

Reparación de Hormigón

Deterioro por ataques químicos

El hormigón si está situado en condiciones adecuadas, es un material duradero que mejora su resistencia con el tiempo; sin embargo, las estructuras de hormigón están expuestas a múltiples agentes que pueden deteriorarlas, tras una inspección especializada se determinará su origen y se definirá una estrategia de reparación. La selección de los materiales de reparación se hará de acuerdo con la EN-1504 y su aplicación se realizará conforme a las instrucciones del fabricante.

DAÑOS POR ATAQUES QUÍMICOS

Corrosión inducida por cloruros



Es la primera causa de deterioro del hormigón, el deterioro no es debido a un ataque químico al hormigón, sino al otro componente que lo conforma, el acero de la armadura. Esta armadura está protegida por el hormigón que la rodea y que le proporciona la alcalinidad necesaria para evitar la corrosión.

Sin embargo, en determinadas condiciones como ambiente marino o sales de deshielo, los cloruros pueden penetrar en el hormigón hasta la armadura. Con la presencia del oxígeno y la suficiente cantidad de iones cloruros disueltos en el agua de los poros del hormigón, se puede instigar la corrosión de la armadura, incluso en condiciones de alcalinidad alta.

En estas circunstancias se pueden producir roturas y puntos débiles en la fina capa pasivante de óxido de la superficie del acero, debido a la formación de sales hidrocclorídricas. Así puede comenzar la corrosión por puntos ("pitting"). Bajo ciertas condiciones, estos puntos de corrosión pueden crecer rápidamente y causar una gran pérdida de sección con serias implicaciones estructurales.

Carbonatación

La segunda causa más común de deterioro debido a ataque químico es el fenómeno natural de la carbonatación. El hormigón está casi siempre en contacto con el aire, por lo tanto, dependiendo de la localización de la estructura, expuesto a menores o mayores niveles de dióxido de carbono en la atmósfera.

En el hormigón elaborado con cemento Portland ordinario, la portlandita está presente en cantidades relativamente altas (40 a 50 %). La cal libre del hormigón es vulnerable a la reacción con el dióxido de carbono del aire que se disuelve en el agua de los poros del hormigón, creando carbonato cálcico.

Una consecuencia de la carbonatación es la disminución del pH del hormigón de 13, cuando es nuevo y no carbonatado, hasta 9 después del proceso. El "frente" de carbonatación, que marca la profundidad de penetración del dióxido de carbono y la consecuente reducción de la alcalinidad pasivante, puede llegar eventualmente a la profundidad de las armaduras.

En esta situación el acero ya no está "naturalmente" protegido por la alta alcalinidad del hormigón, y con la presencia de humedad y oxígeno normal, se producirá la corrosión, llevando a fisuración y desprendimiento del recubrimiento de hormigón.



Ataque por sulfatos

Los sulfatos están siempre presentes en el cemento y forman la etringita (cristales en forma de agujas) durante las primeras etapas. Esto es debido principalmente al yeso (sulfato cálcico) añadido en la planta de cemento, que reacciona con los aluminatos del cemento (reguladores de fraguado), durante las primeras horas después del amasado con el agua para la producción de hormigón.

Los agentes expansivos a base de sulfatos también se suelen añadir cuando se hacen hormigón o morteros con retracción compensada.

Los daños en el hormigón por reacciones con sulfatos surgen cuando, o sulfatos adicionales penetran en el hormigón o hay adición posterior de sulfatos (p.e. por áridos contaminados con sulfatos). Este fenómeno se denomina "formación diferida de etringita" o etringita "secundaria. Ocurre de una manera heterogénea y muy posterior (después de meses o incluso años). Estas reacciones expansivas pueden producir también fisuración, desprendimientos del hormigón y pérdida de resistencia, puesto que ocurren cuando el hormigón ya está endurecido y es un cuerpo rígido.

Reacción álcali-árido (ASR)

Esta es una reacción de los áridos silíceos reactivos con los constituyentes alcalinos del hormigón, en presencia de agua. La ASR se identificó por primera vez como causa del

deterioro del hormigón hace más de 60 años (Stanton, 1940). Desde este descubrimiento original, se han conocido muchos casos a lo largo de todo el mundo (algunas veces se le conoce emotivamente como “cáncer del hormigón”).

Está ampliamente aceptado que los tres componentes necesarios para que se produzca la ASR en una estructura de hormigón son:

- Sílice reactiva (de los áridos)
- Álcalis suficientes (principalmente del cemento Portland, pero también de otros constituyentes del hormigón)
- Humedad suficiente

En la primera etapa, los álcalis que provienen principalmente del cemento migran hacia la solución acuosa de los poros y entran en contacto con los áridos reactivos, formando un gel silíceo alcalino.

En una segunda etapa de la reacción, este gel silíceo reacciona con la cal libre presente en el hormigón, para formar un nuevo tipo de gel que puede absorber una gran cantidad de agua, y por lo tanto tiene unas grandes propiedades de hinchamiento. Este efecto de hinchamiento genera fuerzas de expansión en el hormigón endurecido. Los modelos típicos de daño por ASR aparecen en forma de una superficie fisurada superficialmente con formas caprichosas. Pero esa fisuración se propaga hacia el interior del hormigón con el tiempo, y la expansión continúa indefinidamente mientras el agua siga absorbiendo gel reactivo.

Agua de mar, agua limpia

El agua de mar es una fuente principal de cloruros que pueden atacar el hormigón. Su ataque proviene de una reacción más o menos simultánea de sulfatos, cloruros y otros constituyentes del cemento. Las sales de magnesio en el agua marina son las más agresivas. La causa de la degradación sigue siendo principalmente la formación de etringita que genera la expansión del hormigón, dando lugar a la fisuración.

El ataque comienza desde la superficie y penetra a lo largo del tiempo hacia el corazón de la estructura. Las áreas con más riesgo en las estructuras marinas son las situadas en la zona de carrera de marea, puesto que la acción mecánica del oleaje se añade a la

reacción química, eliminando más hormigón dañado, y suministrando acceso a más cantidad de cloruros (aparte del efecto dañino de los ciclos de sequedad-humedad).

El agua limpia o blanda produce un ataque menos común, pero que puede ocurrir particularmente en zonas montañosas o con condiciones de agua ácida / blanda en el terreno, por ejemplo, en zonas con rocas muy densas tales como granito, o en la parte inferior de las losas de los puentes, donde se puede producir condensación. El ataque por aguas blandas produce daños debidos al deslavado de la portlandita y cal libre de la matriz de cemento.

Hay otras causas que pueden provocar daños en las estructuras de hormigón, que pueden incluir daños accidentales (choques de vehículos, etc), abrasión por tráfico, abrasión por líquidos circulando, etc. sin embargo la causa más común de los daños del hormigón por ataque químicos es la corrosión siendo los métodos más habituales para su reparación:

- **Saneado:**

Consiste en eliminar todas las partes sueltas o mal adheridas, con objeto de dejar una superficie resistente y coherente para la posterior colocación de los materiales de reparación. La forma más habitual de efectuar esta operación es manualmente, con una piqueta. De esta forma se eliminan sólo las partes sueltas, y no las partes resistentes, como podría pasar si se hiciera con un martillo neumático u otro medio mecánico en que no se controla la cohesión de lo que se está arrancando.

- **Limpieza:**

Consiste en eliminar, de la superficie del hormigón y del acero, todas las partículas que puedan disminuir la adhesión de los materiales que se van a poner encima. La superficie de hormigón debe quedar libre de polvo, suciedad, lechadas y restos de otros oficios. Debe ser una superficie "finalmente rugosa" con la porosidad abierta para poder favorecer el anclaje mecánico de los productos de reparación.

La limpieza se puede hacer por diferentes métodos: chorro de arena, chorro de agua-arena, manualmente con un cepillo de púas, la forma más adecuada de hacerlo es con un chorro de arena. Este método deja la superficie del hormigón con una superficie

óptima, porque es lo suficientemente agresivo para eliminar la lechada superficial y partes no deseadas, y lo suficientemente poco agresivo para no dañar los áridos y la matriz de cemento del hormigón.

- **Pasivación y puente de adherencia:**

Consiste en la aplicación de una lechada o imprimación sobre la superficie del acero expuesto, previamente limpio. Este producto tiene la doble función de pasivar la armadura impidiendo la posterior corrosión y de promover la adherencia con las posteriores capas a aplicar.

Los productos que se suelen utilizar son de tres tipos; lechadas de cemento, imprimación de resina epoxi y lechadas epoxi-cemento, mezcla de los dos productos anteriores. Estos productos están regulados por la norma UNE-EN-1504. Cualquier producto que se utilice para este uso debe estar obligatoriamente marcado CE de acuerdo con esa norma.

Según sea el producto, deberá marcarse como revestimiento activo, si lleva algún tipo de pigmento anticorrosión (se incluye el cemento) o como revestimiento barrera, si la única funcionalidad es impermeabilizar contra el paso de agua

Las lechadas de cemento provocan la pasivación de la armadura debido a la alta alcalinidad que confieren a la zona del entorno de la armadura. La adherencia la promueven en base a la rugosidad de su superficie que facilita el posterior anclaje de los productos posteriores.

Las resinas epoxi protegen contra la corrosión al crear un recubrimiento impermeable de la armadura. Hay que espolvorear arena sobre el producto fresco con objeto de mejorar el agarre posterior de los morteros.

Los productos a base de epoxi-cemento tienen las ventajas del epoxi y del cemento combinadas. Logran una óptima pasivación y mejoran de adherencia.

La aplicación de todos ellos puede hacerse por medios manuales (mediante brocha o cepillo) o por medios mecánicos (mediante proyección con una pistola adecuada). Con esta última forma se logran unas grandes mejoras en rendimientos.

Regeneración:

Consiste en la colocación de un mortero, en las zonas donde se haya perdido o saneado el hormigón, hasta conseguir devolver la estructura al perfil que tenía previamente. Las exigencias para los productos a utilizar son:

- Buena adherencia al soporte. Esta es la parte más importante, pues si los productos no adhieren adecuadamente y el elemento estructural no actúa monolíticamente, las demás características no tienen ningún sentido.
- Retracción compensada de tal forma que no tienda a disminuir de volumen, y por tanto a despegarse.
- Buenas resistencias mecánicas, especialmente a tracción, de tal forma que el producto sea capaz de aguantar las cargas a que vaya a estar sometido y que no se fisure.

Los productos que se suelen utilizar para este tipo de usos son:

- Morteros a base de cemento y áridos, mejorados con resinas sintéticas y fibras. Son los productos más ampliamente utilizados, pues ofrecen unas características adecuadas a un precio reducido.
- Morteros a base de resina epoxi. Son productos de unas características mecánicas y químicas notables, pero son bastante más caros que los productos anteriores, por lo que su uso solo está recomendado en casos muy especiales.

La forma de aplicación de ambos productos suele ser por medios manuales, con una llana o paleta. En cambio, para grandes superficies de regeneración, se pueden también aplicar los morteros cementosos por medio de proyección mecánica, por vía húmeda o seca.

Los morteros de reparación de hormigón están regulados por la norma UNE-EN-1504-3. Cualquier mortero que se utilice para regenerar hormigón deteriorado debe obligatoriamente estar marcado CE de acuerdo con esa normativa.

Se distinguen los morteros en categorías, R1 a R4, de más baja a más altas prestaciones. Los tipos R1 y R2 se utilizan únicamente para reparaciones no estructurales, mientras que, con los dos tipos superiores, R3 y R4, se pueden hacer reparaciones de elementos estructurales de hormigón.

En resumen, podemos decir que las técnicas de reparación del hormigón han llegado para quedarse; debemos ser conscientes de que se ha construido mucho, aunque en ocasiones no de la forma más correcta por lo que tenemos que mantener, rehabilitar y reparar todo desperfecto.

El hormigón puede sufrir deterioros por múltiples causas siendo la corrosión con diferencia la principal, sin embargo, existen técnicas comprobadas y contrastadas de reparación, con gran experiencia a lo largo del tiempo. Siguiendo esas técnicas y métodos se pueden conseguir reparaciones exitosas y duraderas.

EMPRESAS ASOCIADAS



EMPRESAS PATROCINADORAS

