Capítulo 6

Bases generales para la gestión de las estructuras durante su fase de servicio

Artículo 24 Criterios generales para el mantenimiento de las estructuras

24.1 Definición de mantenimiento

Se entiende por mantenimiento de una estructura el conjunto de actividades necesarias para que el nivel de prestaciones para el que ha sido proyectada, con arreglo a los criterios del presente Código Estructural, no disminuya durante su vida útil de proyecto por debajo de un cierto umbral, vinculado a las características de resistencia mecánica, durabilidad, funcionalidad y, en su caso, estéticas. Para ello, a partir de la entrada en servicio de la estructura, la propiedad deberá programar y efectuar las actividades de mantenimiento que se indican en este artículo, de forma coherente con los criterios adoptados en el proyecto.

Cuando, en función de las características de la obra, exista reglamentación específica para su mantenimiento, ésta se aplicará conjuntamente con lo indicado en este Código Estructural.

El mantenimiento es una actividad de carácter preventivo, que evita o retrasa la aparición de problemas que, de lo contrario, tendrían una resolución más complicada. Por lo tanto, este Código Estructural plantea una estrategia de mantenimiento que es de carácter obligatorio.

24.2 Estrategia de mantenimiento

Las actividades relacionadas con el mantenimiento de la estructura se incardinan en un contexto general más amplio que puede denominarse “sistema de gestión de la estructura”. Las actividades de mantenimiento requieren ser realizadas por personal con la formación y los medios adecuados.

En la gestión de un patrimonio construido se contemplan, desde un punto de vista operativo, los siguientes conceptos:

- Archivo documental completo de la estructura. Compete a la propiedad conservar el proyecto de construcción completo, así como los proyectos que, eventualmente, le sucedan en virtud de reparaciones, refuerzos, ampliaciones, etc., así como las memorias o informes vinculados a la historia de la estructura.
- Inspecciones rutinarias o especializadas. Compete asimismo a la propiedad realizar inspecciones rutinarias que permitan asegurar el correcto funcionamiento de los elementos vinculados a la operación y durabilidad de la estructura. En este sentido, a título de ejemplo, deben efectuarse periódicamente actuaciones de limpieza de elementos de desagüe, de reparación o sustitución de elementos de impermeabilización, juntas, etc., en general, elementos auxiliares, no estructurales, de vida útil inferior a la de la estructura y cuya degradación pueda afectar negativamente a la de ésta. La frecuencia de estas inspecciones deberá ser establecida por el autor del proyecto en el plan de mantenimiento, en función de las condiciones operativas, estacionales, etc.
- Inspecciones principales, realizadas a instancias de la propiedad, por técnicos cualificados y con experiencia en este tipo de trabajos, como se indica en el apartado 24.3.
- Inspecciones especiales y pruebas de carga, que requieren de la auscultación específica de la estructura y su valoración analítica posterior para la formulación de diagnósticos.

Es responsabilidad de la propiedad organizar las tareas de mantenimiento en torno a los ejes de actuación señalados con el fin de disponer, en todo momento, de una información cercana en el tiempo con relación al nivel de prestaciones de la estructura.

24.3 Plan de mantenimiento

En el proyecto, bien de obra nueva, bien de reparación o refuerzo de una estructura existente, se deberá incluir un plan mantenimiento que plasme la estrategia de mantenimiento antes establecida en el apartado 24.2 y defina las actuaciones de conservación objeto de desarrollo durante toda la vida útilde proyecto que, como se ha indicado en el apartado 24.1, parte de cero en el caso de estructuras de nueva planta y debe entenderse como vida "adicional" a la ya satisfecha por una estructura existente.

El plan de mantenimiento deberá contener la definición precisa de, al menos, los siguientes puntos:

- Descripción de la estructura y de las clases de exposición de sus elementos.
- Vida útil considerada de la estructura y de sus elementos constitutivos, dado que algunos componentes de la construcción tendrán vidas útiles más reducidas (sistemas de drenaje, defensas, aparatos de apoyo, pinturas, revestimientos, sistemas de protección contra la corrosión, etc.).
- Puntos críticos de la estructura, que requieren de especial atención a efectos de su conservación y por ende de su inspección y mantenimiento. El plan deberá establecer los puntos a inspeccionar tanto en las inspecciones básicas como en las inspecciones principales.
- Periodicidad de las inspecciones tanto de las básicas o rutinarias como de las principales.
- Medios auxiliares para el acceso a las distintas zonas de la estructura, en su caso.
- Técnicas y criterios de inspección recomendados.
- Identificación y descripción, con el nivel adecuado de detalle, de las operaciones de mantenimiento recomendadas, donde se prevea dicha necesidad, incluyendo, en su caso, la frecuencia de actuación.

Debe tenerse presente que la actividad de mantenimiento ocupa la práctica totalidad del ciclo vital de una estructura, por ello es muy recomendable que el plan de mantenimiento incluya una valoración aproximada de las actividades que contempla. La realización de esta valoración durante el proyecto tiene gran importancia pues puede llevar a reconsiderar aspectos y detalles del proyecto que puedan suponer costes de mantenimiento exagerados durante la vida útil de la estructura.

Se define la inspección principal de una estructura como el conjunto de actividades técnicas, realizadas de acuerdo con un plan previo, que permite detectar, en su caso, los daños que exhibe la estructura, sus condiciones de funcionalidad, durabilidad y seguridad del usuario e, incluso, permite estimar su comportamiento futuro. Esta tarea requiere del concurso de técnicos con formación, medios y experiencia acreditados.

El proceso se inicia con la realización de una primera inspección principal, inicial o de "estado 0" que será el resultado del control sobre el elemento construido. A partir de entonces, con diversa periodicidad, se efectuarán sucesivas inspecciones principales que irán dando cuenta de la evolución del estado de la estructura.

Valorado el estado de la estructura y, en su caso, su velocidad de deterioro por comparación con las inspecciones previas, deberá especificarse si ha de emprenderse una inspección especial o si, por el contrario, puede esperarse a la siguiente inspección principal programada de acuerdo con el protocolo establecido por el autor del proyecto o, en su caso, por la propiedad.

La frecuencia de realización de inspecciones será definida por el autor del proyecto en el correspondiente plan de mantenimiento y no será inferior a la establecida por la propiedad, en su caso.

24.4 Plan de mantenimiento tras el fin de obra

Las incidencias surgidas durante la construcción, así como los eventuales fallos de diseño detectados, serán recogidos en una revisión del plan de inspección y mantenimiento del proyecto que se redactará al concluirse la ejecución de los trabajos, tanto si son de obra nueva como de reparación o refuerzo.

El plan de inspección y mantenimiento redactado tras el fin de obra deberá ser puesto a disposición del responsable de la explotación de la estructura. A partir de este plan de mantenimiento, que sustituye al del proyecto, la propiedad, recogiendo lo indicado por la dirección facultativa, será responsable de elaborar el programa de mantenimiento.

Artículo 25 Criterios generales para la evaluación de estructuras existentes

25.1 Contexto general y objeto

Con carácter general, la intervención en una estructura existente está justificada para:

a) Asegurar que se alcanza la vida de servicio prevista cuando la evolución de los deterioros se ha visto acelerada con relación al escenario previsto en la fase de proyecto y no son suficientes las actuaciones de mantenimiento ordinario y especializado en la sustitución de elementos de menor vida útil que la de la estructura.

b) Restablecer las prestaciones de la estructura tras una acción accidental.

c) Dotar de nuevas prestaciones o de una vida útil adicional a la estructura (por ejemplo, cuando se produce un cambio de uso que implique modificaciones en los niveles de solicitación u otros aspectos funcionales).

Las situaciones a) y b) se corresponden con las intervenciones de reparación, mientras que la c) está asociada a las intervenciones de refuerzo. Pueden darse situaciones en las que sea preciso plantear:

- Reparaciones, para impedir o ralentizar el progreso de los deterioros o restañar los daños producidos tras una situación accidental, pero sin pretender llevar a efecto una “puesta a cero” de la construcción.
- Refuerzos para situar la estructura en un nuevo estado de partida con prestaciones mejoradas y perspectivas de vida útil prolongada.
- Ambas acciones simultáneamente.

En este artículo se presentan los criterios generales para evaluar las prestaciones que ofrecen las estructuras existentes, con los dos objetivos siguientes:

- Evaluar la capacidad estructural de una construcción existente.
- Determinar la vida útil residual que previsiblemente le reste a la construcción en el supuesto de que se mantiene el régimen aplicado de mantenimiento.

25.2 Ámbito de aplicación

Se definen en este apartado las bases y los procedimientos para la evaluación de la capacidad estructural y de la vida útil residual de construcciones existentes, en concordancia con los principios del análisis de la seguridad estructural y de prognosis de la durabilidad.

Si bien los conceptos básicos para el proyecto de nuevas construcciones, definidos con ese objetivo en este Código Estructural, son idénticos a la hora de evaluar la capacidad estructural de construcciones existentes puede existir un mayor grado de diferenciación de la seguridad que para el proyecto de estructuras de nueva construcción, debido a consideraciones de tipo económico, social o medioambiental.

Los criterios generales establecidos en este artículo son aplicables para la evaluación estructural de cualquier tipo de estructura existente siempre que se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

a) se ha concebido, dimensionado y construido de acuerdo con la normativa en vigor en el momento de su realización;

b) se ha construido de acuerdo con la buena práctica, la experiencia histórica y la práctica profesional aceptada.

En cuanto a la vida útil, las construcciones existentes tienen una historia que aporta una muy valiosa información por cuanto pueden ser conocidas las características reales de los materiales, de geometría, de localización de las zonas deterioradas con su propio micro-clima, las concentraciones de los agentes agresivos y su distribución en la estructura, lo que convierte en datos lo que son incógnitas en la fase de proyecto de obras nuevas.

25.3 Fases del proceso de evaluación

La evaluación estructural de una construcción existente se realizará, normalmente, mediante una verificación cuantitativa de su capacidad portante y, en su caso, de su aptitud al servicio, teniendo en cuenta los procesos de deterioro posibles. Para ello, puede adoptarse un procedimiento de evaluación por fases que tenga en cuenta las condiciones actuales de la construcción, definiendo cada una de las fases en función de la de las circunstancias y condiciones específicas de la misma tales como la disponibilidad del proyecto original, la observación de daños estructurales, el uso de la estructura, etc. y de los objetivos de la evaluación. En cada una de las fases se incrementa la precisión de las hipótesis para la evaluación, así como el grado de detalle de los métodos de análisis respecto de la fase anterior.

Se definen a continuación las bases y los procedimientos para la evaluación estructural y estimación de la vida útil residual.

- 1ª Fase: Evaluación preliminar, que incluye en general:
  - la recopilación y estudio de la documentación disponible, incluidas las acciones derivadas del programa de inspección y mantenimiento descrito en el Artículo 24 y, en su caso, el levantamiento de planos;
  - una inspección preliminar;
  - la elaboración de las bases para la evaluación;
  - la comprobación preliminar de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de los elementos estructurales principales, lo que pasa por la utilización de procedimientos sencillos basados en la identificación de los mecanismos resistentes y de las condiciones de vinculación;
  - la identificación preliminar de los mecanismos de deterioro y de las solicitaciones correspondientes.
- 2ª Fase: Evaluación detallada, que incluye en general:
  - la determinación del estado de la construcción mediante una inspección especial, incluida la cuantificación de posibles daños en forma de mapa de daños;
  - la actualización de la geometría y de los planos de la estructura;
  - la actualización de las características de los materiales;
  - la actualización de las acciones;
  - la actualización de las bases para la evaluación;
  - el análisis estructural;
  - la comprobación de la capacidad portante y de la aptitud al servicio.
- 3ª Fase: Evaluación avanzada, con métodos de análisis de la seguridad, que incluye en general:

- la determinación de las situaciones críticas de comprobación;
- la adquisición, en su caso, de más datos sobre las características de la estructura o de los materiales, o sobre las acciones;
- la determinación de los modelos probabilistas de las variables;
- el análisis estructural;
- la identificación de los modelos de deterioro, si es posible;
- la comprobación con métodos de seguridad.

25.4 Niveles de análisis

El proceso de evaluación estructural de una construcción existente debe ser progresivo, esto es, que parte de procedimientos sencillos de evaluación, asociados a pocos datos, para acudir sucesivamente, si es preciso, a formulaciones más sofisticadas y más exigentes en volumen de información, hasta poder emitir dictamen acerca de la aptitud de la construcción para aceptar con seguridad suficiente unas acciones definidas. En la figura 25.4 se sintetiza el procedimiento práctico operativo, de tal manera que si la estructura no ha sido declarada "apta" tras el análisis inicial relativo, debe procederse progresivamente según se sintetiza en la tabla 25.4. El proceso se detiene, en su caso, en el nivel en el que la estructura se declara "apta":

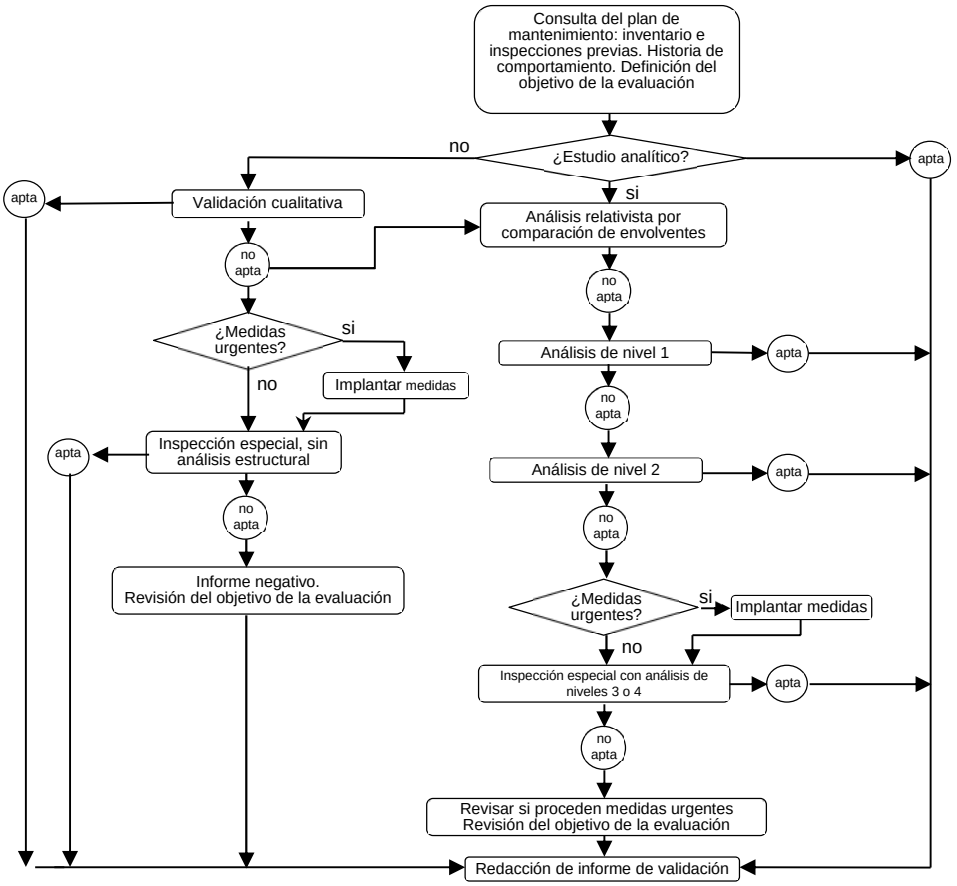


Figura 25.4 Proceso de evaluación estructural de una construcción existente

Tabla 25.4 Niveles de análisis estructural

Nivel	Método
1	Comprobación de la estructura frente a las acciones que justifican la necesidad de la comprobación: un cambio de uso, una acción temporal, etc.
2	Comprobación de la estructura para las acciones objeto de la comprobación, incluidas las acciones definidas en las bases de cálculo para obra nueva. Se utilizarán los códigos de materiales con unos coeficientes parciales de ponderación corregidos, en virtud de la disminución de incertidumbres que representa que la estructura ya existe y que, en su caso, ha evidenciado un comportamiento previo positivo.
3	El marco de comprobación es, como en el nivel 2, semiprobabilista, pero utiliza información actualizada en forma de características resistentes deducidas tras una inspección especial, auscultación o pruebas de carga. Contexto semiprobabilista con coeficientes parciales ajustados con el fin de obtener la misma fiabilidad que para obra nueva.
4	Aproximación sofisticada en forma de análisis no lineal tridimensional, en un contexto de formato de comprobación probabilista.

25.5 Evaluación cualitativa

La “validación cualitativa” a la que se refiere el organigrama de la figura 25.4 se refiere solo al caso de algunas construcciones para las que no existen procedimientos sancionados para el análisis estructural cuantitativo, no se requieren incrementos de prestaciones y han exhibido un comportamiento previo positivo.

25.5.1 Capacidad portante

Puede considerarse que una estructura presenta una capacidad portante adecuada si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- la estructura haya exhibido un comportamiento satisfactorio a lo largo de un tiempo suficiente (al menos 5 años) desde la última reparación, refuerzo o modificación;
- una inspección principal, especialmente detallada, no revele daños o deterioros significativos;
- que la inspección detallada permita confirmar su esquema estático;
- que el previsible deterioro de la estructura no ponga en peligro la seguridad estructural, al menos hasta la siguiente inspección principal programada; y
- que no se prevean modificaciones significativas de las acciones actuantes reales, no las utilizadas en la fase de proyecto o, en general, en las solicitaciones o condiciones de exposición.

25.5.2 Aptitud al servicio

Podrá considerarse que una estructura es apta para el servicio, si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- La estructura se ha comportado satisfactoriamente durante un periodo de tiempo suficientemente largo sin que se hayan producido daños o anomalías ni en los elementos estructurales ni en aquellos elementos arquitectónicos (particiones, solados, etc.) que apoyan sobre ellos, tampoco mostrará síntomas indicativos de deformaciones excesivas ni se apreciaran vibraciones molestas.
- Una inspección detallada, no revela ningún indicio de daño o deterioro, ni de deformaciones, desplazamientos o vibraciones excesivas.
- Durante el periodo de servicio restante no se prevén cambios que puedan alterar significativamente las acciones sobre el edificio o afectar su durabilidad.
- Teniendo en cuenta el deterioro previsible, así como el programa de mantenimiento previsto, se puede anticipar una adecuada durabilidad.

De la validación cualitativa de la estructura se dejará constancia escrita y firmada por el técnico competente autor de la misma, en un informe que al menos dé cuenta de la satisfacción de los requisitos enunciados.