

Diez claves para evitar patologías en estructuras prefabricadas

Ing. Alejandro López Vidal

Gerente Técnico Asociación Española de la Industria del Prefabricado de Concreto – ANDECE, España

La vida útil de una estructura de concreto exige acciones de mantenimiento para evitar diferentes fallas patológicas, motivo por el cual debe considerarse desde la etapa de construcción de la estructura.

FLICKR- LOS ANGELES DISTRICT



Durante muchos años se han construido en todo el planeta infinidad de estructuras de concreto como puentes, edificios y túneles. La vida útil de una estructura de concreto exige acciones de mantenimiento y conservación pues, como cualquier otro material de construcción, el concreto se deteriora con el tiempo. Sin embargo, este deterioro puede reducirse y ralentizarse si se actúa con acierto desde el comienzo, es decir, desde la fase de diseño de las estructuras. Y es aquí donde la prefabricación, aceptada como la versión industrializada de la construcción en concreto, ofrece las condiciones idóneas para prevenir futuras patologías a lo largo de la fase de servicio de la estructura. En este artículo destacaremos diez factores clave que, a nuestro juicio, son fundamentales para evitar patologías en las estructuras prefabricadas.

La prefabricación como metodología industrial

En un artículo anterior¹ ya introdujimos dos definiciones esenciales que particularizan la identidad propia de los elementos prefabricados. Por un lado, la norma europea EN 13369 los define como “*productos de concreto fabricados en un lugar distinto de su localización final de uso, protegidos de las condiciones ambientales adversas durante la fabricación y que son resultado de un proceso industrial bajo un sistema de control de producción en fábrica [...]*” Y, por otro, “*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 que: 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. Estos condicionantes previos permiten poner al servicio de la construcción el entorno óptimo para conseguir estructuras de concreto que minimicen la aparición de patologías posteriores y que extiendan su vida útil incluso más allá de la prescrita en el proyecto.

En cualquier caso –y a pesar de trabajar en un entorno industrial, en instalaciones con creciente grado de automatización y con recursos humanos cada vez más conocedores de la manera de trabajar con el material– es necesario identificar los puntos clave sobre los que deben priorizarse las actuaciones iniciales para lograr estructuras durables y menos susceptibles al deterioro.

Las siguientes diez claves de actuación se distribuyen en las distintas fases previas a la puesta en servicio de las estructuras, en las cuales el prefabricador puede intervenir por completo (pudiendo completar la entrega de la estructura mediante su montaje) o limitar su participación a la producción de los elementos. De esta forma, el primer elemento clave –quizás el más importante– es contar siempre con la opinión y experiencia de la empresa prefabricadora que suministra los elementos, al ser quien mejor conoce la función y la respuesta que tendrán las estructuras.

Durante el diseño

La fase de proyecto representa la etapa definitiva y de ella dependerá en gran medida que la estructura no sólo sea resistente y mecánicamente estable, sino que sea menos degradable durante los muchos años de funcionamiento que le asignen.

De forma general, la industria de la prefabricación suele trabajar con materiales escogidos para alcanzar mayores resistencias a edades tempranas (< 24 horas)



↑ Durante muchos años se han construido en todo el planeta infinidad de estructuras de concreto con elementos prefabricados que por sus condicionantes previos permiten poner al servicio de la construcción el entorno óptimo para conseguir estructuras de concreto que minimicen la aparición de patologías posteriores.

FLICKR-NEIL MCALEER

y poder desmoldear o destensar los cables según el caso, con dosificaciones más cuidadosas, curado en un entorno industrial y concretos más compactos, o un cumplimiento más riguroso de los recubrimientos de los refuerzos, que permiten estimar una mayor durabilidad frente a la construcción convencional.

A nivel de estructura, el proyecto deberá definir formas y detalles constructivos que faciliten la evacuación del agua 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 de 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.

Asimismo, hay distintos problemas que pueden manifestarse durante las fases de ejecución, e incluso cuando la estructura ya está en uso, y cuya prevención siempre debe partir de un cuidadoso estudio durante el diseño de la estructura. Por ejemplo, diferentes trabajos realizados por la empresa española INTEMAC², tanto en rehabilitación como en patología y en control de proyecto, detectaron problemas en obra que hubieran sido evitables si el proyecto se hubiera definido adecuadamente:

PROBLEMA	PREVENCIÓN
Uniones	Los apoyos suelen ser los puntos más conflictivos de las estructuras prefabricadas, y su diseño y ejecución deben ser especialmente cuidados. Por tanto, se deben dimensionar adecuadamente las juntas y uniones para que sean capaces de transmitir los distintos tipos de esfuerzos a las que estarán sometidas.
Falta de estabilidad lateral en vigas o en otros elementos horizontales	Defectos de apoyos como consecuencia de imprecisiones en las tolerancias de fabricación y montaje (establecidas durante el diseño).
Descabezado de aristas	Evitar, siempre que sea posible, las ménsulas cortas o los apoyos a media madera, ya que suelen dar problemas en su ejecución o durante el funcionamiento en servicio, al tratarse de puntos conflictivos donde se concentran problemas de fisuración y degradación del concreto.

→ Tabla 1. Posibles problemas en ejecución, que son evitables mediante un diseño correcto.

↓ Losa semi-maciza empleada como pantalan marítimo. Requiere una definición precisa de todos los parámetros de diseño para cumplir su función en un entorno de especial agresividad.
CORTESÍA ANDECE

Otro problema eventual derivado de cierta indefinición de proyecto puede producirse en las cimentaciones en cáliz, en cuyo caso se deja en la zapata un cajeadado que recibirá a la columna y que posteriormente será rellenada con un mortero grout. En este caso es fundamental proporcionar suficiente resistencia y rigidez a los cajeados para evitar la apertura de los mismos, siendo la profundidad del cáliz la suficiente para que permita la longitud necesaria de anclaje.

Por otro lado, el hecho de que el elemento sea estructural implica que el elemento se refuerce, presentándose automáticamente el riesgo más importante de las

estructuras de concreto: la corrosión de las armaduras. Para minimizar estos riesgos se puede recurrir al empleo de inhibidores de corrosión, o acudir directamente al empleo de armaduras galvanizadas o inoxidable, e incluso a la progresiva sustitución –parcial o completa– por fibras (acero, sintéticas, etc.), aunque su empleo todavía no está muy generalizado por el sobrecosto inicial que implica, una inversión debe amortizarse durante gran parte de la vida de la estructura.

Durante la fase de fabricación

Aquí cabe destacar el enorme progreso experimentado en Europa, donde a partir del año 2007 casi la totalidad de elementos prefabricados de concreto destinados a estructuras debe cumplir las exigencias del mercado CE conforme a las normas europeas. Estas normas establecen una serie de requisitos que debe cumplir el fabricante a lo largo del proceso productivo, de manera que reduzca casi a cero las probabilidades de error.

La mayoría de los elementos industriales realizados en su mayoría mediante moldes, permite garantizar la obtención de elementos con mejores acabados y, por tanto, con menor incidencia de coqueas, vacíos, microfisuras o cualquier otra irregularidad superficial. Estos “defectos” superficiales serán, por lo general, simplemente estéticos, aunque conviene subsanarlos antes de la salida de los elementos de la fábrica, para eliminar cualquier riesgo posterior de entrada de agentes agresivos.

Por ejemplo, el control de los recubrimientos y los radios de doblado de las armaduras de mayor sección, pueden ser una fuente de problemas si no se controlan de forma precisa, especialmente en piezas de pequeño espesor.

Durante la fase de transporte

Debe prestarse especial atención a esta fase, en la medida en que los elementos no deben sufrir ninguna alteración. Para ello es importante respetar los proto-





colos de las empresas suministradoras y las cargas se coloquen de forma estable para no producirse ningún golpe o movimiento imprevisto que pueda dañar a los elementos antes de su entrega en obra.

Durante la fase de construcción

El montaje de la estructura se inicia a partir de la cimentación, cuyos apoyos deberán estar correctamente nivelados para cumplir con las cotas de origen definidas en el proyecto. En cualquier caso, es importante que haya una planificación previa que indique la secuencia de colocación de los elementos.

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, por lo general, se lleve a cabo de forma ágil y eficiente. Sin embargo, deben advertirse eventuales problemas por encaje inadecuado de los elementos a causa de un error o indefinición previa durante el diseño o la fabricación. En este caso, deberá analizarse la solución más conve-

niente, como suplemento de apoyos, modificación de la chapa de unión, pero nunca se deberá recurrir a forzar las piezas y los elementos de conexión.

También la aplicación de impregnaciones y revestimientos, que bien pueden ser aplicados durante la fase de construcción o con la estructura ya en servicio, constituyen los métodos más comunes para la protección de paramentos de concreto frente a la acción de los agentes agresivos más comunes responsables de la iniciación de los procesos de corrosión del concreto armado, que son el dióxido de carbono y los cloruros. En este caso, se pueden destacar los revestimientos de impermeabilización y estanqueidad de base cementosa, poliuretánica o epoxídica, como sistemas adheridos; y como sistemas no adheridos, las láminas de PVC, EPDM, caucho, etc.³. Otro caso es el de las pinturas con una doble función de impermeabilizante y anticarbonatación.

Otro aspecto importante recae sobre las estructuras mixtas como los forjados semi-prefabricados a base de vigueta y bovedilla o losas alveolares. Aunque, por lo general, el concreto utilizado para el macizado de

↑ Construcción del estadio del Athletic Club de Bilbao. Los elementos prefabricados de concreto se han impuesto para conformar las graderías de los escenarios deportivos porque cumplen eficazmente los requisitos de resistencia mecánica, durabilidad, resistencia al fuego, rapidez de colocación y precisión dimensional.

CORTESÍA ANDECE

→ Barrera prefabricada de concreto, utilizada como sistema de contención de carreteras. Es posiblemente uno de los elementos de construcción más susceptibles de recibir impactos que obliguen a reponerlos.
CORTESÍA ANDECE



juntas, rellenos o para completar la sección de forjado, tenga una resistencia menor, debe cuidarse la selección y puesta en obra del concreto *in situ*.

Además, la monitorización estructural consistente en la toma de medidas continuas o regulares de parámetros representativos de la estructura para obtener información precisa del estado de la estructura en cada momento, es un recurso que debe utilizarse en lo posible mediante, por ejemplo, el embebido de los sensores durante la fase de fabricación de los elementos prefabricados.

Durante la fase de servicio

Por último, debe ponerse en valor la importancia de la fase de funcionamiento de la estructura, especialmente cuando se encuentra a la intemperie (puentes) o en ambientes más agresivos (zonas de costa), al ser más susceptible de deterioro por agentes exteriores. Aquí deben respetarse los programas de mantenimiento rutinarios y preventivos –que deben prestablecerse en la fase de diseño de la estructura, como la fórmula más eficaz para evitar problemas de mayor envergadura y de resolución más costosa y compleja– y entre los que se encontrarían la limpieza de elementos de desagüe, la vigilancia del estado de los elementos de impermeabilización y juntas, la inspección de elementos auxiliares no estructurales, de vida útil inferior a la de la estructura y cuya degradación pueda afectarla negativamente, etc.


Conclusiones

A modo de resumen, se indican a continuación los diez factores clave que deben respetarse para lograr una estructura prefabricada durable:

- Clave 1: Contar con la asistencia técnica del prefabricador.

- Clave 2: Diseño correcto a nivel de detalles constructivos para facilitar la evacuación del agua.
- Clave 3: Diseño de accesos que faciliten la sustitución o reparación de otros elementos complementarios de vida útil inferior (juntas, drenajes, etc.).
- Clave 4: Especial atención en el diseño de elementos críticos como uniones, apoyos (ménsulas), cimentaciones en cáliz, etc.
- Clave 5: Sustitución parcial o completa de las armaduras tradicionales, para evitar o reducir los problemas futuros de corrosión.
- Clave 6: Cumplimiento estricto de los recubrimientos, dosificaciones, tolerancias dimensionales o cualquier otro parámetro de control durante la producción de los elementos.
- Clave 7: Respetar el protocolo de transporte de los elementos desde la fábrica hasta la obra.
- Clave 8: Aplicación de revestimientos de protección sobre elementos expuestos a la intemperie o ambientes de especial agresividad.
- Clave 9: Monitorización estructural, a través del embebido de sensores en los elementos prefabricados.
- Clave 10: Cumplimiento de los programas de mantenimiento rutinario y preventivo de la estructura.

Referencias

1. A. López Vidal, "Posibles patologías en prefabricados de concreto: Causas y soluciones", Noticreto N°. 137, 2016.
2. "Patologías en construcciones resueltas con elementos prefabricados de hormigón", INTEMAC, 2013.
3. "Guía informativa sobre reparación, refuerzo y protección del hormigón", ARPHO, 2016. 

CEMENTO
ULTRACEM
La libertad de elegir

**EL PROGRESO DEL PAÍS
SE CONSTRUYE CON CALIDAD
E INNOVACIÓN, POR ESO
LAS GRANDES OBRAS
ELIGEN ULTRACEM.**

Puente Pumarejo,
en construcción
con Ultracem



Línea nacional: 01 8000 123 987
o desde el celular: #399
www.ultracem.co