

Posibles patologías en prefabricados de concreto

Causas y soluciones

Ing. Alejandro López Vidal. Gerente Técnico Asociación Española de la Industria del Prefabricado de Hormigón – ANDECE

Fotos y tablas: Cortesía ANDECE



↑ Fachada de GRC de la Ciudad de la Justicia de Córdoba (España). Obra singular en que los moldes juegan todavía un papel más importante para lograr una precisión geométrica absoluta.

Introducción

En un artículo anterior ^[1] se presentaron un par de definiciones interesantes sobre el concepto de prefabricación en concreto. La norma europea EN 13369 lo define como “producto de concreto fabricado en un lugar distinto de su localización final de uso, protegido de las condiciones ambientales adversas durante la fabricación y que es resultado de un proceso industrial bajo un sistema de control de producción en fábrica (...)”. Otra definición más práctica apunta que “la prefabricación es la aplicación de ideas (...) de racionalización de procesos productivos, búsqueda de economía y desarrollo como fruto de los mayores rendimientos alcanzables en la ejecución de trabajos más repetitivos, cuidadosamente planificados, ejecutados en entornos más favorables, con medios suficientes y por personal especializado (...)”.

De estas definiciones, se puede extraer una serie de características inherentes que califican el concepto de prefabricación: 1) los productos se fabrican protegidos de las condiciones ambientales adversas; 2) son resultado de un proceso industrial bajo un sistema de control de producción en fábrica; y 3) racionalización de procesos productivos.

Como consecuencia de estos aspectos, nos encontramos con productos de concreto obtenidos a partir de un proceso industrial controlado, lo que conlleva una reducción significativa del riesgo de presentar algún tipo de patología y que, de producirse, éstas se detectan en la propia fábrica y no en la obra, cuya reparación siempre resultará mucho más compleja y costosa.

La finalidad de este artículo es repasar aquellas patologías que pueden producirse en los elementos prefabricados de concreto y que, por su importancia o incidencia, se requiere conocer para prevenirlas y, en caso de producirse, el tratamiento correctivo más adecuado para subsanarlas.

Tipos de patologías en prefabricados

En primer lugar, debe presentarse el concepto de patología como aquel daño que provoca un perjuicio sobre un elemento constructivo. A la hora de agruparlas, debemos hacer una distinción clara según:

1. Cuándo se manifiestan: durante la fabricación, la ejecución o ya con la construcción en funcionamiento.
2. Si se trata de un elemento con una función estructural, o sin función estructural.
3. Consideración del daño: si se trata simplemente de una afección estética o si éste reduce alguna otra prestación del elemento.

Etapa de aparición

Según datos recabados por el Ministerio de Fomento de España de cara a la elaboración de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 ^[2] se observó que de forma general el 45% de las patologías se

derivaban de errores en la fase de diseño, un 15% debida a los propios materiales, un 25% por fallos en la ejecución y un 15% por errores en el mantenimiento. Sin embargo, el control de calidad siempre ha centrado su atención en el material en primer lugar, y en la construcción en segundo lugar. La experiencia en Europa, especialmente a raíz de la progresiva introducción del marcado CE de los elementos prefabricados de concreto a partir de 2005 ^[3], requisito obligatorio para la comercialización de estos, ha sido muy positiva, en tanto que requiere que el fabricante tenga implantado un control de producción en fábrica que implica que más de 50 aspectos se controlen de forma continuada, desde la recepción de las materias primas en la planta, la inspección de equipos, el proceso de producción del concreto o la elaboración de las armaduras, y hasta que el producto está terminado y preparado para enviar a la obra. Esta exigencia ha conllevado una reducción significativa de los productos rechazados en fábrica, pues al intensificar el control de estos parámetros los errores se localizan en edades tempranas cuando son fácilmente reparables. No obstante, el riesgo está siempre presente y es fundamental que el fabricante tenga documentado cómo actuar en caso de aparición de la patología:

Debe prevalecer siempre la aplicación de una acción preventiva (menos costosa y más simple), y en último caso, recurrir a la acción correctiva.

Volviendo a la fase de proyecto –siendo esta quizás la fase que menos atención recibe al tiempo que es la que conlleva un mayor número de errores posteriores– es importante destacar el rol del prefabricador para que su asistencia técnica siempre sea considerada. El agente causante de un mayor número de patologías en los elementos constructivos es el agua, por lo que el proyecto deberá definir formas y detalles constructivos que faciliten su evacuación y sean eficaces frente a los posibles mecanismos de degradación del concreto. Los elementos de equipamiento, tales como apoyos, juntas, drenajes, etc., pueden tener una vida más corta que la propia estructura por lo que, en su caso, se estudiará la adopción de medidas de proyecto que faciliten el mantenimiento y sustitución de dichos elementos durante la fase de uso ^[4].

En cuanto a la fase de construcción, la precisión geométrica de las piezas –confiada a la mayor definición del proyecto en prefabricado y por la comprobación de las tolerancias dimensionales en la fase de fabricación– asegura que la ejecución se lleve a cabo de manera eficiente. Sin embargo, deben advertirse posibles problemas por encaje inadecuado de los elementos. En este caso deberá analizarse la solución más conveniente, como suplemento de apoyos, modificación de la chapa de unión, pero nunca se deberá recurrir a forzar las piezas y los elementos de conexión.

Posible patología	Frecuencia de aparición	Acción	
		Preventiva	Correctiva
Errores geométricos de las piezas por desgaste de moldes	Mínima, aunque creciente con el paso del tiempo y uso	Inspección visual del estado de los moldes (por ejemplo, desgaste y deformación)	Sustitución del molde
Descascaramiento y roturas en los extremos al desmoldar piezas que se fabrican en líneas continuas	Mínima	Concreto más consistente	Sustitución del molde
Insuficiente espesor de recubrimiento en elementos de concreto reforzado	Casi nula	Control preciso sobre la colocación de los separadores	
Defectos superficiales del producto acabado (microfisuras, coqueras, aristas, manchas, etc.)	Mínima	Control de la temperatura y humedad ambientales (retracción controlada)	Reparaciones cosméticas al final del proceso productivo mediante productos especiales (morteros, resinas epoxi)
Insuficiente aplicación de tesado	Casi nula	Calibración del equipo de pretensado para un funcionamiento y precisión correctos	

↑ Tabla 1. Principales patologías y acciones preventivas/correctivas en la fase de fabricación.



Por último, aunque la fase de servicio del edificio o infraestructura suele trascender a la intervención del prefabricador, no debe obviarse su enorme importancia. El 25% de los propietarios de estructuras de concreto están insatisfechos con los resultados de los materiales de reparación y protección antes de que transcurran cinco años de la rehabilitación, y el 75% antes de que transcurran diez años^[5]. Las causas principales son la aparición de fisuras (30%), pérdida de adherencia (26%) y corrosión de armaduras (22%). Por todo ello, el prefabricador puede proporcionar una serie de pautas y recomendaciones de mantenimiento a llevar a cabo de forma rutinaria sobre los elementos que haya suministrado. También es importante mantener una inspección de los elementos no estructurales o accesorios (por ejemplo, un tornillo utilizado en la unión), pues en muchas ocasiones son los que conllevan problemas importantes de cara a la durabilidad y que acaban repercutiendo sobre las propias estructuras.

↑ Vigas doble T para salvar grandes luces en puentes. El control de producción en fábrica permite la detección temprana de posibles patologías futuras



↑ Figura 2. Los puentes y otras infraestructuras de alto coste y gran envergadura requieren una mayor vida de servicio y menores tareas de mantenimiento, por su dificultad para llevarlas a cabo. Recurrir a soluciones en prefabricado de concreto permite asegurar estos condicionantes

Función estructural del elemento

El hecho de que el elemento sea o no estructural condiciona que muy probablemente esté armado o no, y que las consecuencias y coste de un reemplazo sean significativamente diferentes.

En el primer caso, se presenta automáticamente un riesgo que es tal vez el más importante al que están expuestas las estructuras de concreto: la corrosión de las armaduras. En cuanto a las estructuras prefabricadas, la industria suele trabajar con mejores materiales, con un control más intenso de los distintos parámetros, con dosificaciones más cuidadas (menor relación agua/cemento, mayor contenido de cemento, etc.), curado en un entorno industrial y concretos más compactos, que permiten estimar una mayor durabilidad frente a la construcción convencional.

Uno de los grandes campos de investigación actuales está enfocado a la sustitución progresiva de las armaduras tradicionales por fibras, siendo las sintéticas y las de acero las que presentan un mayor potencial tecnológico.

En caso de que la patología acabe presentándose, los métodos de reparación de estructuras (prefabricadas) de concreto son los siguientes ^[6]:

- Empleo de nuevos concretos o morteros, para recuperación de secciones de concreto perdido o reemplazo del concreto deteriorado; incluso se puede recurrir al uso de concretos con fibras (carbono, vidrio, sintéticas, etc.);
- Reparación o sustitución de apoyos;
- Inyección de concreto, resinas especiales, polímeros orgánicos, etc. para relleno de fisuras, huecos o protección completa de la sección, para recuperar la impermeabilidad frente al agua y aumentar la protección frente a los agentes agresivos;
- Protección frente a la corrosión de las armaduras: protección catódica de aceros, extracción electroquímica de cloruros, recuperación del pH etc.;
- Refuerzo de la estructura: mediante un postensado exterior, materiales compuestos de fibra de carbono, adhesión de chapas de refuerzo con acero estructural, adición o reemplazo de armadura pasiva, etc.

En primer lugar, debe presentarse el concepto de **patología** como aquel **daño** que provoca un perjuicio sobre un elemento constructivo.

COPROPISOS




↑ Figura 3. Estructura íntegramente en prefabricado de concreto. La precisión dimensional es requisito clave para asegurar la transmisión de los esfuerzos y la funcionalidad del edificio

La última opción siempre debe ser la sustitución del elemento, ya que inevitablemente conllevará mayores dificultades, pudiendo incluso inhabilitar la construcción en tanto no se reponga la seguridad estructural original.

Un caso especial lo presentan los elementos subterráneos y/o sumergidos, como tuberías, marcos, dovelas de túneles, etc. por la especial agresividad propia del terreno y de las aguas, especialmente por la presencia de alto contenido de sulfatos, lo que obliga a emplear cementos sulforresistentes ^[7].

En el caso de los elementos prefabricados de concreto con aplicaciones no estructurales, debe abordarse según el coste de reposición y la etapa en la que la patología se presenta, siendo la fase de servicio la que conlleva una mayor complejidad.

Importancia de la estética y de otras funciones^[8]

Por último, hay que analizar el tipo de sistema constructivo a que estén destinados los elementos, para poder valorar la importancia de las consideraciones estéticas o de otras funciones relevantes que deben cumplir. La parte formal representa quizás el objetivo principal en el caso de las fachadas y los pavimentos, sin menoscabo de cumplir el resto de prestaciones. Por esta razón, la no aparición, o al menos la limitación, de irregularidades superficiales, incide en la mayor importancia que se concede a la prevención de estas patologías y, en última caso, a una rápida reparación. Igual que sucede con otras tipologías constructivas, estos fenómenos suelen trascender al prefabricador ya que se presentan en el medio y largo plazo, aunque es importante que éste proporcione alguna pauta preventiva y correctiva, al ser la función estética un valor de la imagen de la empresa: 

Posible patología	Acción	
	Correctiva	Correctiva
Deformaciones y asientos		Ejecución correcta de las distintas capas, especialmente de la base (compactación adecuada del terreno)
Fallos de las piezas (roturas, fisuras, desprendimiento de la capa vista, etc.)		Levantamiento y reposición de piezas, cuando sean en un volumen tal que la inversión económica se justifique
Eflorescencias	Puede mitigarse si la capa vista de los elementos se hidrofugan en fábrica	≤ 10 años

↑ Tabla 3.- Acciones preventivas/correctivas sobre pavimentos prefabricados de concreto (adoquines, baldosas, bordillos, etc.)

↓ Tabla 2.- Acciones preventivas/correctivas sobre las fachadas de edificios.

Acción		Frecuencia de actuación
Preventiva	Correctiva	
Inspección visual observando si aparecen fisuras o humedades, roturas, deterioros, desprendimientos, daños en los sellantes o cualquier otro tipo de lesión en los paneles o en las juntas	Mínima, aunque creciente con el paso del tiempo y uso	≤ 5 años
Limpieza mediante agua a presión o productos químicos limpiadores que no alteran la tonalidad de la fachada	Mínima	5 a 10 años
Sellado de las juntas entre paneles para garantizar la impermeabilidad exigida	En caso de deterioro de la junta, se deberá retirar el sellado, se limpiarán los bordes y se aplicará el nuevo sellado	≤ 10 años

Referencias

- [1] A. López, La construcción con prefabricados de concreto: una historia por escribir. NOTICRETO n° 133. 2015
- [2] Gobierno de España, Ministerio de Fomento, Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08”, 2008
- [3] ANDECE, El mercado CE en los productos prefabricados de hormigón estructurales, 2014 http://andece.org/images/CALIDAD_Y_NORMATIVA/MARCADO_CE/prefabricados_hormigon_CE.pdf
- [4] ANDECE – STRUCTURALIA, Mantenimiento. Módulo 8 Curso de especialidad básica - Conocimiento de la construcción industrializada con prefabricados de hormigón o concreto. Máster Internacional de Soluciones Constructivas con Prefabricados de Hormigón o Concreto”, 2015. www.capacitacionprefabricados.com
- [5] CON REP NET. Proyecto de investigación anónima independiente a escala mundial, 2004.
- [6] UNE-EN 1504 Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad.
- [7] IMCYC, Cemento y concreto resistentes a sulfatos, 2006
- [8] J. Rodríguez, Patología de prefabricados, 4º Congreso Internacional de Prefabricados de Concreto, ASOCRETO, 2015