se investigó la influencia de la relación de arena a grava (a/g) en

CAN. Se investigó la influencia de la relación de arena a grava (a/g, en inglés sand/gravel, s/g) sobre las propiedades del CAN. Se eligieron tres relaciones s/g: 1.00, 1.25, y 1.58. Las proporciones de la mezcla de los seis CAN investigados se presentan en la tabla 1.

La relación de agua con el total de los materiales cementantes, calculada tomando en cuenta el agua contenida en los aditivos, fue de 0.51. Este valor es más alto que el valor presente en el CAN, que está en el rango de 0.30 a 0.37.2

Cualquiera que fuera la composición del CAN, el peso unitario fue aproximadamente el mismo, lo que indicaba que el almidón no contenía aire incluido

#### Programa de pruebas

La tasa de sangrado (TS, en inglés rate of bleeding, RB) se midió sobre una superficie de 550 cm<sup>2</sup> y una profundidad de 10 cm, tres horas después del colado. La TS se definió como la relación entre la cantidad de agua que aparecía en la superficie de la muestra y la cantidad total del agua contenida en el concreto colocado en el contenedor.

Las pruebas de sangrado se llevaron a cabo en tres muestras, con una desviación estándar menor de 2 por ciento. La segregación del CAN significa la separación en mortero y agregado grueso causada por el asentamiento del agregado grueso.

A fin de evaluar la resistencia a la segregación, se colocó el concreto en una columna (figura 2) y se dejó allí hasta que empezó a fraguar, después de lo cual se tomaron muestras en las secciones superior, media e inferior.

Los agregados gruesos de cada muestra se deslavarón a través de una malla de 5 mm y se pesaron. No había segregación ni distribución uniforme de los agregados gruesos si el porcentaje de los agregados gruesos retenido en la malla estaba muy cerca del valor derivado de la siguiente ecuación: % de agregados gruesos = [cantidad de grava (kg/m<sup>3</sup>) + cantidad de grava en la arena (kg/m<sup>3</sup>)] / peso unitario del concreto (kg/m<sup>3</sup>). Cada prueba se llevó a cabo en tres muestras, con una desviación estándar menor de 5 por ciento.

La arena contenía 8 por ciento de agregados más gruesos de 5 mm. Se consideró que una diferencia de 5 por ciento entre los valores obtenidos para las secciones inferior y superior era representativa de un CAN homogéneo. Otsuki y otros<sup>11</sup> y Van y otros,<sup>12</sup> quienes también han desarrollado métodos para evaluar la resistencia a la segregación del concreto autocompactante, consideran que una diferencia del 10 por ciento es satisfactoria. Los valores teóricos obtenidos para los diferentes concretos fueron los siguientes: -a/g = 1.58 (Concretos 1, 4): 34.0 % -a/g = 1.25 (Concretos 2, 5): 37.6 % -a/g = 1.00 (Concretos 3,6): 41.5 % A fin de señalar la eficiencia del agente de viscosidad, para cada serie de pruebas se preparó también un concreto sin aquél. La cantidad del superfluidificador se adaptó a modo de obtener un flujo de 550 mm.

Cualquiera que fuera el concreto, ocurrió segregación.

Las resistencias a la compresión a 16 horas, 2, 7, 28, 90 y 180 días, fueron medidas en seis cilindros ( $\phi$ E = 110 mm; h = 220 mm), de acuerdo con el estándar francés NFP 18-406. La desviación estándar fue menor de 3 por ciento. Se determinó el módulo de elasticidad a 28 días en las tres muestras, con una desviación estándar menor de 5 por ciento.

Se midió la contracción por secado sin restricciones en seis muestras prismáticas (70 x 70 x 280 mm), de acuerdo con el estándar francés NFP

prismáticas (70 x 70 x 200 mm), de acuerdo con el estándar francés NFF 15-443. Se desmoldaron tres especímenes a las 24 horas y luego se mantuvieron en la sala de pruebas a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y  $50\% \pm 10\%$  de R.H. También se midió la contracción autógena en tres especímenes sellados. La desviación estándar observada fue menor de 10 por ciento.

#### Resultados y discusión

Sangrado del concreto autonivelante Tal como se muestra en la tabla 2, el sangrado del CAN fue limitado y no influyeron en él ni la a/g ni la naturaleza del aditivo mineral.

#### Resistencia a la segregación

Las diferencias entre las cantidades de agregado grueso encontradas en las secciones inferior y superior se muestran en la figura 3. Cuando no se introduce ningún agente de viscosidad en el concreto, ocurre segregación sin importar cuáles puedan ser las proporciones de la mezcla: la diferencia entre las secciones inferior y superior pueden alcanzar 14 por ciento. Desde un punto de vista técnico, cuando la cantidad del material cementante en el concreto autonivelante está limitada a 400 kg/m, es necesario un agente de viscosidad para asegurar la buena resistencia a la segregación.

El uso de piedra caliza pulverizada conduce generalmente a una mejor resistencia a la segregación del CAN, cualquiera que sea la a/g.

#### Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión de los diferentes concretos a las 16 horas se muestra en la figura 4. Todos estos concretos presentaban una resistencia mayor de 5 MPa, lo cual era uno de los requisitos principales del proyecto a fin de mantener la misma distribución de tiempo en las operaciones de desmoldado que con el concreto usual.

Se obtuvo una resistencia más alta a edad temprana cuando se usó piedra caliza pulverizada como aditivo mineral. La resistencia a la compresión a 28 días y el módulo elástico se presentan en las figuras 5 y 6. Estas figuras señalan lo siguiente:

1) La a/g generalmente no tiene ningún efecto en la resistencia a 28 días: las diferentes resistencias observadas estaban en el rango de 35 a 38 MPa.

2) El uso de ceniza volante conduce a una a la resistencia más alta.

3) Mientras más baja es la relación a/g, más alto es el módulo de elasticidad.

En la figura 7 se muestra la resistencia después de 180 días de hidratación. Se obtiene una resistencia más alta de 50 MPa cuando se usa ceniza volante, mientras que se limita a 40 MPa con piedra caliza pulverizada. Debido a la reacción puzolánica, la resistencia del CAN que contiene ceniza volante es de 25 a 35 por ciento más alta que la resistencia del concreto colado con piedra caliza pulverizada. La actividad puzolánica de la ceniza volante está claramente establecida en la figura 8, que ilustra el incremento de resistencia observado entre 28 y 180 días. Con ceniza volante, el incremento de la resistencia siempre es mayor de 133

ceniza volante, el incremento de la resistencia siempre es mayor de 100 por ciento, mientras que sólo supera 110 por ciento con piedra caliza pulverizada.

### Contracción

Se midieron tanto la contracción autógena como la contracción por secado. Los valores obtenidos después de 180 días de hidratación se muestran en las figuras 9 y 10. De la figura 9 parece desprenderse que el uso de la piedra caliza pulverizada limita la contracción autógena, cualquiera que sea la a/g. Esto puede explicarse por una contracción química más alta asociada con la reacción puzolánica entre la ceniza volante y el cemento, tal como informaron Jutnes y otros.<sup>13</sup> La contracción por secado está en el rango de 570 a 640  $\mu\text{m/m}$ . Estos valores están por debajo de los observados en algunos CAC colados con relaciones más bajas de agua/material cementante (0.30 a 0.40): 1000 a 1200  $\mu\text{m}$ .<sup>14, 15</sup> De acuerdo con los resultados que se muestran en la figura 10, puede observarse la tendencia de que, mientras más alta es la relación a/g, mayor es la contracción por secado.

### Durabilidad del concreto autonivelante

Se midió la permeabilidad al agua del CAN de acuerdo con la prueba E 02/27 desarrollada por CEBTP, después de 90 días de hidratación, en discos que tenían un diámetro de 110 mm y una altura de 50 mm. Se aplicó una presión de 1.5 MPa durante la prueba. La permeabilidad se calculó de acuerdo con la ley de Darcy. Los valores de la permeabilidad al agua estaban en el rango de 0.5 a  $2 \times 10^{-12}$  m/s y, de acuerdo con Neville,<sup>16</sup> puede esperarse una buena durabilidad. Las muestras de CAN fueron almacenadas en el exterior y sometidas a condiciones de intemperismo durante el periodo de un año. Las mediciones de la profundidad de carbonatación por el método fenolftaleína indicaron que no ocurrió carbonatación.

### Consideraciones económicas

Las composiciones respectivas y los costos relativos de un concreto ordinario y de uno de los concretos autonivelantes (mezcla número 6) se presentan en la tabla 3. Estos costos incluyen únicamente las materias primas. De la tabla 3 parece derivarse que un metro cúbico de concreto autonivelante es 12 por ciento más caro que un concreto ordinario. Esto se debe principalmente al bajo costo del agente de viscosidad y a las cantidades limitadas de superfluidificador y material fino adicional.

### Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, pueden sacarse las siguientes conclusiones:

- 1) Puede desarrollarse un concreto autonivelante (CAN) a un costo reducido si se usa un agente de viscosidad barato (almidón modificado), y se limita el contenido del superfluidificador en el rango de 4.2 a 5.0 kg/m<sup>3</sup>, y el material cementante a 400 kg/m<sup>3</sup>.
- 2) Tal CAN presenta una resistencia a la compresión a 28 días mayor de

30 MPa, cualquiera que sea la relación arena/agrava. Pueden observarse resistencias de hasta 57 MPa después de seis meses de hidratación.

3) El uso del almidón como agente de viscosidad limita considerablemente el sangrado del concreto.

4) El uso de la ceniza volante como un material cementante complementario conduce al incremento del sangrado y de la contracción autógena, pero también aumenta la resistencia a la compresión.

5) La fracción de agregado grueso en el concreto tiene sólo un efecto muy ligero en la resistencia, pero incrementa el sangrado del CAN.

El desarrollo del CAN para la construcción de edificios de varios pisos (25,000 m<sup>3</sup> de concreto) ha demostrado que tal solución es interesante e innovadora. Permite principalmente - una colocación del concreto simplificada y más rápida, lo que representa mayor productividad y facilidad de las tareas; - un mejoramiento de la nivelación de las losas y la calidad de la superficie de concreto, y - la supresión total de los ruidos por vibración.

Tabla 1. Proporciones de las mezclas del CAN

Mezcla	1	2	3	4	5	6
Componentes (kg/m <sup>3</sup> )	Cemento: C 260	260	260	260	260	260
	Ceniza volante: CV 140	140	- - -	- - -	140	140
	Piedra caliza pulverizada - - -	140	140	140		
Arena (0/5 mm): Ar	1,100	1,000	900	1,100	1,000	900
Grava (5/16) mm): G	700	800	900	700	800	900
Agua (l/m <sup>3</sup> ): A	200	200	200	200	200	200
Superfluidificador (kg/m <sup>3</sup> )	4.73	4.60	4.23	5.03	4.60	4.30
Almidón (kg/m <sup>3</sup> )	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
A/(C + CV)	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
Ar/G	1.58	1.25	1.00	1.58	1.25	1.00
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	2,320	2,340	2,340	2,310	2,340	2,350

Tabla 2. Sangrado

Adición	mineral	Ar/G	sangrado (%)			
Ceniza volante	1.58	0.0	1.25	0.3	1.00	0.0
Piedra caliza pulverizada	1.58	0.0	1.25	0.8	1.00	0.0

Tabla 3. Costos relativos de los concretos ordinario y autonivelantes (materias primas)<sup>10</sup>

Componentes	Ordinario	Autonivelante
-------------	-----------	---------------

Componentes		Cantidad		Unidad		Presupuesto	
Cemento	260	260	Piedra caliza pulverizada	85	140	Agregados	1,855 1,800
Superfluidificador	-	4.30	Agente de viscosidad	-	1.30	Reductor de agua	1.30
							6.50
Costo	de	1	m3	(US	)	\$	38.40 43.00
Costo	extra		del	CAN	(%)	+	12%

**Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Febrero 2001**  
**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO ANTERIOR](#)



[ARTICULO SIGUIENTE](#)



# Infraestructura en el sureste de México



Aquí! 

Primera parte

En el periodo 2000-2006, la infraestructura básica del país requerirá de una inyección del orden de los 32 mil millones de dólares anuales. Según Luis Ernesto Derbez, secretario de Economía, impulsar estas inversiones no será sólo tarea del gobierno federal, sino que requerirá la participación de la iniciativa privada: "México no tiene en estos momentos la riqueza que desea para llevar a cabo los proyectos, por lo que no es posible pensar que el sector público genere los recursos suficientes para ello", indicó. Para concretar los planes en cuanto a infraestructura, días antes de iniciar el gobierno de Vicente Fox se anunció la creación del Instituto Nacional de Desarrollo Territorial y la resectorización del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras) a fin de que participe en los grandes proyectos de infraestructura del país. Para estos proyectos se planteó la creación de "corredores vertebrales", que correrán desde Tijuana Pacífico Sur, Ciudad Juárez Bajío Sur, Nuevo Laredo Centro Sur y Matamoros Golfo Centro. Asimismo se consideran los corredores Mazatlán-Matamoros, Manzanillo-Tampico, Lázaro Cárdenas-Veracruz, y Salina Cruz-Coatzacoalcos. Entre las propuestas existentes, se encuentra la de llevar a cabo una política nacional de desarrollo territorial intersectorial

La creciente importancia estratégica del istmo de Tehuantepec se proyecta hacia toda la región del Sureste, la cual ve crecer sus posibilidades de desarrollo a partir del proyecto de corredor transistmico que pretende enlazar los dos océanos mediante un moderno sistema de transporte intermodal. Las autoridades de los estados involucrados anticipan acciones en función del mismo y la iniciativa privada ve perfilarse interesantes posibilidades de inversión.

y tener una continuidad transexenal con un Plan Nacional de Desarrollo con compromisos de corto, mediano y largo plazo. Se busca cambiar de un transporte carretero a otro integral, competitivo y sustentable que se integre a un objetivo multimodal. La infraestructura estará orientada a esos objetivos.

Renace el carácter estratégico del istmo de Tehuantepec El sureste de México representa una zona de gran potencial para el desarrollo del país; en los estados que comprende la región se demuestra un gran interés por modernizar e incrementar la infraestructura para hacer posible la evolución que se quiere impulsar, sobre la base de la creciente importancia del istmo de Tehuantepec, que se ha convertido en una zona estratégica para México como un corredor intermodal donde confluirán los servicios ferroviario, portuario y carretero. La riqueza de la región en petróleo, productos químicos, petroquímicos, agrícolas y marinos, así como en generación de energía, se suma a los elementos para demandar nueva y mejor infraestructura. El istmo de Tehuantepec es considerado una zona estratégica de desarrollo por su privilegiada localización geoeconómica en el mundo ya que, al unir las cuencas del Pacífico y del Atlántico, tiene la potencialidad para convertirse en un importante punto de cruce interoceánico para el tráfico internacional de mercancías. A esto se suma el poseer una importante dotación de recursos naturales, en especial petróleo, y abundante mano de obra a precios sumamente competitivos.

De acuerdo con estas ventajas comparativas, en 1981 se intentó reactivar el cruce interoceánico, para lo cual se instrumentó el Proyecto Alfa-Omega, con la construcción y equipamiento de dos terminales para contenedores en los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos, así como la constitución de una empresa de tráfico multimodal. Sólo después que el gobierno de Estados Unidos entregó a Panamá el Canal del mismo nombre (31 de diciembre de 1999), que el istmo de Tehuantepec se convirtió en una verdadera zona estratégica al considerársela como



un corredor intermodal. Para ello el gobierno federal arrancó la operación (año 2000) de la empresa paraestatal Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec. Según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), dicha empresa tiene como patrimonio la concesión para operar y explotar la vía Salina Cruz-Medias Aguas, además de que construirá, operará y explotará una segunda vía en el tramo Medias Aguas-Coatzacoalcos. Mientras se concluye la construcción del tramo, la operación se realizará a través de derechos de paso.

Al inicio de la administración de Ernesto Zedillo, se planteó la posibilidad de dar en concesión a la iniciativa privada el istmo de Tehuantepec. Sin embargo, por considerarlo una zona estratégica en cuanto a la soberanía del país, se decidió que quedara en manos del gobierno. Con la nueva empresa paraestatal que se encargará de la infraestructura ferroviaria, se dan pasos firmes, no sólo para el desarrollo de la región, sino para la integración del transporte multimodal en México, señalaron las Administraciones Portuarias Integrales (API) de Coatzacoalcos, Veracruz y Salina Cruz, Oaxaca, empresas que "intervendrán en cuestiones de logística y en las decisiones del Consejo de Administración de la empresa". Ello sería -de acuerdo con la información recabada- con el fin de asegurar la coordinación en el transporte de mercancías bajo los principios de servicio "puerta a puerta" y "justo a tiempo", considerando que se requieren sistemas de transporte eficientes y competitivos para que los productos lleguen con oportunidad a los diferentes mercados de consumo. La nueva compañía ferroviaria estimó una inversión de más de 50 millones de pesos y gasto corriente por alrededor de 60 o 70 millones de pesos para iniciar operaciones, así como la contratación de alrededor de 100 trabajadores. La empresa tiene presupuesto y recursos para operar en el despacho, mantenimiento, rehabilitación y modernización de la vía integrada por 207 kilómetros. Como se trata de un ferrocarril conectante y de tránsito para adherirse a los demás ferrocarriles, ya privatizados, deberá

emplear la más reciente tecnología y operación moderna a fin de no resultar un obstáculo.

El gobernador de Oaxaca señaló en su oportunidad que el Corredor Transístmico es una realidad. Recalcó que esta vía de comunicación será un detonador del desarrollo para el Sureste mexicano porque facilitará el flujo de mercancías entre los dos océanos, tal y como se hace en el canal de Panamá, y aunque los trabajos se realizarán con recursos del gobierno federal y la participación de los estados de Oaxaca y Veracruz, favorecerán a entidades como Chiapas y Tabasco e incidirán en el progreso de Centro y Sudamérica.

Salina Cruz se prepara para el crecimiento

El puerto de Salina Cruz se encuentra ubicado en el municipio y ciudad del mismo nombre, en el estado de Oaxaca, sobre el litoral del Pacífico, en el golfo de Tehuantepec, a una distancia de 265 km de Oaxaca, la capital del estado, y al sur de la región denominada Istmo de Tehuantepec. El origen del nombre de Salina Cruz se remonta a una leyenda según la cual unos aborígenes convertidos al catolicismo encontraron una hermosa cruz de sal; se dice que probablemente la cruz fue abandonada por los misioneros en su peregrinar de Oaxaca a Guatemala, o bien se formó naturalmente por las ramas de los huizachales y fue cubierta por la sal de las salinas. En 1522, al extender Pedro de Alvarado el poder español hasta Tehuantepec, Salina Cruz se convirtió en base para el recorrido de las costas a fin de intentar nuevos descubrimientos en el Mar del Sur y encontrar una ruta a las islas de la espejería. Ya desde entonces, en sus cartas de relación, Hernán Cortés señala a Carlos V la posibilidad de la comunicación interoceánica. Para 1850, la localización y el incremento del comercio internacional hizo del istmo de Tehuantepec una buena opción para el tráfico interoceánico. Cincuenta y cinco años después se construyen rompeolas, dos secciones del muelle fiscal y las bodegas; en 1940, se hizo dragado y rehabilitación del puerto; en 1955


se inició la construcción del astillero de la Secretaría de Marina; en 1981, la terminal de contenedores y monoboyas de Pemex; en 1984, la construcción del puerto petrolero.

Dada la importancia del puerto y de acuerdo con el esquema administrativo de la figura API, en Salina Cruz se realizó el Programa Maestro de Desarrollo 2000-2010, en el que se observa el panorama de crecimiento de la figura portuaria en un horizonte de 10 años para ofrecer a los usuarios e inversionistas alternativas competitivas en el uso del transporte multimodal. Actualmente, los inversionistas potenciales en Salina Cruz son:

- Terminal Marítima de Petróleos Mexicanos
- Fábrica de Cruz Azul, S.C.L.
- Bodegas Agroindustriales de Tapachula, S.A. de C.V. (BYATSA)
- Compañía Azucarera La Fe (Zucarmex) de Pujilic e Ingenio Huixtla del estado de Chiapas
- Café Tulipán § Exportadora de Café California
- Promotora de Agroindustrial San Carlos
- Beneficiadora de Cafés Finos, S.A. de C.V.
- Agroindustrias Unidas de México, S.A. de C.V.
- Comercializadora Agropecuaria de Oaxaca

Además de las anteriores, hay empresas dedicadas a la exportación e importación de diversas sustancias químicas, madera y cerveza. Debido a las amplias posibilidades del proyecto del Corredor Transístmico, existe la expectativa de que el tráfico portuario se incremente en los próximos diez años, en el supuesto de que se lleven a cabo proyectos de explotación y procesamiento de materia prima por parte de algunas empresas, entre las que destacan las siguientes:

- Grupo Pulsar § Agrofermex Grupo



Empresarial, S.A. de C.V.

- Bodegas Agroindustriales de Tapachula, S.A. de C.V. (BYATSA)
- Compañía Azucarera La Fe (Zucarmex), de Pujilic, e Ingenio Huixtla del estado de Chiapas
- Albright and Wilson Troy de México, S.A. de C.V.
- Grupo Acerero del Norte

#### Oportunidades de inversión


El puerto cuenta con insumos importantes para la industria: productos petrolíferos, químicos y petroquímicos, gas, energía eléctrica y otros, en apoyo a la concreción de nuevos proyectos productivos. El puerto está localizado en una región con enorme potencial de recursos naturales susceptibles de explotación, y cuenta con una cartera de proyectos productivos específicos en las áreas de química/petroquímica, agroindustria, pesca, industria, minería, forestal, turismo y petróleo. Según las autoridades de la API Salina Cruz, la puesta en operación del Proyecto Transístmico traería como efecto un rápido y creciente ritmo de demanda de servicio de contenedores, por lo que será de capital importancia prever los requerimientos de equipamiento y servicio a este tipo de maniobras. De entrada, se ve que el parque industrial de 250 hectáreas al norte de la refinería Antonio Dovalí Jaime, con vía férrea distante a 3 km, podría ser un detonador para el desarrollo industrial del puerto, al establecerse industrias maquiladoras y ensamble. Asimismo, se considera una reserva territorial de unas 1,500 hectáreas para la construcción del puerto industrial en Salinas del Marqués, a 5 km al oeste del actual puerto. Pero mientras tanto, dentro del programa de desarrollo 2000-2010 se prevén las siguientes acciones: adaptación de la parte sur del muelle comercial para terminal de usos múltiples, construcción del acceso carretero que libere el tránsito interior de la ciudad y construcción de

unaplanta tratadora de aguas negras.

Las obras en el corto plazo son para el mejoramiento de la infraestructura y, por ende, de las operaciones portuarias, comerciales y pesqueras. Entre ellas destacan el mantenimiento de la infraestructura de los muelles y defensas, la instalación de torres de alumbrado en el patio de contenedores, la reparación de la carpeta asfáltica del muelle de contenedores, la reparación y el mantenimiento general de las vías férreas, la pintura de líneas de traslado y delimitantes en el patio de contenedores y los desasolves de drenes y canales.

Veracruz, amplia zona de influencia

El estado de Veracruz, en particular la región sur, se presenta como una amplia zona de influencia en la que se puede aprovechar la infraestructura terrestre, ferroviaria y portuaria para detonar el desarrollo del corredor Transístmico. Según Manuel Carranco Flores, representante de la Asociación de Industriales del Estado de Veracruz (AIEVAC), hay cuatro áreas de oportunidad: desarrollo portuario y del Istmo; desarrollo del ferrocarril, del Sureste-Ferrosur, Ferrocarril Transístmico y Ferrocarril Chiapas-Mayab; crecimiento industrial, y medio ambiente. En cuanto a puertos, José Luis Murillo, de la Asociación Mexicana de Ingeniería Portuaria, destacó que las áreas de oportunidad se encuentran en carga contenerizada, carga general y granel agrícola. Señaló que es importante recuperar el mercado de contenedores de la región para lo cual hay que contar con el equipo requerido que permita romper con inercias de logística que están establecidas en las empresas de la región. Miguel Rolón García, director general de la Industria, consideró, basándose en estudios efectuados, que es necesario fomentar el asentamiento de nuevas industrias en las inmediaciones de Cotzacoalcos. Cree que existen áreas de oportunidad a través del desarrollo de cadenas productivas asociadas a la petroquímica de Pemex, y dice que "lo importante es definir el cómo y llegar a modificar algunas



reglamentaciones si es necesario". Para Rolón, es importante impulsar las siguientes acciones:

- El fortalecimiento de una política industrial.
- La venta de servicios por parte de Pemex para apoyar el desarrollo de otras empresas.
- La localización de terrenos cercanos a los complejos para asentar otras industrias.
- El desarrollo de los servicios portuarios para detonar el proyecto del Corredor Transístmico.
- La utilización de terrenos de Gavilán de Allende, propiedad de Pemex, así como los muelles 8 y 10 para desarrollar una terminal de líquidos.
- El desarrollo de un parque industrial de 30 hectáreas en Duport Ostión, para la instalación de micro, pequeña y medianas empresas.
- El desarrollo en Ixhuatlán del Sureste de un parque industrial.
- El acceso al puerto de Coatzacoacoas desde la zona industrial.
- El desarrollo de la infraestructura carretera.

Carlos Miranda Sánchez, director general de la API Coatzacoacoas, señala que el Istmo ofrece un gran potencial de desarrollo en los siguientes rubros:

- Centros de manufactura y distribución global de productos
- Reintegración de cadenas productivas con insumos locales-regionales
- Almacenamiento de grandes volúmenes de productos para distribución regional
- Centros de distribución intercontinental
- Ejes de transporte regional

Las áreas de oportunidad se encuentran en los siguientes renglones

- Industrial
- Forestal
- Agroindustrial
- Pesquero
- Ganadero
- Minero
- Turístico
- Transporte multimodal

Para sacarle provecho a lo anterior, se requiere:

Un sistema ferroviario seguro, competitivo, moderno y eficiente

- Más y mejores opciones de servicios, con la participación de más empresas ferroviarias
- Incremento de la productividad del sistema nacional en todas sus vertientes
- Suficiente capacidad de respuesta de los mercados regionales § Un número óptimo de puntos de conexión
- Terminales equipadas, modernas y eficientes para contenedores y graneles en los puertos de Coatzacoalcos y Salina Cruz
- Autopistas y libramientos carreteros entre ambos puertos
- Rehabilitación y ampliación de la carretera federal existente
- Simplificación para la constitución y operación de nuevas empresas
- Plan de ordenamiento ecológico-territorial
- Infraestructura para parques industriales

De acuerdo con Miranda Sánchez, la justificación para llevar a la práctica lo anterior radica en que la zona del Istmo cuenta con los insumos más

importantes para la industria, entre ellos 90 por ciento de la extracción de petróleo crudo, 39 por ciento del proceso del crudo en el país, más de 80 por ciento de los productos químicos y petroquímicos producidos en el país; por el Istmo cruzan las principales líneas de transmisión de energía eléctrica originada en el estado de Chiapas, que tienen como destino el centro de México, y es el principal centro potencial para la generación de energía eólica.

### Coatzacoalcos, el puerto y sus características

Coatzacoalcos es un puerto industrial y comercial especializado en el manejo de petroquímicos, graneles agrícolas, minerales y carga general. Aunado al recinto portuario de Pajaritos, complejo petroquímico, forma un conjunto de instalaciones portuarias de gran capacidad para el manejo de embarcaciones de gran tamaño. Pajaritos es un puerto petrolero con capacidad para recibir buques-tanque de gran calado; los complejos La Cangrejera y Morelos, cercanos al primero, se hallan entre los más grandes e importantes de América Latina. Las oportunidades de inversión en el puerto están en mantenimiento, infraestructura y adquisición de equipo, rubros indispensables para mantener las instalaciones y el canal de navegación en condiciones óptimas así como para contar con las instalaciones adecuadas y el equipo necesario para el manejo de contenedores

Las obras prioritarias son las siguientes:

1. Escolleras para evitar el asolve en el canal principal de navegación.
2. Dragados para mantener los niveles de calado oficial en el canal principal de navegación así como en la dársena de Pajaritos.
3. Terminales y muelles. Se pretende desarrollar la actividad turística; a partir del año 2000, se está llevando a cabo la construcción de un muelle de 125



m de longitud por 20 m de ancho, el cual puede funcionar como muelle multimodal y de hincado de tablaestacas.

4. Construcción de bodegas y patios para dar al puerto una mayor área en terrenos que faciliten el establecimiento de nuevas empresas.

5. Enlaces terrestres y vialidades externas. Se tiene contratado un monto de \$ 0.57 millones de pesos para llevar a cabo la reconstrucción de 1,800 m<sup>2</sup> de losas de concreto hidráulico; esto con la finalidad de mantener las vialidades del recinto en óptimas condiciones de operación y servicio.

6. Corredor transístmico. Se está construyendo una bodega de consolidación y desconsolidación de contenedores que consta de 3,000 m<sup>2</sup>, con una inversión de \$ 4.93 millones de pesos.

#### Planes de desarrollo en Coatzacoalcos

En el mediano plazo, se debe considerar la consolidación de Coatzacoalcos como un puerto para el manejo preponderante de petroquímicos con volúmenes crecientes, indican en la API. El potencial de la región en los renglones agrícola, pecuario y mineral indica una tendencia a la diversificación de las cargas que son susceptibles de manejo en el puerto, mediante el establecimiento de líneas marítimas regulares. La Administración Portuaria Integral de Coatzacoalcos ha estado trabajando en proyectos importantes tales como exportación de perecederos por contenedores refrigerados, lo que implicó contar con la infraestructura necesaria. Por otra parte, se tiene considerado mantener pláticas con la empresa Planfosur, S.A. de C.V., la cual ha desarrollado un proyecto forestal interesante en la región de las Choapas, Veracruz. Se trata de la explotación de tres especies forestales de eucalipto, las que al término de siete años estarán en condiciones de transformarse en celulosa para papel. Se prevé iniciar el proyecto este año. El objetivo central es la

producción de madera, la cual se trituraría en una planta especializada dentro del recinto portuario que abarcaría un área de 60,000 m<sup>2</sup> y se exportaría vía marítima con un total aproximado de 30,000 toneladas al mes al estado de Texas, en Estados Unidos.

### Un poco de historia

Desde el mapa que Moctezuma entrega a Cortés en 1519 indicándole que el lugar más apto de todo el litoral del imperio mexicano para construir un puerto es en el río Coatzacoalcos, hasta los proyectos de este nuevo siglo, Coatzacoalcos crece por sus características como puerto en el Golfo de México y su cercanía con el puerto de Salina Cruz en el Océano Pacífico. La distancia entre ambos puertos remarca la importancia del Istmo de Tehuantepec, que registra una distancia de 287 kilómetros entre los dos puntos. Esta cercanía motivó -podría decirse que desde siempre- la construcción de un ferrocarril como detonador del desarrollo de la zona.

### Intentos de construir el ferrocarril del Istmo

En 1825, el italiano Gaetano Moro hace un proyecto para enlazar por ferrocarril las costas del Golfo de México y el Océano Pacífico, pero fracasa. En 1842 José de Garay obtiene la concesión de ejecución de la obra para unir ambos mares, concesión que también fracasa. En 1850, el gobierno de México otorga la concesión a la Tehuantepec Railward Co. para establecer la comunicación por ferrocarril a través del Istmo de Tehuantepec. Para ese efecto se instala un servicio de vapores de Nueva Orleans a Coatzacoalcos que descargaba el material de construcción río arriba, material que no llegó a utilizarse porque expiró la concesión. En 1857, el permiso para construir el ferrocarril se otorga a la Luisiana Tehuantepec Co., también de Nueva Orleans. Benito Juárez aprueba en 1869 el proyecto y amplía la concesión, la que es interrumpida por la intervención francesa. En 1878 la compañía de Edward Learned, con sede en Nueva York, recibe la

concesión, que pasa en 1879 a la compañía que representa Jorge Tyng. Éste comienza por emplear el dinero de la empresa para comprar las tierras de la isla Juliana, buscando hacer negocio con la ciudad que derivará del proyecto ferrocarrilero; no lo consigue, debido a que las autoridades de aquel tiempo lo obligan a donar las tierras. Para 1881, la empresa de Tyng había tendido 50 kilómetros de vías ferreas, había abierto desmontes, terracerías y terraplenes, pero el proyecto no prosperó. El gobierno de México tomó bajo su cargo la vía férrea y la inauguró el 29 de julio de 1894 con un trazo que ocupaba 370 kilómetros de longitud, con rieles de 56 libras por yarda.

Sin embargo, el tendido de vía no satisfizo las necesidades de transporte que se proyectaban en el Istmo, y se invitó al inglés Weetman D. Pearson para mejorarlo. Aunque el ferrocarril de Tehuantepec estaba terminado, faltaba mucho por hacer para adaptarlo al tráfico interoceánico a gran escala. Por ello, el gobierno de México entró en arreglos con la constructora inglesa S. Pearson & Son, Ltd., la que se comprometió a dar a la línea férrea la solidez necesaria.

#### La construcción de puertos

El río Coatzacoahuas era apto por naturaleza para la instalación de un puerto, pues formaba una bahía natural de capacidad casi ilimitada, con una profundidad que en 1905 era de 50 pies. Sin embargo, presentaba un problema técnico en la barra, pues al tener ésta un calado de sólo 12 pies, el acceso al río quedaba obstruido. El problema era quitar el asolve y lograr que no se volviera a acumular. Una situación similar había sido ya resuelta con anterioridad por el capitán Eads en el río Misisipi y por Pearson en el río Pánuco. La solución consistía en la construcción de dos malecones convergentes, con 1,300 metros de largo, extendidos desde la boca del río hacia el mar, de manera de confinar la corriente en los límites necesarios para asegurar el desasolve de la barra

por la acción de la corriente. El malecón del este se terminó de construir en 1905 y el del oeste, en 1906. Se buscó que la profundidad del canal de la barra fuera de 30 pies, y se efectuaron trabajos de dragado que la corriente conservaría gracias a las escolleras. El método de construcción fue el siguiente: primero se hizo un cimiento especial de cemento a 10 metros por debajo del agua y un ancho hasta de 80 metros en la base y de 50 en la parte superior. Sobre este primer cimiento se colocaron bloques de concreto y de piedra natural con peso de más de 25 toneladas, que se depositaban por medio de grúas movidas por vapor y que rodaban por unos rieles colocados sobre las partes parcialmente terminadas.

Sobre este enrocamiento se colocaron dos hileras de bloques de concreto de 40 toneladas de peso, con un ancho de 10 metros y dos de alto. La superficie de los bloques quedó a más de 5 metros arriba del agua. Sobre los bloques se colocó un parapeto de 6 metros de ancho y dos de alto. La mayor parte de las piedras y bloques de piedra fue sacada de las canteras ubicadas en la Mixtequilla, Oaxaca, a 30 kilómetros de Salina Cruz, y transportada por ferrocarril tanto a Salina Cruz como a Coatzacoalcos. En ambos puertos se construyeron muelles de estructura metálica y tablero de madera sobre los que corrían las vías del ferrocarril y estaban instaladas cuatro grúas eléctricas por tramo de atraque para manejar la carga de los buques. También se construyeron bodegas para almacenar la carga. Esta obra comenzó a operar en enero de 1907.


Balance de un sexenio

El impulso de la inversión privada en infraestructura

Para el transporte, el sexenio de Ernesto Zedillo se caracterizó por el crecimiento de la infraestructura ferroviaria y portuaria del país, por la insuficiencia de recursos para acelerar el desarrollo y dar mantenimiento adecuado a carreteras, y por la

ausencia de un marco legal acorde con los tiempos. La SCT planteó una estrategia fundamental en dos áreas: cambio estructural y reorientación y fortalecimiento del sector. En la primera, se iniciaron reformas al marco regulatorio que permitieron la inversión privada en todas las áreas que regula la dependencia. En la segunda, dirigida a áreas sociales prioritarias, se prestó atención a carreteras y caminos, se puso en práctica el programa de empleo temporal y un programa de telefonía rural. Sin embargo, en infraestructura carretera quedó un saldo financiero de alrededor de 10 mil millones de dólares. De las 23 carreteras que fueron rescatadas financieramente, y que son administradas por el Fideicomiso de Apoyo al Rescate de Autopistas Concesionadas podrán cumplir con sus obligaciones de deudas. En carreteras, en el periodo 94-2000 se invirtieron 17 mil 600 millones de pesos para la conservación de 42 mil kilómetros que integran la red federal; una conservación periódica a 28 mil kilómetros y reconstrucción de 5 mil 854 kilómetros y 855 puentes.

Respecto al marco regulatorio, se modificó el artículo 28 constitucional, las leyes Reglamentarias del servicio ferroviario, de aviación civil, aeropuertos, federal de telecomunicaciones y de la navegación, cuyos objetivos eran fortalecer básicamente la rectoría del Estado como promotor y abrir espacios a la inversión privada, factores que contribuyeron a reactivar el crecimiento de este sector. En 1994, el total de la inversión era pública y ascendía a 3 mil 389 millones de pesos anuales, y los subsidios sumaban 4 mil millones de pesos al año. Para octubre de 2000 el total de las inversiones era privado y alcanzó 2 mil 497 millones de pesos. En Ferrocarriles, se concesionaron líneas troncales, la terminal Ferroviaria del Valle de México y cuatro líneas cortas; pese a ello, el Estado aún conserva 20 por ciento de las acciones de Transportación Ferroviaria Mexicana; 24.5 por ciento de Grupo Transportación Ferroviaria Mexicana; 25 por ciento de Terminal Ferroviaria de valle de México y 100 por ciento del ferrocarril del Istmo de Tehuantepec. Con



la ley de puertos aprobada en 1993, se dio paso a la creación de las Administraciones Portuarias Integrales (API), organismos descentralizados con autonomía técnica y financiera, y se consiguió incrementar la participación privada mediante la licitación de concesiones. En el periodo 1990-1994 había una inversión de mil 259 millones de pesos, la que durante 1995-2000 ascendió a 17 mil 285 millones. Además, aumentó la capacidad instalada en puertos y el número de terminales especializadas para el manejo de carga comercial; de siete contenedores existentes en 1994, se llegó a doce en el 2000.

Con la nueva Ley Aeroportuaria se dio paso a la inversión privada y, con ello, a la segmentación de cuatro grupos regionales: el Grupo Aeroportuario del Sureste, el del Pacífico, el del Centro y el del Norte, en los cuales el Estado mantiene 85 por ciento del capital, con excepción del Grupo del Sureste, que ya ha sido colocado en la Bolsa de Valores de Nueva York. Mucho se hizo en cuanto a infraestructura, pero aún quedan tareas pendientes tales como las siguientes:

- Construcción y mantenimiento de carreteras y caminos rurales
- Inversiones para acelerar este sector
- Coordinación de los distintos medios de transporte y la infraestructura adecuada para ello
- Mayor eficiencia del sistema de paso de vías
- Construcción del aeropuerto alternativo de la ciudad de México

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

**Revista Construcción y Tecnología  
Febrero 2001**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO ANTERIOR](#)



[ARTICULO SIGUIENTE](#)

# Cómo evitar la formación de costras en el concreto decorativo



Joe Nasvik.

La mayoría de los contratistas experimentados en concreto decorativo pueden instalar acabados de concreto estampado en condiciones perfectas. Pero un contratista de concreto decorativo con habilidad excelente sabe cómo tratar las variables en el lugar de la obra a medida que van surgiendo.

Las costras en la superficie, que conducen a un gran número de grietas superficiales, son uno de los problemas más difíciles de manejar en el campo. Cuando ocurren, el monto de la reparación y la apariencia acordada para el acabado decorativo son desilusionantes, tanto para el propietario como para el contratista. Para empeorar las cosas, las personas entrenadas para examinar las fallas del concreto hacen con frecuencia un diagnóstico equivocado de las razones del agrietamiento, ya que carecen de experiencia en los problemas del concreto estampado. El curado inapropiado, la

**Aquí!** 

Las condiciones en que se coloca el concreto tienen que ver con su fraguado, y éste con la formación de costras en la superficie. Por eso, y de acuerdo con aquello de que "más vale prevenir que remediar", el autor recomienda evitar la colocación en condiciones que puedan ocasionar el problema, pero sugiere también cómo controlar éstas cuando el trabajo no puede suspenderse.



contracción excesiva causada por el viento, el exceso de aire incluido u otros factores, se han ofrecido como razones para las grietas creadas por los patrones de impresión en el concreto.

### Cómo reconocer el problema

La manera tradicional de determinar si una losa está lista para el estampado es presionar con un dedo la superficie.

Con una presión moderada, el dedo debe hacer una hendidura de una profundidad de 6 mm, y únicamente el área bajo el dedo debe quedar hundida. Esto significa que es tiempo de empezar el proceso de estampado. Si un área de aproximadamente 5 cm de diámetro también se flexiona alrededor del dedo, entonces se está formando una capa de costra en la superficie de la losa. Durante la fase de estampado, los problemas de costras superficiales se hacen evidentes como pequeñas filas de grietas paralelas a las juntas del patrón unitario.

Durante la operación de estampado se pueden formar miles de grietas, que pueden ser difíciles de cerrar posteriormente.

Esto es diferente a los problemas de "estampado duro", en donde los bordes de un patrón unitario se descomponen por la presión de los estampados, debido a que el concreto se ha vuelto demasiado duro para ser estampado. Cuando las costras son más graves, es probable que surja otra perturbación: los patrones unitarios empiezan a semejarse a piezas de pan.

El centro del patrón unitario toca la parte superior de la estampa (en donde la textura se imprime en el concreto), y el área del perímetro de cada unidad es empujada hacia abajo al mismo tiempo que la junta, dejando poca o ninguna textura alrededor de los bordes del patrón unitario.

Esto puede comprometer la apariencia de

todo un proyecto, y es poco lo que el instalador puede hacer para corregir el problema.

### Cómo sucede

La mejor condición para todos los tipos de procesos de acabado es un buen fraguado de la parte inferior:

El espesor total de una colocación de concreto debe experimentar el fraguado inicial antes de que lo haga la superficie de la parte superior. Las costras superficiales se desarrollan cuando el espesor total de una losa fragua más lentamente que la porción de 12 a 18 mm de la superficie.

En esta condición, los patrones de estampado y las texturas pueden equipararse a las impresiones de estampado en la parte superior de una delgada hoja de vidrio colocada en la parte superior del concreto húmedo; habrá rompimiento y agrietamiento por doquier. Las grietas superficiales que resultan no son generalmente más profundas ni más anchas de 3 mm, dependiendo del espesor de la costra. De modo que el problema es más un asunto de estética que de durabilidad. Es poco probable que los ciclos de congelación y deshielo agraven la condición, a menos que el agrietamiento sea severo.

### Por qué sucede

Las costras superficiales pueden ocurrir tanto en colados de concreto interiores como exteriores, y son principalmente el resultado de diferentes subrasante, concreto y temperaturas de aire. También debe considerarse la intensidad del sol. La primavera y el otoño son las épocas principales para las condiciones que favorecen las costras superficiales, debido a que las temperaturas del suelo son frías y el

sol es moderadamente caliente. Pero inclusive en el verano, pueden ocurrir condiciones similares. El problema se intensifica por el concreto coloreado, el cual absorbe más calor. Las temperaturas frías del concreto y las condiciones ambientales calientes pueden también ser causa del problema. "Una diferencia de temperatura de 3 °C entre la parte inferior de una losa y la superficie de la parte superior causará un problema notable", dice Art King, un gerente de control de calidad jubilado de una compañía de premezclados en el área de Chicago. "Si la diferencia es de 6 °C, el problema se vuelve serio". Los vientos de gran velocidad juegan también un papel importante, ya que remueven la humedad de la superficie del concreto recién colado, causando la formación de costras.

### Cómo evitarlo

La medida de control más importante es evitar la colocación del concreto bajo las condiciones que causan costras.

Verifique las temperaturas del suelo y del concreto y compárelas con las condiciones ambientales, incluyendo la intensidad del sol y la velocidad del viento. No coloque el concreto si los pronósticos del tiempo aseguran vientos que sobrepasen los 24 km por hora o condiciones ambientales que causen una diferencia de temperatura de 5 °F o más entre la parte superior e inferior del colado de concreto. Si usted debe colocar el concreto en condiciones que conduzcan a la formación de costras, pídale a su proveedor de concreto premezclado que agregue un acelerador sin cloruros al concreto a una dosificación de 1 a 2 %, dependiendo de la severidad de las condiciones.

Esto promoverá el fraguado de la parte inferior y le permitirá a usted empezar el estampado antes de lo acostumbrado,

dándole más tiempo para completar el proceso de estampado. Tenga en mente que todo ocurre más rápido, de modo que esté atento para determinar cuánto tiempo antes deberá empezar el estampado. El tratar con niebla el área de colocación también ayuda a reducir el potencial de costras, ya que la evaporación del agua enfría la superficie y se restablece la humedad.

Use las boquillas para neblina comercialmente disponibles, y no use las boquillas hechas para las mangueras de jardines.

Otro procedimiento de gran ayuda, aunque ha suscitado controversias porque podría afectar la inclusión de aire, implica el allanado continuo de la superficie. Cuando empiece a desarrollarse la formación de costras, asigne a una persona de la cuadrilla para que trabaje toda la superficie del concreto con una llana fresno. A medida que la losa empiece a apretarse, agregue agua a la llana fresno para asegurar que se aplique la presión a la superficie. Esto hará que salga a la superficie la humedad del concreto que se encuentra debajo y que se mezcle en el área con costras, causando un retardo en el tiempo de fraguado. Al dar a la parte inferior de la losa más tiempo para que se empareje con la parte superior, usted podrá estampar a un ritmo más normal. Si las velocidades del viento son de 16 km por hora o mayores, son muy útiles los retardadores de evaporación. Éstos deben aplicarse en espray sobre la superficie después de cada operación de acabado; no afectan la relación agua/cemento del concreto.

Si usted supone que las condiciones van a ser propicias para la formación de costras en la superficie el día de la colocación del concreto, colóquelo muy temprano en la mañana, cuando las diferencias de temperatura entre el suelo, el concreto y el

aire no sean tan grandes.

¿Cuándo son necesarias las reparaciones?

Las reparaciones cosméticas a las grietas causadas por la formación de costras en la superficie se hacen mejor durante el proceso de impresión o inmediatamente después de que haberse completado, más que al día siguiente. Use una llana de margen para cerrar las grietas y mueva la pasta de cemento desde cualquier lado de la mancha para cerrarlo.

Si existen manchas que deban removerse al siguiente día, pruebe el siguiente remedio. Pase el endurecedor de color a través de una criba de pintura (para remover la mayor parte del agregado de sílice), haga una pasta con este material y luego frótelo con su dedo en las áreas manchadas con su dedo.

Si el concreto fue coloreado integralmente, haga una pasta combinando las mezclas de prueba de color y el cemento portland hasta lograr el equilibrio correcto de color. Cualquiera de estos métodos serán efectivos para grietas angostas. Para grietas más anchas, debe incluirse un agregado en la mezcla.

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

**Revista Construcción y  
Tecnología**

**Febrero 2001**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)

## Punto de encuentro

---

**XV Curso de Estudios Mayores de la Construcción**  
(Master) / Perspectivas de la construcción y sus  
materiales en el siglo XXI Del 19 de febrero al 29 de junio  
en Madrid, España Informes: Instituto de Ciencias de la  
Construcción "Eduardo Torroja"  
<http://www.csic.es/torroja/cemco/Cemco.html>

---

**Talleres de Mampostería de Profesores Universitarios  
2001**

Del 11 al 13 de marzo en Clemson, Carolina del Sur, EUA  
Informes: Tel.: 303-939-9700 Fax: 303-541-9215  
E-mail: [info@masonrysociety.org](mailto:info@masonrysociety.org)

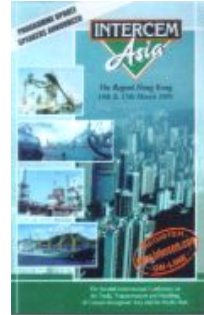
---

**INTERCEM ASIA / Séptima Conferencia Internacional  
sobre Comercio, Transporte y Manejo del Cemento a  
lo largo de Asia y el Pacífico**

14 y 15 de marzo en Hong Kong Informes:  
Tel.: +44-(0)20-8669-5222 Fax: +44-(0)20-8669-9226  
E-mail: [info@intercem.co.uk](mailto:info@intercem.co.uk)  
Internet: [www.intercem.com](http://www.intercem.com)

---

**Conferencia Internacional IABSE: Seguridad, Riesgo  
y Confiabilidad / Tendencias en la Ingeniería**  
Del 21 al 23 de marzo de 2001 en la isla de Malta



Informes: Tel.: +41-1-633 2647  
Fax: +41-1-633 1241  
E-mail: [malta.2001@iabse.ethz.ch](mailto:malta.2001@iabse.ethz.ch)  
Web site: [www.iabse.ethz.ch/conferences/malta/](http://www.iabse.ethz.ch/conferences/malta/)

---



**BAUMA 2001: Feria Internacional de Maquinaria,  
Vehículos y Construcción**

Del 2 al 8 de abril de 2001 en Munich, Alemania  
Informes en México: Camexa Servicios, S.A. de C.V.  
Tel.: 5 245 11 76 y 5 251 33 47  
Fax: 5 251 53 94  
E-mail: [tradedfairs@ahkmexiko.com.mx](mailto:tradedfairs@ahkmexiko.com.mx)

---

**10º Congreso Internacional sobre Polímeros en  
Concreto**

Del 21 al 24 de mayo de 2001 en Honolulu, Hawaii  
Informes: Prof. David W. Fowler, University of Texas at  
Austin, Department of Civil Engineering EJC 5.2  
Tel.: (512) 471-4498  
Fax: (512) 471-3191  
E-mail: [dwf@mail.utexas.edu](mailto:dwf@mail.utexas.edu)

---

**2º Simposio Mundial de la ECCE / Información y  
Tecnología de la Comunicación en la Práctica de la  
Ingeniería civil y la Edificación**

Del 6 al 8 de junio de 2001 en Espoo, Finlandia  
Informes: Tel.: +358 9 6840 7818 / +358 9 6840 780  
Fax: + 358 9 1357670  
E-mail: [siv.forsten@ril.fi](mailto:siv.forsten@ril.fi) o [ril@ril.fi](mailto:ril@ril.fi)  
Internet: [www.ril.fi/ecce.htm](http://www.ril.fi/ecce.htm)

---

**14º Congreso Mundial de la Carretera de la IRF**

Del 11 al 15 de junio de 2001 en París, Francia Informes:  
Tel.: 33. (0)1.44.88.25.25  
Fax: 33. (0)1.40.26.04.44  
E-mail: [fournier@socfi.fr](mailto:fournier@socfi.fr)  
Internet: <http://www.socfi.fr>

---



**Conferencia IABSE sobre Puentes Soportados por  
Cables / Reto de los límites técnicos**

Del 12 al 14 de junio de 2001 en Seúl, Corea

Informes: Tel.: +82-335-336-8375

Fax: +82-335-336-8376

E-mail: [seoul2001@iabse-kr.org](mailto:seoul2001@iabse-kr.org)

---

**1ª Conferencia Mundial sobre Túneles de Vías  
Urbanas**

Del 14 y 15 de junio de 2001 en París, Francia

Informes: Tel.: 33 (0)1 44 64 15 15

Fax: 33 (0)1 44 64 15 16

E-mail: [p.fournier@colloquium.fr](mailto:p.fournier@colloquium.fr)

Internet: [www.irfparis2001.com](http://www.irfparis2001.com)

---

**3ª Conferencia Internacional sobre Concreto bajo  
Condiciones Severas / Medio Ambiente y Carga**

Del 18 al 20 de junio de 2001 en Vancouver, BC, Canadá

Informes: Profesor N. Banthia, University of British  
Columbia, Department of Civil Engineering

Tel.: 1(604) 822-9541

Fax: 1(604) 822-6901

E-mail: [banthia@civil.ubc.ca](mailto:banthia@civil.ubc.ca)

---

**7º. Simposio Internacional sobre Ferrocemento y  
Compuestos Delgados del Cemento Reforzado**

Del 27 al 29 de junio en Singapur

Informes: Dr. M.A. Mansur, National University of  
Singapore, Department of Civil Engineering

Fax: (65) 779 1635

E-mail: [cvemansu@nus.edu.sg](mailto:cvemansu@nus.edu.sg)

**Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Febrero 2001**

**Todos los derechos reservados**





ARTICULO  
ANTERIOR