

PRAN vs. PRAH: LA DIFERENCIA PENETRON

Dándole una mirada al Informe ACI 212.3R-10 sobre Aditivos Químicos para Concreto

El “**Informe sobre Aditivos Químicos para Concreto**”, publicado por el Instituto Americano del Concreto (ACI 212.3R-10 / Enero 2011) incluye un capítulo sobre los aditivos reductores de permeabilidad (PRAs, por su sigla en inglés). Estos PRAs (permeability reducing admixtures) incluyen una amplia gama de aditivos que se pueden utilizar para reducir la permeabilidad en el concreto. Más específicamente, se describen dos categorías PRA:

- ▶ Aditivo Reductor de Permeabilidad para Condiciones No Hidrostáticas (PRAN, por su sigla en inglés) - anteriormente conocido como “Aditivos reductores de humedad,” donde la resistencia al agua bajo presión es muy limitada y no es adecuado para el concreto expuesto a presión de agua.
- ▶ Aditivo Reductor de Permeabilidad para Condiciones Hidrostáticas (PRAH, por su sigla en inglés) – o “aditivo impermeabilizante” que es lo suficientemente estable como para resistir agua a presión y se utiliza para la construcción hermética de tanques, fundaciones y estructuras de contención, etc.

En general, el rendimiento del aditivo reductor de permeabilidad depende de si se trata de un PRAN o un PRAH.

PRANs consisten ya sea en productos hidrofóbicos o químicos que repelen el agua (jabones y derivados de cadena larga de ácidos grasos, aceites vegetales y derivados del petróleo), sólidos finamente divididos (talco, bentonita, polvos de sílice, arcilla, resinas de hidrocarburos, y brea de carbón). Ellos son los más ampliamente utilizados para la protección contra la humedad en condiciones no hidrostáticas.

PRAHs incluyen sólidos finamente divididos (tales como sílice coloidal), bloqueadores de poros hidrofóbicos y aditivos por cristalización. Sin embargo, sólidos finamente divididos, incluyendo sílice coloidal, se utilizan normalmente en condiciones no hidrostáticas y sólo algunos de los materiales poliméricos se pueden clasificar como PRAHs. Los materiales bloqueadores de poros hidrofóbicos se utilizan sólo en condiciones no hidrostáticas. Polímeros hidrofílicos por Cristalización (látex, soluble en agua, o polímero líquido) sólo se utilizan en condiciones hidrostáticas.

Los aditivos por Cristalización resisten la penetración del agua contra la presión hidrostática y han demostrado ser los productos más eficaces PRAH con claras ventajas sobre los materiales hidrofóbicos a base de otros mecanismos o coalescencias poliméricas u otros rellenos, en términos de sellado de grietas, eficacia a largo plazo, mayor durabilidad de la estructura de concreto, etc. Finalmente, son capaces de puentear fisuras formadas por el movimiento térmico o mecánico.

Sólo los aditivos por cristalización pueden ser clasificados como verdaderos productos PRAHs. Como se describe en la tabla de la página 2 del documento ACI 212.3R-10 sobre aditivos (“Aditivos, sus características y usos”), sólo los polímeros hidrofílicos por cristalización (látex, soluble en agua, o polímero líquido) se pueden utilizar en condiciones hidrostáticas.

Ventajas de un PRAH

Los ingredientes activos en un PRAH por cristalización reaccionan con las partículas de agua y el cemento en el concreto para aumentar la densidad del silicato de calcio hidratado (CHS) y para generar bloqueo de poros en las micro-grietas y capilares existentes para resistir la penetración de agua. Como se forman nuevas fisuras durante la vida útil del concreto, los aditivos por cristalización continúan activos para reaccionar en presencia de humedad (agua), sellando espacios adicionales.

Como se ha indicado en el informe del ACI: "Para resistir la presión hidrostática, PRAHs emplean un mecanismo de bloqueo de poros por el crecimiento de una red de cristales, coalescencia polimérica, u otro relleno. Aunque la capacidad de soportar la presión hidrostática dependerá de cómo se bloquean completamente los poros y la estabilidad de los mismos bajo presión. La distinción debe hacerse con base en la capacidad demostrada de los aditivos para reducir la penetración del agua en las condiciones de servicio esperadas."

El mecanismo de bloqueo de poros se basa en productos químicos activos patentados mezclados con una combinación de cemento y arena.

Debido a que los PRAHs basados en coalescencia polimérica u otros rellenos no pueden soportar altas presiones hidrostáticas, no pueden ser considerados "verdaderos" aditivos PRAH. El mecanismo de bloqueo de poros en PRAHs con base cristalina, responden de forma permanente y global a la humedad y cambios incluso cuando se expone a alta presión hidrostática.

A diferencia de los materiales hidrofóbicos - tales como los productos PRAN mencionados anteriormente - los aditivos por cristalización son hidrofílicos. Los depósitos de cristales que se desarrollan a través del concreto, se convierten en parte permanente de la masa del concreto cuando estos están expuestos al agua. Los PRAHs hacen redundantes las membranas de impermeabilización externas, incluso para concreto bajo altas presiones hidrostáticas.

Tecnología PENETRON PRAH: Pruebas Bajo Altas Condiciones Hidrostáticas

Al igual que en el proceso general descrito para los aditivos por cristalización PRAH más arriba, los ingredientes activos en PENETRON ADMIX[®] reaccionan con los subproductos de hidratación del cemento en presencia de agua en estructuras de concreto fresco y endurecido. Estas reacciones extienden la hidratación y forman moléculas adicionales de hidrato de silicato de calcio junto con cristales insolubles a lo largo de la matriz de concreto. Estas formaciones insolubles se precipitan dentro de los poros y capilares naturales de la mezcla de concreto para reducir drásticamente la permeabilidad del mismo.

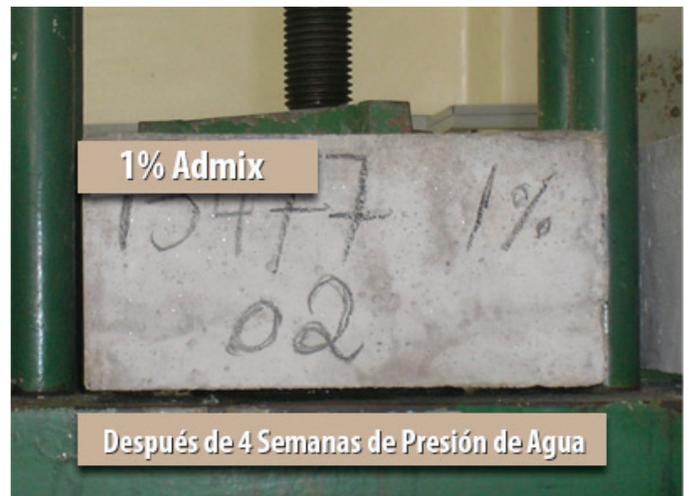
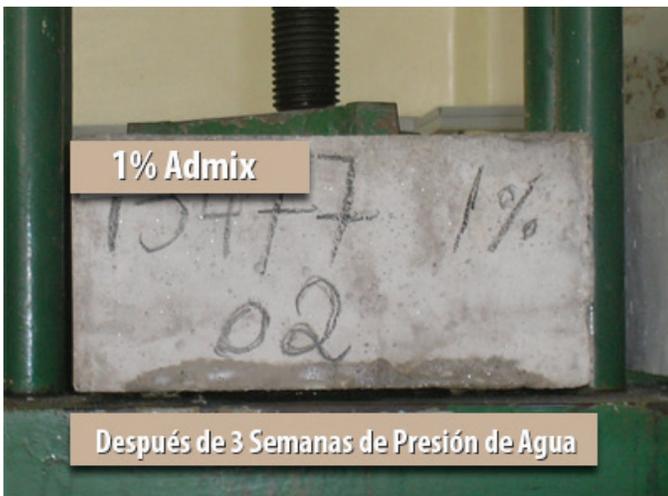
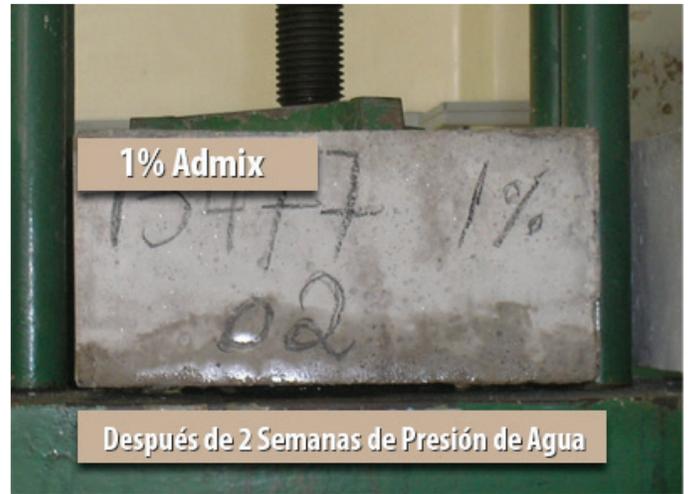
Cuando se añade PENETRON ADMIX[®] al concreto durante su mezcla, la red cristalina resultante también sella permanentemente las microgrietas que se desarrollan durante la vida útil del concreto.

Los productos PENETRON han sido ampliamente probados en laboratorio bajo condiciones hidrostáticas altas (incluyendo ASTM D5084, NBR 10.787/94, USAE CRD C48, BS EN 12390-8 y DIN 1048-5 de permeabilidad al agua). En estas pruebas, la red cristalina resultante reduce efectivamente la permeabilidad de las muestras de concreto cuando se compara con las muestras control; las fugas en el concreto tratado fueron eliminadas, incluso cuando estuvo expuesto a altas condiciones hidrostáticas.

Los siguientes ejemplos muestran las mejoras de las reacciones de reducción de la permeabilidad de PENETRON ADMIX[®] en condiciones hidrostáticas altas.

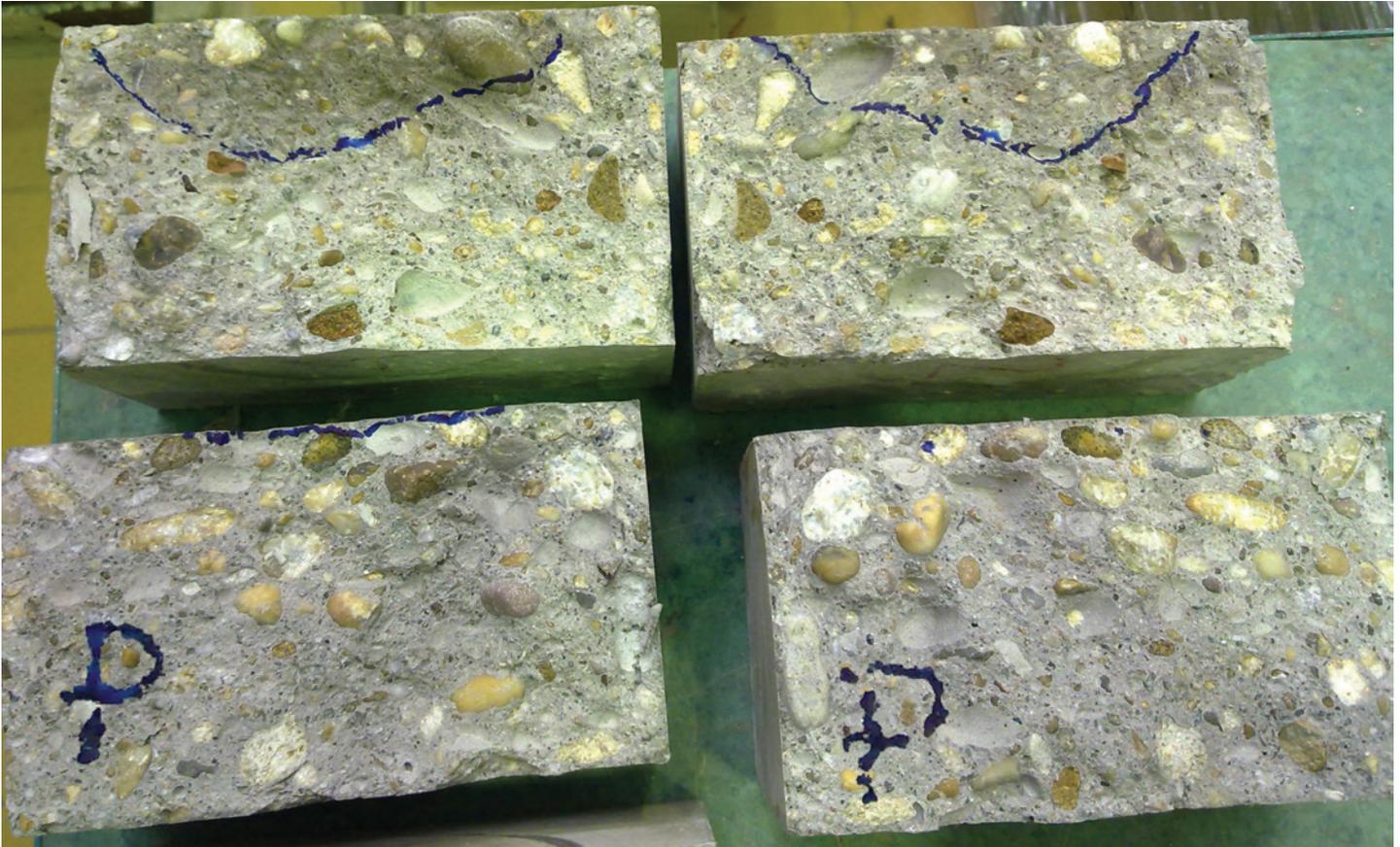
Prueba de Penetración de Agua Bajo Presión - NBR 10.787/94

101,5 psi de cabeza de presión



Después de ser expuesto a una presión de 101,5 psi (234,1 pies de presión de cabeza) durante cuatro semanas, la reacción por cristalización de PENETRON ha reducido casi por completo la permeabilidad del concreto y eliminado todas las fugas.

MSZ EN 12390-8:2009 (DIN 1048)



Las muestras tratadas con PENETRON ADMIX[®] (marcadas con una P) y dos muestras de control son mostradas. Todas las muestras fueron expuestas a una cabeza de presión de 72,5 psi durante 72 horas. Esta foto fue tomada inmediatamente después de dividir las muestras en la mitad para medir la profundidad de la penetración del agua. Las muestras PENETRON ADMIX[®] mostraron una reducción del 94,4% en la penetración de agua en comparación con las muestras control.

Proyectos Recientes de PENETRON PRAH

La tecnología de reducción de permeabilidad de PENETRON ha sido probada en exigentes proyectos con altas presiones hidrostáticas con gran éxito. Varios proyectos recientes destacan la efectividad de los aditivos de reducción de permeabilidad de PENETRON en altas condiciones hidrostáticas de servicio:

- ▶ Túnel South Cobb Lift Station cerca de Atlanta, GA
- ▶ Tower Street Reservoir - un tanque de retención de ocho millones de galones de agua en Harrisonburg, VA
- ▶ Túnel National Road Bikeway cerca de St. Clairsville, OH
- ▶ Aeropuerto de Singapur / Terminal 3, Singapur
- ▶ Gardens by the Bay, Marina Bay, Singapur
- ▶ Corredor Duarte, Santo Domingo, República Dominicana
- ▶ Aeropuerto Internacional de Chennai, India



Túnel South Cobb Lift Station

Esta estructura es un eje de 212 pies de profundidad que levanta las aguas residuales de más de 32.000 LF de los túneles en Cobb County, GA. A estas profundidades extraordinarias, el diseño - un pozo húmedo dentro de un pozo seco - requiere que la permeabilidad del concreto sea extremadamente baja para eliminar todas las preocupaciones con fugas de aguas residuales de la zona húmeda hacia el pozo seco (que es utilizado por el personal de mantenimiento). La presión del agua subterránea en 212 pies de elevaciones y los pedazos quebrados y rotos de roca del fondo eran las preocupaciones de impermeabilización más importantes. PENETRON ADMIX[®]

se especificó como PRAH para este proyecto, más de 20.000 yardas cúbicas fueron tratadas e impermeabilizadas con éxito.

Tower Street Reservoir

Ubicado en Harrisonburg, VA, este nuevo tanque de retención de concreto que contiene ocho millones de galones de agua sustituye al antiguo reservorio revestido de concreto el cual presentaba ya fugas. Construido por Crom Corporation, el nuevo tanque cuenta con los beneficios de la reducción de permeabilidad de la tecnología de impermeabilización por cristalización integral de PENETRON. La construcción del nuevo tanque incorpora a PENETRON ADMIX[®] en el Concreto Lanzado Reforzado (PAES, por sus siglas en inglés) y su aplicación para proteger el acero de refuerzo embebido en la placa de concreto y eliminar todas las fugas de la estructura de más de 70 pies de altura. La capacidad de PENETRON ADMIX[®] para reducir la permeabilidad del concreto en altas condiciones hidrostáticas del sistema de distribución de agua de Harrisonburg ha sido mejorado mediante la eliminación de fugas de agua.





Rehabilitación del Túnel National Road Bikeway

Con más de 100 años de antigüedad, el túnel National Road Bikeway fue afectado por la filtración de aguas subterráneas y daños. Construido por primera vez en 1902 en un área de condiciones muy complicadas y entradas significativas de aguas subterráneas. El objetivo principal del proyecto de rehabilitación era controlar la filtración de agua, la acumulación de hielo y el posterior daño. La capacidad de la tecnología de PENETRON para reducir la permeabilidad del nuevo revestimiento en el concreto lanzado, incluso en contra de la elevada cabeza de presión hidrostática, superó las expectativas del equipo de diseño. El problema de filtración de agua y del hielo fue eliminado totalmente.

Aeropuerto de Singapur / Terminal 3, Singapur

Más que un centro de transporte aéreo, el aeropuerto Changi es un símbolo de orgullo nacional y un referente de excelencia en servicio. El Terminal 3 cuenta con innovadoras instalaciones para pasajeros y una arquitectura moderna. 140.000 m³ de concreto se trataron con PENETRON ADMIX[®], junto con PENETRON[®] pintura y PENECRETE MORTAR[™].





**Gardens by the Bay,
Marina Bay, Singapur**

Los distintivos jardines frente al mar son un espacio de un 'entretenimiento educativo' todo el año, un icono arquitectónico, una atracción de horticultura, y una vitrina de la tecnología de energía sostenible - con grandes vatories conser refrigerados replicando climas específicos para contener una variedad poco común de flores y plantas. El proyecto representó desafíos de impermeabilización severos, ya que está construido enteramente en terrenos ganados al mar y justo al lado del océano. 18.300 m³ de concreto fueron vaciados con PENETRON ADMIX[®] en la placa base y las paredes; PENE[™]BAR SW-55 fue utilizado en las juntas de construcción y PENESEAL PRO[®] en las paredes de la montaña.

**Corredor Duarte,
Santo Domingo, República Dominicana**

El túnel Corredor Duarte, es el más reciente en República Dominicana que ofrece una rápida conexión entre Santo Domingo y el resto del país. Sobre 1.200 m (4.000 pies) de longitud, el túnel tiene un papel clave en el alivio de la congestión de tráfico crónico de la capital. Una capa del concreto lanzado mucho más delgada se aplicó inmediatamente detrás de la máquina perforadora de



túneles creando un anillo de soporte de carga natural y reduciendo al mínimo la deformación de las capas circundantes de la roca. PENETRON ADMIX[®] se utilizó para reducir la permeabilidad de las paredes del concreto lanzado. PENE[™]BAR SW-55 se utilizó para sellar las juntas de construcción. En total, se utilizaron 45 toneladas de PENETRON ADMIX[®] y 2.300 metros de PENE[™]BAR SW-55.



Aeropuerto Internacional de Chennai, India

Ampliado y modernizado para satisfacer las demandas de mayor tráfico, el Aeropuerto Internacional de Chennai amplió la terminal internacional, y ha añadido una nueva terminal nacional de pasajeros, servicio de estacionamiento de varios niveles y una pista paralela para aumentar la capacidad a 16 millones de pasajeros al año. Ubicado junto a la Bahía de Bengala, los niveles de agua

subterránea fluctuantes del aeropuerto (-10 m en verano y -3 m durante el monzón) demandaron una impermeabilización completa de todas las estructuras de concreto y las juntas del concreto en el sótano (10 m de profundidad). En total, se utilizaron 125 toneladas de PENETRON ADMIX[®] en las losas del sótano y muros de contención; 15.000 metros de PENEBAR[™] SW-45 sello de junta del tipo hinchable se utilizaron para evitar la entrada del agua a lo largo de las juntas.