

INTRODUCCIÓN

La existencia de un nivel freático considerable, constituye un factor de gran importancia en la vida de servicio de las estructuras, específicamente en las cimentaciones. La durabilidad del fundamento de la estructura está asociada principalmente a la calidad de los materiales que la conforman, a la aplicación de procedimientos constructivos adecuados, así como a factores externos, tales como la naturaleza del terreno, es decir, su composición química, la presencia de humedad y la presión que pueda ejercer sobre la estructura. La Ingeniería de Diseño se encarga de considerar los esfuerzos relacionados con las cargas vivas y muertas a las que estará sujeta la estructura en su vida de servicio, así como la acción directa de empujes hidrostáticos en muros de sótano y subpresiones en losas de cimentación. Sin embargo, para este tipo de estructuras, existen factores de durabilidad que están directamente relacionados con características del concreto, particularmente la baja permeabilidad.

Como se mencionó anteriormente, la durabilidad de las estructuras de concreto involucra varias cualidades de los materiales, consideraciones de diseño, procedimientos constructivos y condiciones de exposición durante su vida de servicio. Una de las cualidades principales del concreto durable es la baja permeabilidad. Esta característica permite disminuir la tasa de ingreso de sustancias al interior de la masa del concreto; lo cual reduce el riesgo, o retarda la ocurrencia, de fenómenos de deterioro de las estructuras tales como la

corrosión del acero de refuerzo, el ataque por sulfatos o por reactividad álcali-agregado, entre otras. Adicionalmente, bajo condiciones de servicio, algunas estructuras subterráneas o contenedoras de líquidos, pueden presentar filtraciones, fugas activas y transmisión de humedad, generando un riesgo operativo de las instalaciones e incomodidad a los usuarios del inmueble.

La permeabilidad es la capacidad que tiene un material para dejarse atravesar por un fluido. El concreto, siendo un material heterogéneo, no tiene cualidades impermeables. Incluso, la reducción de la relación agua/material cementante (a/mc), no constituye una medida integral de disminución de la permeabilidad. De aquí la importancia de incluir en el concreto aditivos especiales para reducir la permeabilidad.

La baja permeabilidad de un concreto está en función de varios factores que interactúan simultáneamente, tales como el diseño de mezcla; la composición del material cementante; las condiciones de curado; la madurez del concreto y en gran medida el uso de aditivos y adiciones especiales, que promuevan una reacción físico-química de afinamiento de la porosidad y desconexión de poros.

Algunas cimentaciones de concreto, son utilizadas como parte funcional de la estructura, como en el caso de sótanos, cajones de estacionamiento y cisternas. En estos casos, además de constituir estructuras de soporte, las cimentaciones deben diseñarse para tener la capacidad

de reducir el riesgo por filtraciones hacia el interior de estos espacios funcionales durante su vida de servicio, a fin de evitar daños por durabilidad de la estructura y costos asociados a repetidas reparaciones.



Escuela Naval Militar, Ciudad de México

Losa y muros de cimentación con PENETRON ADMIX y PENEBAR SW 45 en juntas de construcción

Las cimentaciones que consideran un sistema de pilas o pilotes, no constituyen un área funcional de las estructuras; sin embargo, el concreto debe ser durable para conservar su capacidad portante. Dentro de las características de durabilidad que deben especificarse en estos casos, se encuentra la baja permeabilidad, ya que evita el ingreso de agentes nocivos que deterioren la matriz de concreto, brindando una adecuada protección al acero de refuerzo.

El presente documento técnico contiene información del desempeño de PENETRON ADMIX, tanto en mezclas de concreto convencional como de concretos de alto desempeño, de proyectos en México.

PENETRON ADMIX

PENETRON ADMIX es un aditivo reductor de permeabilidad en polvo que se integra en la mezcla de concreto, brindándole cualidades para ser utilizado en estructuras contenedoras de líquidos, tales como cisternas, albercas, plantas de tratamiento de aguas residuales, presas, instalaciones acuáticas; estructuras subterráneas, tales como cimentaciones, túneles y losas de sub-presión; y estructuras en contacto con ambientes agresivos, tales como estructuras marinas y puentes. PENETRON ADMIX es el complemento durable de una mezcla de concreto bien proporcionada, es decir, no está diseñado para compensar las deficiencias de un concreto pobre. La acción de PENETRON ADMIX se promueve en presencia de humedad, es decir en estructuras que estarán en contacto con agua durante su vida de servicio. Su dosis típica es de 0.8% con respecto a la masa de cemento.



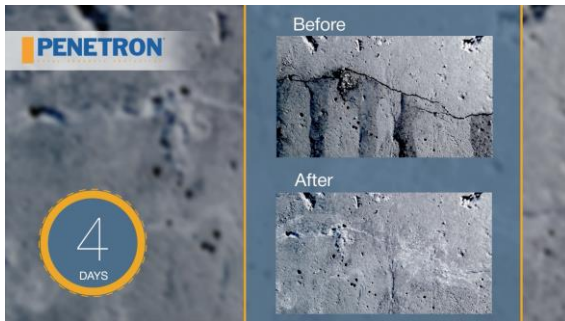
Proyecto Landmark, Guadalajara, Jalisco

Losa de sub-presión y muros de cimentación con PENETRON ADMIX

El Reporte de Aditivos Químicos para Concreto del American Concrete Institute (ACI 212), considera una clasificación especial para los aditivos reductores de permeabilidad para concretos que

estarán expuestos a condiciones hidrostáticas de servicio. PENETRON ADMIX corresponde a dicho grupo de aditivos, Tipo PRAH, ya que cuenta con una tecnología eficaz por cristalización para reducir la permeabilidad promoviendo resistencia a la penetración de líquidos bajo condiciones de presión.

Adicionalmente, PENETRON ADMIX brinda importantes beneficios de disminución de absorción capilar, reducción de la penetración de iones cloruro y promueve el auto-sellado de microagrietamiento y de grietas por contracción plástica de hasta 0.4 mm de abertura.



Capacidad de auto-sellado de una mezcla de concreto que tiene PENETRON ADMIX

La permeabilidad es una característica que puede medirse mediante métodos de ensayo estandarizados, que reproduzcan la forma más cercana a las condiciones del proyecto, especialmente los que implican la aplicación de presión de agua. Así, el desempeño de baja permeabilidad de una mezcla de concreto que contiene PENETRON ADMIX puede verificarse bajo ensayos internacionales estandarizados, tales como:

PERMEABILIDAD

- En los ensayos DIN 1048 y BS EN 12390-8, se determina la profundidad de penetración del agua bajo condiciones de presión hidrostática de 0.5 MPa (50 m columna de agua) sostenida por 72 horas.
- En el ensayo modificado DIN 1048 parte 5, se determina la profundidad de penetración del agua en 4 ciclos de carga y secado, con duración de 3 días cada uno, considerando una presión hidrostática de 0.5 MPa (50 m columna de agua).



Instalación del ensayo DIN 1048

Existen ensayos indirectos de la característica de permeabilidad del concreto, tal como el de la NMX C 155 o ASTM 1202, donde se cuantifica la carga eléctrica que atraviesa un espécimen.

Carga que pasa (Coulombs)	Penetrabilidad de iones Cloruro	a/mc
> 4000	Alta	0.60
2000 a 4000	Moderada	0.40 a 0.50
1000 a 2000	Baja	0.40
100 a 1000	Muy baja	Látex, humo de sílice
< 100	Despreciable	Polímeros, humo de sílice

Clasificación de permeabilidad del concreto a iones cloruro de acuerdo con NMX C 155 y ASTM C 1202

La Figura 1 muestra el desempeño de permeabilidad de acuerdo con ASTM C 1202, para mezclas de concreto convencionales con Cemento Portland Compuesto con característica de resistencia a los sulfatos y 25% de ceniza volante. PENETRON ADMIX permite disminuir la permeabilidad considerando este ensayo realizado a los 28 días de edad del concreto.

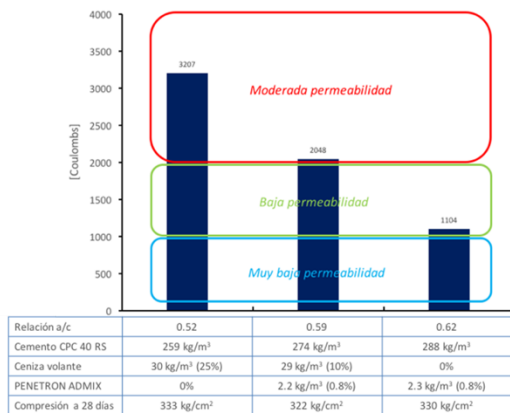
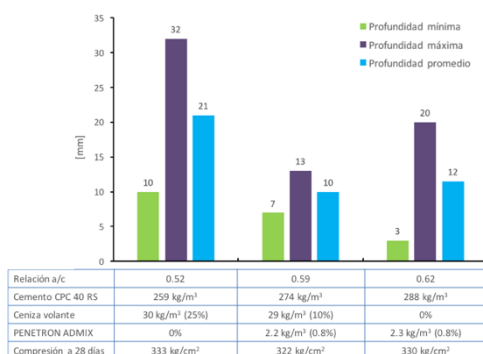


Figura 1. Desempeño de mezclas convencionales con PENETRON ADMIX bajo el ensayo NMX C 155 o ASTM C 1202

Para varias aplicaciones donde existe un frente de agua o presión hidrostática, la especificación basada en la carga eléctrica puede resultar insuficiente, ya que el ensayo no contempla circunstancias directas de presión de agua, pudiendo generarse complicaciones en la vida de servicio relacionadas con transmisión de agua y



corrosión del acero de refuerzo, principalmente.

La Figura 2 muestra el desempeño obtenido de estas mismas mezclas convencionales bajo el ensayo BS EN 12390-8. Puede observarse que la profundidad máxima de penetración de agua de 32 mm para la mezcla sin PENETRON ADMIX podría representar que el frente de agua o presión hidrostática alcanzara rápidamente, o sobrepasara, el recubrimiento del acero de refuerzo, tomando en cuenta, que se trata de concretos convencionales para estructuras de cimentación. Puede observarse menor profundidad de penetración promedio del agua bajo presión en los casos en que se utilizó PENETRON ADMIX. Incluso podría proponerse la hipótesis de que, para los materiales utilizados en estas mezclas, podría existir una acción sinérgica con la ceniza volante (mezcla con relación a/c de 0.59). Sin embargo, se requeriría de mayores estudios para determinar tal comportamiento. Por otro lado, cabe mencionar que como en todos los ensayos, existen circunstancias que lo hacen susceptible a un coeficiente de variación, por lo que los 2 mm de diferencia entre las mezclas con a/c de 0.59 y 0.62, podrían ser no significativos.

Figura 2. Desempeño de mezclas convencionales con PENETRON ADMIX bajo el ensayo BS EN 12390-8

CAPACIDAD DE AUTOSSELLADO

- En el ensayo GD 18445/1 se mide el flujo de agua que atraviesa a un espécimen con grietas inducidas. El agua es inyectada a una presión de 1.5 MPa (153 m columna de agua) por 8 semanas. La Figura 3 muestra la reducción del 70% del flujo que atraviesa al espécimen cuando se utiliza PENETRON ADMIX en una mezcla de concreto en México.

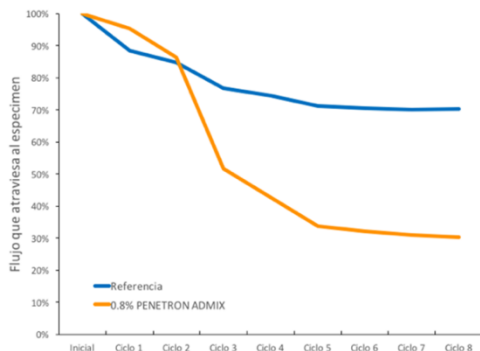


Figura 3. Desempeño de un concreto con PENETRON ADMIX bajo el ensayo GD 18445/1

La figura 3 muestra el comportamiento de una misma mezcla con relación a/c de 0.45, con características de diseño durable, elaborada con materiales de México. La única variante es que la Referencia no contiene PENETRON ADMIX y otra contiene 0.8% con respecto a la masa de cemento. Al final del ensayo, la mezcla que contiene PENETRON ADMIX muestra una reducción significativa de aproximadamente 40%, en el flujo que atraviesa al espécimen con respecto a la Referencia. El mejoramiento paulatino de la mezcla con PENETRON ADMIX está relacionado con la capacidad de este aditivo de continuar su reacción con los componentes del cemento hidratado en presencia de agua, obturando progresivamente la conexión entre poros

Para el éxito de aplicaciones de estructuras durables, las especificaciones de proyecto deben contemplar valores mínimos o máximos de acuerdo con ensayos estandarizados. En el caso de la baja permeabilidad, es importante considerar el o los ensayos que representen mejor las condiciones de servicio de la estructura. Finalmente, es importante subrayar que la baja permeabilidad de las estructuras se logra por el uso de un sistema integral, es decir, un concreto con características de baja permeabilidad y un tratamiento de juntas, que en sinergia, promuevan la estanqueidad de la estructura.

PENEBAR SW-45 RAPID es una cinta preformada hidrofílica de aplicación sencilla, que impide eficientemente filtraciones en las juntas mediante una acción física de obturación ante la presencia de un frente de agua.



Punto Valle, Monterrey, N.L.

Losa de sub-presión y muros de cimentación con el sistema PENETRON ADMIX y PENEBAR SW 45-RAPID

El grupo PENETRON es líder en productos y sistemas de especialidad para la impermeabilización, reparación y preparación superficial del concreto a través de la cristalización cementicia. El

grupo opera a través de una red mundial la cual ofrece apoyo a firmas de ingeniería y una comunidad de constructores a través de sus oficinas regionales, representantes técnicos de venta y distribuidores.

Para mayor información de las soluciones de impermeabilización PENETRON, por favor, visite nuestra página www.penetron.mx, o contáctatemos a contacto@penetronmex.com.