

# Opciones y Soluciones para el Curado y Sellado del Concreto

*Por Nicholas Adams y Jennifer Crisman*  
*THE EUCILD CHEMICAL COMPANY*

Una de las decisiones más importantes en el proceso de diseñar, producir y colocar concreto de calidad es la selección del método de curado y quizás también el tipo de tratamiento superficial. Un curado adecuado es crucial en este proceso, sin embargo las decisiones que se toman en el momento de seleccionar los productos de curado y sellado son frecuentemente incorrectas, llevando a malos resultados en el campo.

Un curado y/o sellado incorrectos puede dar como resultado un concreto que no cumpla las normas deseadas. Desde el punto de vista de costos, los productos para curado y sellado son relativamente económicos, pero las consecuencias de una incorrecta aplicación pueden ser importantes.

La lista de términos y productos en el Mercado parece infinita, y puede confundir fácilmente en el momento de especificar y hacer cumplir las normas de curado y sellado. Términos como curado, sellado, endurecimiento y “a prueba de polvo” son usados indiscriminadamente. Las categorías de productos, tales como compuestos curadores y selladores, endurecedores químicos o líquidos y densificadores líquidos, confunden también a aquellos que diseñan, compran y aplican estos materiales.

Esta confusión, lleva en muchos casos a una selección incorrecta, afectando la apariencia y comportamiento del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido. Con la información adecuada, es fácil seleccionar entre todos los excelentes productos para sellado y curado disponibles.

## **Por que curar y sellar el concreto?**

Un curado adecuado es vital para producir un concreto sano estructuralmente y para prevenir también un deterioro temprano, mientras que un sellado correcto extiende la vida útil del concreto. Para tener un curado adecuado se debe retener suficiente humedad por un tiempo determinado para que la hidratación (y reacciones puzolánicas, de ser el caso) ocurra.

La reacción química entre el agua y el cemento , inicia el fraguado y eventualmente endurece el concreto.

El método de curado debe considerar también condiciones externas como la temperatura del aire, la humedad, el viento, etc. El curado es especialmente importante cuando se coloca concreto en condiciones climáticas severas; ambientes cálidos, secos, superficies expuestas al sol directamente, vientos, las cuales aceleran la pérdida de humedad y aumentan las posibilidades de fisuras y fracturas en el concreto.

De manera opuesta, en climas fríos deben tomarse precauciones especiales ya que la hidratación es muy lenta. Un curado adecuado implica mantener ciertas condiciones de temperatura y humedad, tanto en el interior del concreto como en las áreas expuestas. El curado del concreto es imperativo por tres razones principales:

1. Permitir que el concreto logre las características de diseño.
2. Minimizar la fisuración, agrietamiento y pandeo.
3. Aumentar las características de desgaste y extender la vida útil.

Para lograr la resistencia de diseño, el concreto debe manejarse para evitar una hidratación lenta o acelerada. Un curado adecuado logra este fin y mejora al concreto en múltiples formas. Durante el proceso de hidratación, la pasta de cemento se endurece, haciéndose más fuerte y densa. La ganancia en densidad resulta en una superficie más dura, menos porosa, más impermeable al agua y sales, y consecuentemente más resistente a los ciclos de hielo/deshielo.

La ganancia en resistencia produce un aumento en las resistencias a la fisuración y el agrietamiento, tanto en el periodo de curado como después de este. Con una hidratación adecuada se mejoran la resistencia superficial, la durabilidad y la resistencia al desgaste.

Las consideraciones de diseño deben incluir todos los factores envueltos en la ciencia y arte del concreto, incluyendo:

- ☒ Calidad del agregado.
- ☒ Proporciones de mezcla y relación agua-cemento
- ☒ Operaciones de mezclado, colocación y acabado.
- ☒ Curado y sellado

### **Curado del concreto**

Curar el concreto es esencial para lograr la resistencia de diseño deseada. Tiempo, costos y condiciones ambientales afectan el método de curado más adecuado para cada caso, ya sea curado húmedo, membranas con mantas de aislamiento o compuestos líquidos formadores de membrana.

Los métodos de curado húmedo, ya sea por inundación, rociado o vapor mantienen el agua continuamente en la superficie del concreto, lo cual se logra

también si se cubre el concreto con plástico o papel. Pero en la realidad, muy frecuentemente es difícil emplear estos métodos en obra.

Si se consideran los requerimientos del Instituto Americano del Concreto (ACI), Norma Estándar para el Curado del Concreto, la cual especifica que el curado se realice por un periodo mínimo de 7 días. Mediante los métodos arriba mencionados no siempre se puede satisfacer esta norma, entre otras cosas porque en la mayoría de casos los cronogramas de obra no lo permiten.

Así pues, los compuestos formadores de membrana se convierten en un método de curado muy práctico. Estos productos retienen la humedad en el concreto durante edades tempranas permitiéndole ganar resistencia a la compresión, abrasión así como mejorar su densidad superficial y durabilidad frente a los ciclos de hielo deshielo. Los compuestos de curado forman una película en la superficie del concreto y reducen la evaporación del agua de mezcla, permitiendo que ocurra la hidratación del cemento. Además, la retención de humedad suministrada por estos compuestos es efectiva en la prevención del desarrollo de propiedades indeseables del concreto, tales como agrietamiento, pandeo, astillamiento y descascamiento, formación de polvo y en últimas baja resistencia.

Los compuestos de curado se fabrican a partir de una variedad de materiales como acrílicos, ceras y resinas de hidrocarburo; y se esparcen o aplican sobre la superficie del concreto. El momento de realizar esta operación es vital. Los compuestos deben aplicarse luego de que el concreto ha sangrado todo el exceso de agua y el agua superficial ha desaparecido, pero antes de que la superficie este completamente seca, de lo contrario el compuesto curador puede penetrar el concreto y no se formara la película que retiene el agua. Los compuestos curadores están sujetos también a consideraciones de temperatura y a ciertas dosis de aplicación. Es siempre recomendable seguir las especificaciones que para estos efectos tiene cada fabricante.

Los compuestos disipadores, tipo resina, son usados comunmente cuando se desean lograr los beneficios de un compuesto curador, pero se tienen dudas en la aplicación de capas posteriores de piso. Estos productos están diseñados para que con el tiempo se rompan al ser expuestos a la luz ultravioleta (UV), tráfico y al ambiente, suministrando de esta manera una placa limpia bien curada lista para sellar o para adherir materiales de piso.

Los compuestos curadores formadores de membrana están regidos por 3 normas:

1. ACI 308, Norma Estándar para el Curado del Concreto.
2. ASTM Internacional C 309, Norma Estándar para los Compuestos Formadores de Membrana Liquida para el Curado del Concreto.

3. ASTM C 1315, Norma Estándar para los Compuestos Formadores de Membrana Líquida con Propiedades Especiales para el Curado y el Sellado del Concreto.

Si se comprenden estas normas, el proceso de especificación de productos curadores, ideales para satisfacer las condiciones de diseño, se simplifica.

### **Sellado del Concreto**

La función principal de los productos selladores de concreto es repeler líquidos en su superficie, protegiendo de esta manera al concreto de los efectos negativos de la exposición ambiental. Estos productos reaccionan para formar una barrera en la superficie por naturaleza porosa del concreto, además de colaborar junto con el sistema de aire-vaciado al limitar la cantidad de agua migrando en el concreto.

Los selladores suministran protección contra la humedad y pueden mejorar la resistencia a la abrasión y la resistencia superficial. Cuando las temperaturas están cerca al valor de congelamiento, los selladores contribuyen a eliminar la humedad que si queda atrapada dentro del concreto puede ocasionar problemas superficiales.

Existen, de manera general, dos formas de sellar el concreto:

1. Sellador post-curado, el cual se aplica al concreto completamente curado.
2. Sellador-Curador, producto dos en uno, el cual se aplica sobre concreto recién terminado.

Los productos solo selladores están disponibles como sistemas de formadores de película o sistemas de tratamiento superficial que penetran en el concreto, y muchos de ellos pueden aplicarse una vez la superficie del concreto se ha secado con el aire. Sin embargo es mejor esperar 28 días para permitir un curado completo.

### ***Selladores formadores de Película***

Estos selladores se formulan típicamente a partir de compuestos acrílicos o mezclas, y están basados en solventes o en agua. Estos últimos son mas sensibles con las temperaturas de aplicación y la humedad que aquellos basados en solventes, pero producen poco olor y tienen un contenido de VOC (Compuesto Orgánico Volátil) reducido.

Los selladores formadores de película tienden a dejar una apariencia húmeda (superficie oscura). Son generalmente más económicos y protegen mayor contra ciertas manchas que los selladores penetrantes, pero requieren de aplicaciones mas frecuentes. Dependiendo del clima y del uso del concreto (por ejemplo exposición a químicos, clima y trafico) los selladores formadores de película pueden requerir ser re-aplicados cada dos años.

La familia de sellantes formadores de película penetran en la superficie del concreto en un mínimo solamente (dependiendo de la edad y calidad del concreto) y se usan generalmente sobre concreto existente para renovar la superficie. Esos sellantes se comportan mejor si se aplican sobre un concreto en buenas condiciones. (En caso de tener un concreto suelto o con mucho polvo, debe tratarse mayor con un endurecedor químico, luego de lo cual para mejorar la superficie puede aplicarse un sellante formador de película).

### ***Endurecedores líquidos y sellantes***

Los endurecedores líquidos (químicamente reactivos basados en agua) y los sellantes, restauran al concreto débil y polvoriento. Históricamente, estos productos han sido usados en trabajos de restauración o para adicionar resistencia al concreto nuevo. Son productos muy económicos y no forman película en la superficie.

Los productos de silicato reaccionan para formar un gel hidrato de silicato de calcio (CSH), el principal componente en la resistencia del concreto de cemento Pórtland. El concreto tratado con soluciones de silicato aumenta su densidad superficial, dureza y durabilidad. Generalmente, un concreto tratado con silicatos, puede ser recubierto con baldosa, alfombra o someterse a un tratamiento superficial posterior., ya que estos tratamientos no interfieren con la adherencia.

Los silico fluoruros también reaccionan para formar gel de CSH, y se emplean mas comunmente para ayudar a corregir pisos de concreto con una superficie débil y polvoriento. Luego del tratamiento, el concreto puede recubrirse con baldosa o cualquier otro material. Los silicofluoruros se aplican típicamente en procesos de 3 pasos a dosis diferentes, y se prefieren sobre los silicatos cuando se presentan problemas severos de desgaste y polvo.

Los productos siliconados reaccionan para formar un polímero de silicona hidrofóbico suministrando repelencia superficial a los líquidos. Los selladores de concreto que mezclan silicatos y siliconatos, restauran la durabilidad del concreto existente y reducen la absorción superficial, reducen o eliminan las marcas de neumáticos producidas por trafico de obra y, dependiendo del acabado, pueden producir gran brillo. Las mezclas de silicatos y siliconatos son ideales para la aplicación sobre placas de concreto de calidad y son particularmente beneficiosas sobre endurecedores de piso de agregado natural o mineral, al aumentar la densidad superficial y la repelencia a líquidos.

### ***Selladores Penetrantes***

En lugar de formar una membrana líquida, los sellantes penetrantes se embeben en las superficies de concreto y mampostería (de 0.8 mm a 25 mm dependiendo de la química del sellante y de la porosidad del sustrato) y reaccionan dentro del sustrato, suministrando así una superficie repelente al agua y resistente a la

penetración de sales, a la carbonatación y al daño ocasionado por materiales alcalinos.

Existen dos tipos de selladores penetrantes. Los productos de silano penetran al concreto mas profundamente que los siloxanos. Sin embargo, los siloxanos son menos volátiles y no se evaporan rápidamente como sucede con los silanos, así para lograr un buen desempeño, se requieren de menores concentraciones de siloxanos. Ambos tipos de productos forman resina de silicona mediante una reacción de link cruzado. El producto de resina de silicona es hidrofóbico, repeliendo agua y sales, manteniendo los iones de cloruro corrosivos alejados del acero de refuerzo (barras y mallas).

Las mezclas de silicatos/siliconatos presentan ciertos beneficios. Las pequeñas moléculas de silano penetran profundamente, protegiendo al concreto del ingreso de agua y sales, mientras que las moléculas mas grandes de siloxanos están mas cerca a la superficie del concreto, suministrando la primera línea de defensa.

Tanto los silanos como los siloxanos se ofrecen en base solvente o agua. Entre los solventes mas comunes se encuentran el xileno, el espíritu mineral y el alcohol. A pesar de que los alcoholes son menos volátiles que los solventes basados en petróleo (como el xileno y el espíritu mineral), son más costosos y no penetran tan profundamente. El agua es un carrier favorable, fácil de usar, de bajo costo y cumplen con las normas. Los sellantes penetrantes basados en agua están disponibles en emulsiones listas para usar o concentrados, permitiendo al usuario diluir el producto de acuerdo con la necesidad.

Estos productos repelentes al agua no cambian la apariencia del concreto ya que no forman una película superficial.

Los sellantes penetrantes son dos a tres veces más costosos que los sellantes formadores de película, pero suministran mayor protección y durabilidad. Los sellantes penetrantes deben aplicarse cada cinco o siete años.

Como precaución, cuando el concreto esta curado con un producto formador de membrana, la película debe removerse química o mecánicamente antes de aplicar el sellador, el cual no penetra si encuentra la película curadora. La superficie debe limpiarse y los poros deben estar abiertos para que el sellante penetre. Cuando se emplea un sellante penetrante, el curado húmedo, las membranas de lamina o las resinas disipadoras son los métodos de curado mas comunes.

Dependiendo del tipo de producto usado, los beneficios del concreto sellado pueden incluir mejoras en la resistencia ultravioleta, resistencia a los álcalis y ácidos, reducción de polvo, aumento en la resistencia a los ciclos de hielo/deshielo así como mejoras en los requisitos de mantenimiento y apariencia.

## **Curado-Sellado del concreto**

Los compuestos curadores-selladores, dos en uno, son un tipo de producto formador de película aplicado al concreto fresco para mejorar tanto la resistencia de diseño como la durabilidad. Puede aplicarse una segunda mano del mismo tipo o un producto compatible similar si:

- ⊗ se quiere reemplazar lo que se dañó por tráfico durante la construcción.
- ⊗ si se quiere aplicar protección antes de los periodos de hielo/deshielo; y
- ⊗ Si se quiere doble proteger la superficie antes de entregar la obra a su dueño.

Las formulas de los productos curadores-selladores varían según los fabricantes y ofrecen un rango de características y beneficios:

- ⊗ una película transparente, no amarillenta.
- ⊗ Brillo
- ⊗ poco o reducido olor
- ⊗ resistencia al descascaramiento.

Existen también diferencias en las características de comportamiento dependiendo del fabricante. Formulaciones con altos sólidos ofrecen una retención de humedad máxima para una eficacia de curado máxima. Es de anotar que si se comprenden las especificaciones de los ensayos, la escogencia del producto ideal es mucho más sencilla.

Cuando se selecciona un producto, es importante considerar las normas de construcción y de ambiente. Por ejemplo, para cumplir las regulaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU (EPA), los productos deben formularse según la norma ASTM C 1315, la cual incluye un 25 por ciento mínimo de sólidos en un carrier acuoso o solvente. Algunos estándares ambientales del aire son más severos (California y New Jersey) en unos estados que en otros, exigiendo el uso únicamente de productos basados en agua.

## **Especificaciones de los ensayos**

Para seleccionar el mejor producto, es de gran ayuda entender e incorporar las especificaciones y analizar los datos de acuerdo con ellas. Las tres principales especificaciones que regulan el curado y sellado del concreto requieren de un escrutinio muy severo. (En la mayor parte, todas las especificaciones y ensayos se referencian con base en estos documentos, o pueden ser identificados consultando las sub-especificaciones.)

- ⊗ ACI 308 hace referencia de las normas ASTM C 309, ASTM C 1315, y ASTM C 171, Norma Estándar para las Membranas Curadoras de Concreto.
- ⊗ ASTM C 309 llama por una eficiencia de curado mínima para los productos formadores de membrana. Menciona las soluciones de silicatos y siliconatos como reactivas químicamente con el concreto así como las membranas no

liquidadas, de acuerdo con lo requerido en las normas ASTM C 309 y ASTM C 1315.

- ASTM C 1315 llama por requisitos de curado mas eficientes, así como en la conveniencia del sellado en el concreto fresco y endurecido. Menciona propiedades especiales como la adherencia y la resistencia a los álcalis, ácidos y degradación UV (los productos que satisfacen estos requisitos automáticamente satisfacen la norma ASTM C 309)..

Un curado y sellado apropiados son esenciales para establecer un concreto de alto performance y de larga vida de servicio. La tecnología, así como los productos actuales ofrecen mejoras en las opciones de diseño, pero es imperativo que se entiendan las normas para así poder manipular los datos obtenidos en los ensayos adecuadamente. Esto asegura el cumplimiento de las normas, los requisitos de diseño y permite lograr los resultados deseados.

### **Mis concepciones y mitos**

Existen algunas mis concepciones y mitos acerca de los productos selladores y curadores de concreto. Muchas veces la habilidad de los endurecedores químicos de piso para mejorar la resistencia al desgaste se exagera. Los endurecedores químicos son una solución excelente para concreto suelto, carbonado o polvoriento, pero en pisos de concreto bien diseñados, terminados y curados adecuadamente, es poco el beneficio que se logra.

Desafortunadamente en el comercio se presentan estos productos como excelentes para curar el concreto fresco o aumentar la resistencia a la abrasión de una placa curada. Cualquier mejora real en la resistencia a la abrasión es solo posible en placas deficientes. Si la meta es aumentar la resistencia a la abrasión y la resistencia al desgaste de los pisos de concreto , lo mejor que se puede hacer es diseñar una mezcla de concreto de calidad , incluyendo una buena gradación así como buena selección de aditivos químicos, o en su defecto instalar endurecedores metálicos de piso .

Un curado adecuado así como un allanado correcto también resultan en una mejora en la resistencia a la abrasión.- mas de lo que cualquier endurecedor liquido puede suministrar. Claro esta que los efectos de mejorar la densidad y el sellado de la superficie, que se logran al emplear una mezcla silicato/siloconato, siempre serán beneficiosos aun para el mejor concreto. Diseñadores y propietarios deben recordar que que un sistema bien concebido – mezcla de concreto, curado, acabado y sellado correctos – resultara en un piso de concreto duradero. .