

# Principios de conservación del hormigón de relevancia cultural

## Principios

Susan Macdonald y  
Ana Paula Arato Gonçalves

Getty  
Conservation  
Institute

# Principios de conservación del hormigón de relevancia cultural

**Principios**

Susan Macdonald y  
Ana Paula Arato Gonçalves

Getty Conservation Institute  
Los Ángeles

© 2021 J. Paul Getty Trust  
1200 Getty Center Drive, Suite 700  
Los Angeles, CA 90049-1684  
Estados Unidos  
Teléfono: 310 440-7325  
Fax: 310 440-7702  
Correo electrónico: [gciweb@getty.edu](mailto:gciweb@getty.edu)  
[www.getty.edu/conservation](http://www.getty.edu/conservation)

ISBN: 978-1-937433-86-4 (recurso en línea)  
ISBN: 978-1-937433-85-7 (impresión bajo demanda)

El Getty Conservation Institute (GCI, por su sigla en inglés) trabaja a nivel mundial para mejorar la práctica de la conservación en las artes visuales, a través de una interpretación amplia que incluye objetos, colecciones, arquitectura y sitios. El GCI sirve a la comunidad interesada en la conservación a través de educación, capacitación e investigación científica, proyectos de campo y divulgación de la información. En todos sus esfuerzos, el GCI crea y comparte conocimientos que contribuyen a la conservación del patrimonio cultural de la humanidad.

Portada y contraportada: Edificio de la Asociación de Propietarios de Telares, Ahmedabad, India, diseñado por Le Corbusier, construido entre 1954 y 1956, © F.L.C./ADAGP, París/Sociedad de Derechos de Artistas (Artists Rights Society, ARS), Nueva York, 2020.

Fotografía: Lucien Hervé, 1954-56, © J. Paul Getty Trust. Getty Research Institute, Los Ángeles (2002.R.41).1).

# Contenido

Introducción.....	5
<b>Acerca de este documento.....</b>	<b>8</b>
Objetivo .....	8
Alcance.....	8
Limitaciones.....	11
Terminología .....	11
<b>Principios.....</b>	<b>14</b>
<b>1. Planificación del proyecto.....</b>	<b>14</b>
1.1. Identificar un equipo de proyecto adecuadamente calificado.....	14
1.2. Identificar los objetivos del proyecto.....	15
1.3. Identificar a las partes interesadas .....	15
1.4. Identificar los requisitos reglamentarios .....	15
<b>2. Comprensión del edificio y de las necesidades de conservación.....</b>	<b>16</b>
2.1. Evaluar el significado cultural del edificio y la relevancia del hormigón.....	16
2.2. Evaluar el edificio: investigar las condiciones físicas e identificar las amenazas/oportunidades, las necesidades de los usuarios y de las partes interesadas y las restricciones .....	17
2.2.1. Investigación preliminar .....	18
2.2.2. Investigación detallada .....	18
2.2.3. Identificar las amenazas y las oportunidades .....	19
2.2.4. Identificar las necesidades de los usuarios y de las partes interesadas.....	19
2.2.5. Identificar las restricciones .....	19
2.2.6. Evaluación de los resultados.....	19

3. Desarrollo de estrategias de conservación.....	20
3.1. Criterios de conservación .....	21
3.2. Realizar ensayos, modelos y pruebas de los materiales de tratamiento y reparación .....	22
4. Implementación .....	23
5. Mantenimiento y monitoreo.....	24
Agradecimientos.....	25
Glosario .....	26
Referencias.....	27

# Introducción

El hormigón es, probablemente, el material de construcción más utilizado de la era moderna. Al principio, su producción y construcción eran, en gran medida, artesanales, y su expresión arquitectónica era funcional o imitaba materiales tradicionales como la piedra. La subsiguiente industrialización del cemento y de la producción del hormigón, además de las técnicas de construcción asociadas, durante los siglos XIX y XX dieron lugar a los procesos de construcción completamente industrializados y a gran escala conocidos en la actualidad. Este rápido desarrollo tecnológico, especialmente, en lo que respecta al hormigón reforzado, impulsó a ingenieros, arquitectos y constructores a explorar y explotar de infinitas maneras las posibilidades estructurales y plásticas del hormigón para satisfacer las aspiraciones del mundo moderno, dando lugar a distintas formas y expresiones arquitectónicas del hormigón.

Además, el hormigón ofrecía una solución económica a los desafíos de la construcción a gran escala tras la Segunda Guerra Mundial, asegurando así su posición como el material de construcción por excelencia del siglo XX. Por esta razón, el desarrollo arquitectónico, estructural y material del hormigón durante los últimos doscientos años ha generado un patrimonio extraordinariamente valioso y diverso de edificios y estructuras que son cada vez más reconocidos por su **significado cultural** (consulte el Glosario al final de este documento) (fig. 1a–1f).

Este creciente reconocimiento trae aparejado la necesidad de protección y conservación. Muchas estructuras de hormigón con significado cultural requieren o pronto requerirán conservación; sin embargo, la naturaleza innovadora de las construcciones de hormigón también significa que el conocimiento sobre su durabilidad y comportamiento a largo plazo aún está en evolución. Su conservación plantea desafíos específicos que van más allá de los proyectos de reparación del hormigón habituales. Entre ellos, se incluyen la falta de reconocimiento y aprecio por el hormigón histórico, y la necesidad de lograr un equilibrio entre los requisitos de conservación y los métodos estándar de reparación del hormigón.

El enfoque que se emplea para conservar el hormigón de relevancia cultural comparte la metodología básica de la reparación general del hormigón. Sin embargo, las estructuras históricas requieren un cuidado adicional para garantizar que el trabajo realizado preserve su significado cultural. Por lo tanto, el impacto que cualquier trabajo de reparación puede tener en el significado debe evaluarse cuidadosamente. Es posible que el trabajo de conservación se enfoque más en preservar el material original o en minimizar los impactos en la estética del hormigón. Por ejemplo, en muchos edificios brutalistas de hormigón visto en los que el acabado de la superficie contribuye a su significado, las reparaciones pueden tener un impacto negativo si no se integran adecuadamente con la apariencia de la superficie original (fig. 2a y 2b). Otros motivos de preocupación habituales son la pérdida del material original debido al carácter invasivo de los métodos más confiables de evaluación y reparación del hormigón, poca información con respecto al comportamiento de los materiales y las técnicas de reparación nuevos y emergentes y la falta de comprensión de los efectos a largo plazo de los materiales y los métodos de reparación aplicados.

La reparación del hormigón constituye una actividad profesional importante y consolidada, constantemente impulsada por conocimientos, productos y técnicas nuevos que surgen de la investigación, la práctica y la industria. Sin embargo, la conservación del hormigón es un campo relativamente nuevo, pero de rápido crecimiento. En la mayoría de los lugares, arquitectos, ingenieros, conservadores y contratistas cuentan con poca experiencia en lo que respecta a la conservación del hormigón y disponen de escasa información específica como referencia. Dado que la conservación del hormigón se vale del conocimiento de los campos de la reparación del hormigón y de la conservación, existe la necesidad de principios básicos que se basen en las buenas prácticas de ambas áreas para guiar la práctica de la conservación del hormigón y mejorar los resultados del hormigón como patrimonio en todo el mundo.



A



C



B

**FIGURAS 1A-1F** La evolución del desarrollo del hormigón reforzado durante el siglo XX ha dado como resultado una gran variedad de edificios y estructuras extraordinarios, cada uno de los cuales representa nuevas innovaciones y diversas formas y expresiones. Algunos ejemplos son **(a)** el Palacio Itamaraty, Oscar Niemeyer, Brasilia, Brasil, 1970. Fotografía: Ana Paula Arato Gonçalves, 2013; **(b)** la Estación de tren de Beira, Francisco José de Castro, João Garizo do Carmo y Paulo de Melo Sampaio, Beira, Mozambique, 1965. Fotografía: Andrew Moore, 2011, utilizada bajo licencia CC BY-SA 2.0 Generic; **(c)** Tokyo Bunka Kaikan, Kunio Maekawa, Parque Ueno, Tokio, Japón, 1961. Fotografía: Wei-Te Wong, 2014, bajo licencia CC BY-SA 2.0 Generic; **(d)** la Casa Hollyhock, Frank Lloyd Wright, Los Ángeles, EE. UU., 1921. Fotografía: Kyle Normandin, 2012, © J. Paul Getty Trust; **(e)** Las Pozas, Edward James, Xilitla, México, 1949–84. Fotografía: Pavel Kirillov, 2012, bajo licencia CC BY-SA 2.0 Generic; y **(f)** la Piscina para pingüinos, Zoológico de Londres, Berthold Lubetkin, Londres, Reino Unido, 1934. Fotografía: FeinFinch, 2014, bajo licencia CC BY-SA 3.0 Unported.



D



A



E

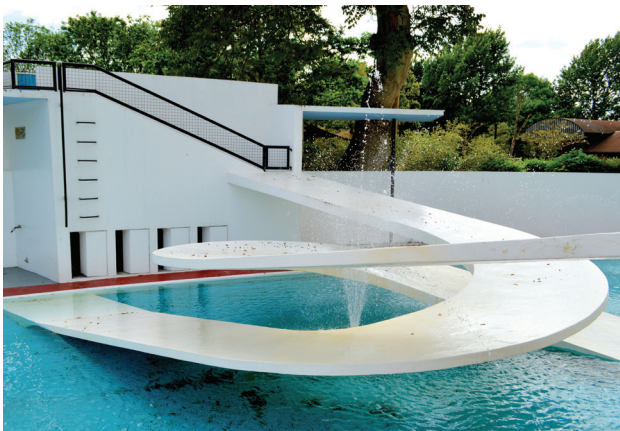


B

**FIGURAS 2A Y 2B** Lograr parches duraderos que sean compatibles con la preservación del valor estético del hormigón original es un desafío habitual en la conservación del hormigón.

**(a)** Ejemplo de una integración estética deficiente. Fotografía: Ana Paula Arato Gonçalves, 2019, © J. Paul Getty Trust;

**(b)** ejemplo de una buena integración estética. Fotografía: Ana Paula Arato Gonçalves, 2019, © J. Paul Getty Trust.



F



# Acercas de este documento

## Objetivo

*Principios de conservación del hormigón de relevancia cultural* ofrece un marco para la toma de decisiones fundamentadas y sensatas para la conservación de edificios y estructuras de hormigón con significado cultural, mediante estándares de reparación del hormigón y principios internacionales de conservación (consulte las Referencias al final de este documento). La premisa fundamental es que el hormigón, en todas sus formas, puede tener significado cultural, y su cuidado merece un enfoque minucioso y basado en el conocimiento a fin de poder conservarlo para generaciones futuras.

Los principios que se describen en las páginas siguientes no están destinados a utilizarse como una guía de reparación, sino a proporcionar un enfoque lógico para la conservación del hormigón que guíe a los profesionales en el uso de la metodología típica de conservación, desde la investigación y el desarrollo de estrategias de conservación hasta la implementación y el mantenimiento. En este documento se detalla el ampliamente aceptado proceso de conservación paso a paso ampliamente aceptado se resume en el diagrama de flujo de la figura 3. El documento hace referencia general a la metodología utilizada para la reparación del hormigón, en tanto que se aportan consideraciones específicas que deben tenerse en cuenta al conservar el hormigón con significado cultural.

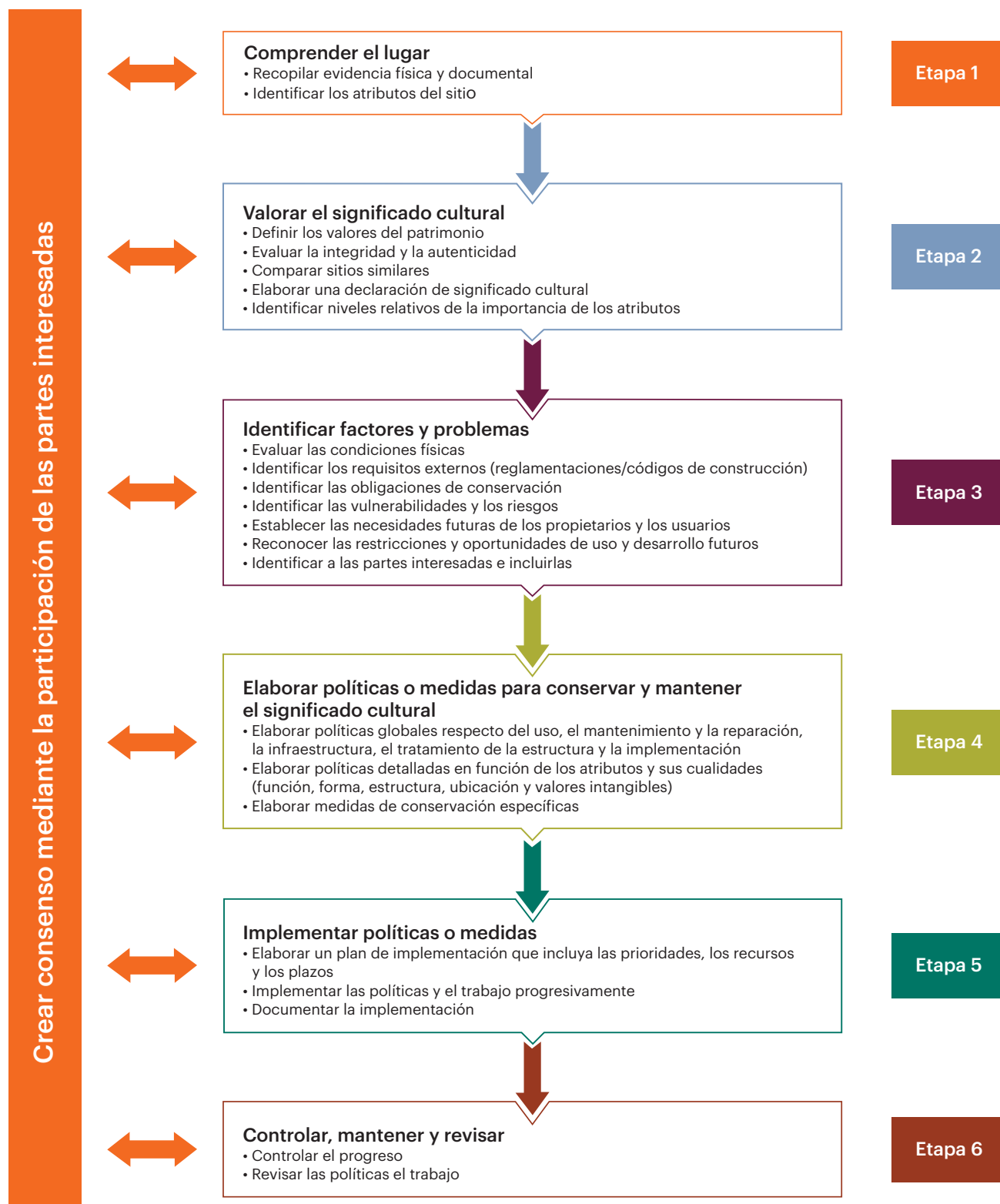
El fin de este marco es elaborar un enfoque coherente para lograr resultados óptimos para el hormigón de importancia cultural y mejorar los estándares de conservación. Asimismo, se proporciona terminología básica (definida en el Glosario) que las diferentes disciplinas involucradas en la conservación del hormigón pueden compartir.

## Alcance

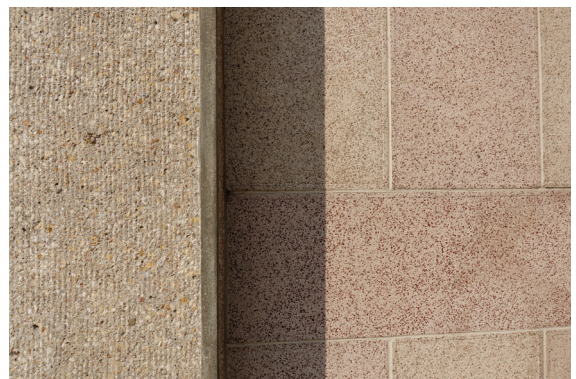
Los principios que figuran en este documento son relevantes para el hormigón reforzado y no reforzado que data del siglo XIX en adelante y está identificado como de importancia cultural. Abarca todas las formas del patrimonio de hormigón: edificios de tipologías y usos diversos, y estructuras tales como puentes, fuertes, elementos en paisajes, obras de arte y elementos decorativos. Incluye el hormigón *in situ* y el prefabricado, y una variedad de sistemas de refuerzo que se han utilizado a lo largo del tiempo, que incluyen sistemas pretensados con armado pre o postesado. Existen varios tipos de acabado de hormigón; históricamente, se ha enlucido, pintado, dejado visto, tableado, abujardado, impreso, lavado, decorado con mosaicos y alicatado (fig. 4a a 4e). Es posible que estos acabados contribuyan a la importancia y pueden ser vulnerables durante los proyectos de reparación.

El hormigón puede desempeñar un papel estructural o no estructural, pero, si bien el tipo y el alcance de las evaluaciones y medidas de conservación subsiguientes pueden ser diferentes, los principios de conservación son los mismos. Los profesionales especialistas involucrados en el proceso de conservación también pueden variar en función de si el hormigón lleva carga o no.

# PROCESO DE CONSERVACIÓN



**FIGURA 3** Diagrama de flujo que describe el proceso paso a paso habitual en la conservación de un sitio patrimonial. Basado en el Proceso de la Carta de Burra (ICOMOS Australia, 2013).



B

C

D

E

A

**FIGURAS 4A–4E** Ejemplos de acabados de hormigón: **(a)** revestimiento con azulejos sobre hormigón, Ópera de Sídney, Jørn Utzon, Sídney, Australia, 1973. Fotografía: Greg O’Beirne, 2006, bajo licencia CC BY-SA 3.0 Unported; **(b)** hormigón abujardado, Barbican Centre, Chamberlin, Powell & Bon, Londres, Reino Unido, 1976. Fotografía: Ana Paula Arato Gonçalves, 2019, © J. Paul Getty Trust; **(c)** hormigón estriado con agregado visto. Fotografía: Ana Paula Arato Gonçalves, 2019, © J. Paul Getty Trust; **(d)** hormigón tableado. Fotografía: Ana Paula Arato Gonçalves, 2019, © J. Paul Getty Trust; y **(e)** hormigón imitación piedra, Palais d’Iéna, Auguste Perret, París, Francia, 1937–46. Fotografía: Ana Paula Arato Gonçalves, 2018, © J. Paul Getty Trust.

## Limitaciones

Todos los proyectos de conservación están sujetos a una variedad de consideraciones y se desarrollan de acuerdo con los recursos, el tiempo y el acceso disponibles. El contexto en el cual se llevan a cabo los proyectos de conservación varía según el país. Por lo tanto, la gestión de proyectos, las modalidades de contratación, y las funciones y la disponibilidad de los profesionales convocados pueden ser diferentes. Sin embargo, estos principios describen una práctica óptima, y en ellos se tiene en cuenta que las circunstancias locales afectarán su aplicación.

## Terminología

La terminología que se utiliza en este documento está definida en el Glosario. Los términos específicos sobre conservación se extrajeron de la práctica internacional de la conservación, en tanto que otros términos técnicos se definen en función de los estándares de la industria de la reparación del hormigón y se adaptan al ámbito de la conservación cuando es necesario.

En este documento, se define al *hormigón* como un material compuesto de agregados de diversos tamaños y formas, clasificados en términos generales como finos (comúnmente, arena) y gruesos (por lo general, grava y piedra), combinados con pasta de cemento (cemento y agua), que funciona como aglomerante. Puede o no contener aditivos y otros materiales cementosos, como cenizas volantes, escoria siderúrgica y humo de sílice. El hormigón reforzado contiene barras, alambres u otros elementos (por lo general, de acero; anteriormente, de hierro; y más recientemente, de fibras de vidrio o polímero) que mejoran la resistencia a la tracción del material.

Aquí, *conservación* es un término general que abarca todos los procesos que pueden emplearse para conservar lo que hace que un sitio histórico sea relevante (su significado cultural). Estos procesos incluyen medidas preventivas, reparaciones, restauraciones y, en algunos casos, reconstrucciones.

El hormigón del patrimonio abarca todas las formas de hormigón que son de relevancia cultural, y los términos *edificio* y *estructura* se utilizan para contemplar todas las tipologías de este patrimonio de hormigón.

# PROCESO DE CONSERVACIÓN DEL HORMIGÓN

## 1. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

COMIENZE  
AQUÍ

- 1** Identificar un equipo adecuadamente apto
- 2** Definir los objetivos del proyectos
- 3** Identificar a las partes interesadas
- 4** Identificar los requisitos reglamentarios

¿Hay una declaración de significado cultural?

## 5. MANTENIMIENTO Y MONITOREO

- 1** Elaborar un plan de mantenimiento
- 2** Monitorear las amenazas, las oportunidades, los tratamientos y las reparaciones

## 4. IMPLEMENTACIÓN

- 1** Seleccionar contratistas, priorizando el nivel de aptitud necesario
- 2** Realizar una capacitación in situ de los contratistas
- 3** Implementar el trabajo de conservación
- 4** Control de calidad
- 5** Documentar el proceso y el resultado del trabajo

## 3. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

### 3.1. CRITERIOS DE CONSERVACIÓN

- 1** Formular los criterios de conservación
- 2** Considerar diferentes enfoques de conservación
- 3** Evaluar el impacto de la estrategia propuesta en el significado
- 4** Seleccionar materiales y métodos adecuados

### 3.2. REALIZAR ENSAYOS, PRUEBAS Y ANÁLISIS

- 1** Realizar ensayos o pruebas fuera de la estructura
  - 2** Comprobar y evaluar los ensayos y las pruebas
- ¿Cumple con los criterios de conservación?
- sí** **no**
- 3** Realizar ensayos y pruebas en la estructura
  - 4** Probar y evaluar los ensayos y las pruebas
  - 5** Preparar planos de construcción finales y especificaciones

**FIGURA 5** Diagrama de flujo en el que se ilustra el proceso de conservación del hormigón en su totalidad y se combinan las prácticas recomendadas para los procesos de reparación y conservación del hormigón (consulte la fig. 3)



**Principios** Los principios que se presentan en este documento se resumen en el diagrama de flujo de la figura 5, en el que se ilustra el proceso de conservación del hormigón en su totalidad y se combinan las prácticas recomendadas para los procesos de reparación y conservación del hormigón.

## 1. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

La fase de planificación de un proyecto proporciona la base para lograr el éxito de este. En esta sección, se destacan las áreas fundamentales de la conservación del hormigón y se reconoce que otras áreas, como las relacionadas con el presupuesto y la programación, son similares a la planificación de un proyecto normal.

### 1.1. Identificar un equipo de proyecto adecuadamente calificado

La conservación del hormigón es una actividad multidisciplinaria especializada. Requiere que los profesionales que tienen la experiencia y el conocimiento técnico adecuados en lo que respecta a la conservación del hormigón participen en todas las fases del proyecto (evaluación, pruebas, desarrollo de estrategias de conservación, implementación y mantenimiento) para garantizar que el trabajo sea técnicamente eficaz y sostenible, y que responda a las necesidades de conservación específicas del edificio.

En la actualidad, muchos proyectos priorizan el costo en el momento de seleccionar a los contratistas y equipos profesionales; sin embargo, el éxito depende del conocimiento, las habilidades y la experiencia del equipo. Por lo tanto, el proceso de selección debe priorizar las cualificaciones y la experiencia por sobre la oferta más baja. Es difícil cumplir con todos los requisitos técnicos y de conservación de los proyectos del patrimonio con un equipo con experiencia limitada. En el caso de la reparación del hormigón, un trabajo de baja calidad conducirá inevitablemente a la necesidad de volver a realizarlo y, en consecuencia, a la pérdida innecesaria del material original y a costos adicionales.

**A continuación, se mencionan las principales disciplinas que pueden desempeñar un papel en la conservación del hormigón.**

- Los ingenieros o arquitectos con conocimiento, habilidades y experiencia en la conservación del hormigón deben participar para dirigir el análisis de las condiciones, la evaluación y la elaboración de las estrategias de conservación, y para supervisar la implementación.
- La evaluación y el diagnóstico estructural del hormigón, el desarrollo de las estrategias estructurales de reparación y la implementación deben ser realizados por ingenieros y contratistas adecuadamente calificados. Dado que, por lo general, el hormigón se utiliza como material estructural, los proyectos que van más allá de las reparaciones superficiales requieren esta capacidad.
- Los conservadores con conocimientos, habilidades y experiencia en lo que respecta a la conservación del hormigón pueden ser un nexo útil entre los arquitectos o ingenieros y el personal técnico. Su contribución es particularmente valiosa donde la apariencia de la reparación es importante y se requiere que los materiales de reparación y las técnicas se adapten a las peculiaridades del sitio.

- El muestreo y las pruebas y análisis de laboratorio deben ser realizados por laboratorios con la experiencia adecuada y deben llevarse a cabo según las normas nacionales e internacionales, ajustadas a las necesidades de conservación. Los profesionales responsables de realizar pruebas en el hormigón deben participar en el desarrollo de las estrategias de ensayo y muestreo.
- Los fabricantes de productos de tratamiento o reparación no deben realizar trabajos de evaluación ni elaborar estrategias de reparación en lugar de consultores independientes. Sin embargo, pueden participar en el desarrollo de materiales de reparación específicos para el sitio en estrecha colaboración con los consultores independientes.
- Los contratistas con conocimientos, habilidades y experiencia en el trabajo con estructuras de hormigón de relevancia son fundamentales para la ejecución de reparaciones y tratamientos adecuados y duraderos. En muchas partes del mundo, puede ser difícil conseguir contratistas con experiencia en la conservación del hormigón. Una alternativa aceptable consiste en emplear a contratistas con mucha experiencia en reparaciones de hormigón de buena calidad que puedan demostrar un enfoque artesanal cuidadoso y sensato, que estén dispuestos a participar en capacitaciones *in situ* y que incorporen el control de calidad detallado que se requiere durante la ejecución.

En el transcurso del proyecto, es fundamental tener un enfoque colaborativo, el cual debe fomentarse entre las diversas partes involucradas en las fases de análisis, elaboración de estrategias de conservación, ensayos, pruebas, implementación, mantenimiento y seguimiento. Debe asignarse el tiempo y el presupuesto adecuados a cada fase.

Mantener el mismo equipo durante todo el proceso, desde la evaluación hasta la implementación, brinda la ventaja de adquirir conocimiento a lo largo de las diferentes etapas del proyecto. Cuando esto no es posible, la necesidad de conseguir un equipo adecuadamente formado y competente es fundamental en todos los pasos del proceso de conservación.

## 1.2. Identificar los objetivos del proyecto

Debe establecerse una comprensión clara de los objetivos del trabajo de conservación del hormigón y aplicarse para dirigir el proyecto desde el comienzo. Estos objetivos deben especificarse y acordarse inicialmente con el equipo del proyecto y las partes interesadas. El proyecto debe apuntar a la mejor práctica de conservación, además de tener en cuenta las necesidades de los propietarios y los usuarios, los recursos disponibles y otros factores tales como la sustentabilidad, la accesibilidad del área que debe conservarse, las expectativas de vida útil del edificio y de las reparaciones, los sistemas de protección y los compromisos de mantenimiento a futuro.

## 1.3. Identificar a las partes interesadas

Es necesario identificar a las partes interesadas que pueden influir en los resultados del proyecto y definir cuáles serán sus funciones.

## 1.4. Identificar los requisitos reglamentarios

Es posible que para realizar cualquier muestreo, ensayo, cata de inspección u otros trabajos que se realizan durante la etapa de evaluación, así como para la implementación, en edificios y estructuras que están protegidos por la ley, se requiera la aprobación de la autoridad del patrimonio o de planificación pertinente, además de los requisitos reglamentarios usuales para proyectos de construcción típicos. Más allá de los requisitos reglamentarios del patrimonio, es importante identificar los códigos de edificación y los estándares de accesibilidad y seguridad relevantes.



## 2. COMPRENSIÓN DEL EDIFICIO Y DE LAS NECESIDADES DE CONSERVACIÓN

La eficacia del resultado del proceso de conservación depende directamente de la información utilizada como referencia para la toma de decisiones. De manera similar a lo que ocurre en los procesos de conservación habituales, en el proceso que se describe a continuación, se recopila conocimiento acerca de la importancia cultural del hormigón, y sus características y condiciones físicas. Las actividades de investigación técnica necesarias deben guiarse por las prácticas recomendadas y los estándares en el campo de la reparación del hormigón, además de tener en cuenta las necesidades específicas de conservación.

### 2.1. Evaluar el significado cultural del edificio y la relevancia del hormigón

Todos los proyectos de conservación comparten la necesidad de comprender el significado cultural del edificio o la estructura, los elementos (características distintivas) que contribuyen a la importancia y los niveles relativos de importancia de estos elementos. Comprender el significado es fundamental para elaborar estrategias de conservación adecuadas que proporcionen un equilibrio entre los requisitos técnicos y los de conservación, y para evaluar el impacto que los trabajos propuestos tienen en la relevancia del edificio.

El hormigón puede contribuir al significado cultural de un edificio según una serie de criterios que típicamente se utilizan en la evaluación del patrimonio. Por ejemplo, puede tener valor histórico al demostrar evidencia de un aspecto importante del desarrollo de la construcción o de un acontecimiento histórico, valor científico por mostrar hitos del avance tecnológico, importancia estética como gran obra de arquitectura, u otros valores utilizados para definir el significado cultural (fig. 6a a 6c). En la evaluación del significado, también debe identificarse el nivel de contribución del hormigón en comparación con otros elementos, además de las características específicas del hormigón que contribuyen a la relevancia de ese patrimonio.

Comprender el contexto histórico del edificio o la estructura es fundamental para la evaluación de su significado. Además, puede brindar pistas sobre la composición, las características del hormigón y la forma en que se elaboró el material. Esto es importante para el trabajo de evaluación técnica que se realiza a continuación, ya que la tecnología del hormigón evolucionó considerablemente a lo largo de los siglos XIX y XX.

**Los pasos habituales del proceso de evaluación del significado son los siguientes:**

1. Recopilar evidencia procedente de archivos.
2. Recopilar evidencia física mediante documentación, levantamientos e inspección visual.
3. Identificar los elementos clave (características distintivas) del edificio que demuestren su relevancia.
4. Elaborar una declaración del significado cultural.
5. Identificar la contribución del hormigón al significado cultural del edificio o la estructura. ¿Es el hormigón una característica distintiva? Por ejemplo, ¿tiene valor estético, científico o histórico?



A



B



C

**FIGURAS 6A-6C** Los edificios de hormigón tienen muchos de los valores que generalmente se utilizan para definir la importancia del patrimonio, por ejemplo: **(a)** cerco con postes de hormigón y alambre de púas, Auschwitz, Oświęcim, Polonia, 1940-42, tiene valor histórico y conmemorativo. Fotografía: Pimke, 2006, cortesía de Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0 Unported; **(b)** Villa Hennebique, François Hennebique, Bourla-Reine, Francia, 1903, posee valor científico. Fotografía: Eurobas, 2009, cortesía de Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0 Unported; y **(c)** Instituto Salk de Estudios Biológicos, Louis I. Kahn, La Jolla, California, 1965, tiene valor estético. Fotografía: Gail Ostergren, 2011, © J. Paul Getty Trust.

## 2.2. Evaluar el edificio: investigar las condiciones físicas e identificar las amenazas/oportunidades, las necesidades de los usuarios y de las partes interesadas y las restricciones

Elaborar una estrategia de conservación eficaz depende de una evaluación exhaustiva del edificio. Existen muchos factores coadyuvantes, como la mano de obra, el diseño, la selección de materiales, los factores ambientales, el uso y la falta de mantenimiento, que afectan el comportamiento técnico de una estructura de hormigón. Por consiguiente, es importante comprender las características del material de la estructura e identificar las amenazas actuales o futuras a fin de aumentar la eficacia de las estrategias de conservación. Igualmente importante es determinar los factores externos que influirán en la estrategia de conservación. También deben identificarse las necesidades de los usuarios, de los propietarios y de otras partes interesadas relevantes. El objetivo es precisar todos los requisitos a fin de elaborar una estrategia de conservación sustentable y aceptable que cumpla con los criterios técnicos, de conservación y de los usuarios.

Es fundamental respetar una metodología de investigación consolidada para el hormigón (consulte Instituto Americano del Hormigón, 2018, 2019; Comité Europeo de Normalización, 2004-17, parte 9). Con el debido celo, estas metodologías también pueden aplicarse a edificios de hormigón de relevancia cultural.

### **2.2.1. Investigación preliminar**

El trabajo de investigación preliminar debe comenzar con la revisión de la documentación disponible y de la historia del edificio, incluidos los registros de usos anteriores, renovaciones y mantenimiento.

A continuación, el equipo debe describir el medio ambiente y cuán agresivo puede resultar para el hormigón. Debe considerarse el clima local; la exposición al sol, a ciclos de congelación y descongelación, al viento y a la lluvia para cada elemento de hormigón; los niveles de contaminación, especialmente dióxido de carbono y sulfatos; la exposición a cloruros como sales de deshielo o la proximidad a océanos; y otros agentes contaminantes que pueden provocar el deterioro del hormigón.

Debe realizarse una inspección visual de las condiciones para documentar e identificar las condiciones existentes, así como el alcance y grado de deterioro.

En algunos casos, en esta etapa se puede realizar una evaluación de campo no destructiva de fácil acceso para identificar las características clave del material y encontrar condiciones importantes bajo la superficie, como áreas de delaminación, mediante técnicas de sondeo. El material desprendido o suelto que se encuentra en el sitio debe recolectarse para su análisis y podría utilizarse para pruebas preliminares.

Luego del análisis de los resultados de la investigación preliminar, debe elaborarse una hipótesis que relacione el deterioro identificado con las posibles causas y los factores de influencia.

A continuación, debe evaluarse la necesidad de una investigación detallada.

### **2.2.2. Investigación detallada**

Si es necesario, debe proponerse una estrategia para una investigación detallada, que equilibre las necesidades técnicas y de conservación, teniendo en cuenta los recursos disponibles y la hipótesis establecida. Se deben priorizar las técnicas de diagnóstico *in situ* no destructivas. Las técnicas de investigación destructivas deben usarse para confirmar hallazgos de técnicas no destructivas y para recopilar información fundamental adicional que no puede obtenerse mediante técnicas no destructivas.

Debe considerarse la implementación de sistemas de monitoreo para identificar o confirmar el deterioro activo, ya que pueden ser una forma eficaz de determinar la tasa de deterioro y el nivel de intervención necesario de acuerdo con los principios de conservación de mínima intervención. Así, el monitoreo puede desempeñar un papel importante en la investigación y ser una estrategia de conservación por sí misma, que se utilice para identificar un punto crítico en el proceso de deterioro cuando se requieran medidas de conservación o para controlar un factor de riesgo.

La estrategia de investigación detallada propuesta debe regirse por el conocimiento sobre la relevancia de la estructura, la forma en que se construyó y la idoneidad para obtener los mejores resultados de la investigación posibles.

La toma de muestras para las pruebas de laboratorio proporciona mejores resultados cuando la estrategia de muestreo se elabora con el profesional que analizará las muestras. El objetivo de la estrategia de muestreo debe ser garantizar resultados útiles y confiables, minimizando el daño y la pérdida del material original tanto como sea posible.

Las ubicaciones donde se realizará la investigación destructiva, como las catas de inspección y la toma de muestras, deben ser representativas de los materiales y las condiciones, y, en lo posible, poco visibles.

En el caso del hormigón portante, si existe la posibilidad de que el uso o la carga cambien o si hay signos de que la estructura portante no está cumpliendo su función de manera adecuada, realice una evaluación o el diagnóstico estructural para determinar la capacidad estructural del edificio, la vida útil residual y la idoneidad para el uso continuado o propuesto. Como parte de la evaluación o el diagnóstico estructural, debe determinarse el grado de intervención necesario para que la estructura cumpla con los requisitos de comportamiento.

Es posible que el análisis de los resultados de la investigación confirme los mecanismos de deterioro que amenazan tanto el comportamiento como la relevancia del hormigón e identifique la necesidad de realizar reparaciones o tratamientos. Este proceso también puede poner de manifiesto la necesidad de pruebas adicionales.

### **2.2.3. Identificar las amenazas y las oportunidades**

El equipo debe identificar las amenazas y las oportunidades que podrían afectar la relevancia del hormigón en el futuro. Algunos ejemplos de estas amenazas son los factores que pueden desencadenar o agravar el deterioro; los ejemplos de las oportunidades incluyen el análisis de características para promover la conservación, como una estructura sobredimensionada que puede soportar de manera segura más carga que la actual. También debe evaluarse el posible impacto de estas amenazas y oportunidades en el significado cultural a fin de ayudar a priorizar medidas para atenuarlas o sondearlas.

### **2.2.4. Identificar las necesidades de los usuarios y de las partes interesadas**

Es importante investigar la posible repercusión que puede tener en el significado cultural del edificio el cumplir con las necesidades de las partes interesadas. Esto puede revelar exigencias que deberán negociarse para minimizar el impacto. Por ejemplo, ningún cambio en el uso del edificio debe provocar cambios estructurales que afecten negativamente a su relevancia.

Las necesidades de los usuarios y de las partes interesadas pueden conducir a nuevas investigaciones si, por ejemplo, se van a agregar cargas a la estructura.

### **2.2.5. Identificar las restricciones**

Cuando se elabore la estrategia de conservación, también deberán considerarse las restricciones no técnicas, como la disponibilidad de recursos, tecnología y trabajadores con experiencia, la accesibilidad al sitio, y la necesidad de cumplir con las políticas y normas locales, como restricciones ambientales sobre el uso de determinadas sustancias químicas, y con los organismos regulatorios involucrados en cualquier parte del proyecto.

### **2.2.6. Evaluación de los resultados**

A continuación, evalúe de forma integral la manera en que todos estos factores afectan la relevancia del edificio y del hormigón; priorice las necesidades teniendo en cuenta la urgencia de las medidas necesarias y la escala del impacto en el significado; y evalúe cómo los factores identificados limitan las opciones de estrategias de conservación adecuadas y viables. Como se mencionó anteriormente, la colaboración de los profesionales multidisciplinarios involucrados en el proyecto favorece significativamente este proceso.

Los resultados de la evaluación deben recopilarse en un informe que pueda utilizarse como base para elaborar una estrategia de conservación cuyo objetivo sea equilibrar los requisitos técnicos, de conservación y de los usuarios/las partes interesadas.

## 3. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Las estrategias de conservación del hormigón deben elaborarse mediante el equilibrio entre las prácticas recomendadas para el **mantenimiento**, el **tratamiento** y la **reparación** del hormigón (consulte el Glosario) y las necesidades de conservación. Sin embargo, en algunos casos, pueden existir conflictos. Por lo tanto, la toma de decisiones debe basarse en una comprensión clara de los compromisos involucrados y sus consecuencias a largo plazo.

Las técnicas y los procesos establecidos se han codificado en pautas y normas para la reparación y el tratamiento del hormigón, como aquellas que se proporcionan en el *Manual de reparación del hormigón (Concrete Repair Manual)* (Instituto Americano del Hormigón e Instituto Internacional de Reparación del Hormigón, 2013), la ACI 562-16 (Instituto Americano del Hormigón 2018) y la Norma europea EN 1504 (Comité Europeo de Normalización, 2014-17). Otros países tienen sus propias normas, las cuales deben regir el desarrollo y la implementación de las estrategias de conservación para estructuras de hormigón, junto con los criterios de conservación habituales.

### **Deben considerarse opciones que impliquen diferentes grados de intervención:**

- a) No hacer nada más que seguimiento durante un cierto período.
- b) Volver a analizar la capacidad estructural, posiblemente dirigido a una disminución de la función.
- c) Prevenir o reducir el deterioro adicional.
- d) Reforzar o reparar y proteger toda la estructura de hormigón o parte de ella.
- e) Reconstruir o reemplazar toda la estructura de hormigón o parte de ella.
- f) Demoler parcial o totalmente la estructura de hormigón (Comité Europeo de Normalización 2004-17, parte 9, p. 9).

En el proceso de toma de decisiones, deben compararse los beneficios y posibles riesgos para el significado del edificio de cada una de las opciones mencionadas anteriormente, y se debe seleccionar la que brinde el mejor equilibrio entre los criterios de conservación que se presentan en la página 21.

Es posible que los tratamientos preventivos que pueden frenar o detener el deterioro minimicen o retrasen reparaciones de carácter invasivo. En el caso del hormigón, esto puede implicar la aplicación de materiales penetrantes o filmógenos en la superficie o el uso de métodos electroquímicos, como la protección catódica. Al igual que con las opciones de reparación, las ventajas y desventajas de cada tratamiento deben evaluarse cuidadosamente según los criterios enumerados en la página 21.

### 3.1. Criterios de conservación

El objetivo principal de una estrategia de conservación exitosa siempre debe ser maximizar la conservación del significado del edificio. La estrategia debe adaptarse a los requisitos específicos de cada proyecto y cumplir con los siguientes criterios, que incluyen requisitos tanto técnicos como de conservación:

- Abordar las causas del deterioro mediante la reducción o eliminación de los factores que contribuyen a estas.
- Considerar la gravedad y la urgencia del deterioro que se haya identificado.
- Cumplir con los requisitos técnicos para reparaciones o tratamientos duraderos (expectativas de vida útil de la estructura y de durabilidad de las reparaciones o los tratamientos).
- Satisfacer las necesidades de los usuarios y las partes interesadas sin comprometer el significado.
- Minimizar los requisitos de carga adicional que puedan tener consecuencias estructurales que afecten el significado.
- Considerar la viabilidad de implementar la estrategia, como la disponibilidad de recursos, mano de obra calificada, restricciones locales sobre determinados tratamientos químicos, etc.
- Considerar las necesidades de mantenimiento de las reparaciones o tratamientos preventivos seleccionados, y garantizar que haya recursos suficientes.
- Considerar la sustentabilidad de las técnicas y los materiales propuestos, en términos tanto de efectividad a largo plazo como de impacto ambiental.
- Minimizar el riesgo de impacto negativo de cualquier trabajo propuesto en la relevancia del hormigón; para ello, debe hacer lo siguiente:
  - Aplicar un enfoque prudente. Hacer lo menos posible y solo lo necesario, tomando en cuenta los efectos a largo plazo en el comportamiento técnico.
  - Seleccionar materiales y métodos de reparación compatibles en función de la investigación, las pruebas y el análisis de los resultados a fin de garantizar reparaciones duraderas que preserven la relevancia del hormigón.
  - En casos en los que el acabado de la superficie del hormigón contribuya al significado, las reparaciones deben integrarse estéticamente con el acabado original tanto como sea posible. Los criterios de selección de los materiales de reparación deben equilibrar factores tales como la compatibilidad entre el comportamiento y la estética (textura, color y perfil).
  - Las reparaciones o los tratamientos preventivos no deben impedir futuras investigaciones, reparaciones o nuevas aplicaciones de tales tratamientos.
  - Debe evitarse el uso de técnicas y materiales experimentales, no probados o que no fueron revisados adecuadamente. En casos en los que haya pocas opciones disponibles y una nueva técnica pueda tener el potencial de satisfacer las necesidades de conservación, deben realizarse ensayos y controles de campo y de laboratorio durante un período adecuado para determinar el efecto a largo plazo de la técnica antes de aplicarla en el hormigón de relevancia cultural.
  - La reversibilidad debe ser un objetivo cuando se requiere la inclusión de materiales o elementos nuevos, pero únicamente si es viable y no compromete la calidad de la solución.

## 3.2. Realizar ensayos, modelos y pruebas de los materiales de tratamiento y reparación

En la conservación, el proceso repetitivo de llevar a cabo ensayos, elaborar modelos y probar materiales de tratamiento y reparación es fundamental. Esto brinda la oportunidad de perfeccionar las técnicas de tratamiento y reparación y los materiales para garantizar su compatibilidad y efectividad en términos de conservación y comportamiento antes de la aplicación en el edificio o la estructura. En el proceso, debe informarse la elaboración de documentación de construcción.

Los ensayos y las pruebas deben imitar tanto como sea posible las condiciones previstas para el trabajo en el sitio a fin de ayudar a determinar si la reparación o el tratamiento propuestos cumplen con todos los requisitos establecidos para el proyecto; por ejemplo, si la reparación coincide estéticamente con el hormigón original y si el proyecto es eficaz en función de los costes y viable según los recursos disponibles. Si el tiempo lo permite, los ensayos también pueden revelar si las reparaciones envejecerán de manera adecuada.

Contratistas o conservadores competentes con experiencia demostrada deben realizar los ensayos y las pruebas para ayudar a elaborar y perfeccionar las técnicas de conservación. Este mismo nivel de aptitud debe estar disponible en la fase de implementación. Inicialmente, los ensayos y las pruebas deben realizarse fuera del edificio antes de comenzar las muestras *in situ*.

Generalmente, los ensayos de campo y de laboratorio de materiales de tratamiento y reparación son parte del proceso y deben programarse en la fase de pruebas. Los ensayos pueden incluir el análisis de materiales, la verificación de la efectividad de los tratamientos preventivos y la adherencia de las reparaciones de parche.

Una vez que se hayan identificado el material y las técnicas más adecuados, las pruebas *in situ* pueden ayudar a perfeccionar estas técnicas y a desarrollar reparaciones de referencia y protocolos, que pueden utilizarse para informar las fases de implementación y proceso de licitación y oferta. Las pruebas deben realizarse en ubicaciones discretas del edificio que, además, sean representativas de las condiciones típicas. En algunos casos, los ensayos y las pruebas *in situ* pueden requerir un consentimiento reglamentario.

Cada paso de esta fase de trabajo puede incluir tantas iteraciones como sean necesarias para cumplir con los requisitos establecidos para el proyecto de conservación.

## 4. IMPLEMENTACIÓN

El trabajo de conservación del hormigón que implica la reparación y la aplicación de tratamientos debe llevarse a cabo según normas técnicas tales como la ACI 562-16 y la EN 1504, y pautas como las que se indican en el *Manual de reparación del hormigón (Concrete Repair Manual)* del ACI, con consideraciones adicionales para acomodar las necesidades de conservación.

**Los contratistas deben recibir capacitación *in situ*** que defina las expectativas y los estándares para el trabajo de conservación. Esto garantizará que hay una comprensión compartida del estándar y el nivel de destreza necesaria.

**El control de calidad en todas las fases** de la implementación es fundamental. Durante el trabajo, el equipo debe establecer e implementar un proceso de control de calidad, e incluir una definición clara de las funciones y las responsabilidades para abordar y supervisar los estándares del trabajo. También es necesario proporcionar protocolos y estándares para los diferentes métodos de tratamiento y reparación, llevar a cabo inspecciones habituales y comparar el trabajo nuevo con las pruebas preliminares y los estándares acordados.

**El trabajo de conservación debe documentarse** y debe entregarse un registro al propietario. Este debe incluir la estrategia de conservación, un registro de los materiales utilizados, un mapeo de todos los parches y todas las áreas tratadas, y protocolos que describan los métodos de los diferentes tipos de tratamientos y reparaciones. Esto es importante para la evaluación y el trabajo futuros en la estructura.



## 5. MANTENIMIENTO Y MONITOREO

Al igual que ocurre con cualquier patrimonio arquitectónico, el mantenimiento periódico y el monitoreo de las condiciones y los factores de riesgo que afectan el hormigón son fundamentales para prolongar la efectividad del trabajo de conservación y mantener el edificio. El mantenimiento y el monitoreo también pueden considerarse medidas de conservación y es posible que minimicen la necesidad de intervenciones a gran escala que provocan la pérdida de material original.

Dentro del plan de mantenimiento general del edificio, deben incluirse medidas para proteger el hormigón original y cualesquiera reparaciones o tratamientos aplicados. La implementación exitosa de un plan de mantenimiento requiere un presupuesto específico, un acceso adecuado al hormigón y personal de mantenimiento competente con funciones y responsabilidades claramente identificadas.

### **El plan de mantenimiento debe incluir lo siguiente:**

- Protocolos y estándares para cualquier actividad de mantenimiento periódica, como limpieza y reparaciones menores, con la especificación de los materiales y los métodos, y la identificación de las habilidades necesarias para llevar a cabo el trabajo.
- Una lista preaprobada de especialistas, como consultores y contratistas, que cuenten con el conocimiento, las habilidades y la experiencia necesarios para el cuidado permanente del lugar.
- Un mecanismo para registrar las actividades de mantenimiento.

### **El monitoreo debe incluir lo siguiente:**

- La inspección periódica de las áreas tratadas o reparadas, así como sus alrededores, para detectar la recurrencia del deterioro, problemas en la unión entre el material de reparación y el sustrato, y para determinar si las expectativas de vida útil de las reparaciones y los tratamientos se están cumpliendo.
- Evaluación de los factores de riesgo con respecto a sus umbrales a fin de tomar medidas de atenuación

# Agradecimientos

## **Agradecemos los comentarios constructivos de nuestros revisores:**

**Michael Balletta y John Drewett**, CRL Restoration

**Myriam Bouichou y Elisabeth Marie-Victoire**,  
Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques

**Véronique Bouteiller**, Instituto Francés de Ciencia y  
Tecnología para el Transporte, el Desarrollo y las Redes

**Kelly Ciociola, Rosa Lowinger, y  
Christina Varvi**, RLA Conservation

**Gina Crevello**, Echem Consultants

**Catherine Croft**, Twentieth Century Society

**David Farrell**, Rowan Technologies

**John Fidler**, John Fidler Preservation Technology

**Paul Gaudette y Ann Harrer**, Wiss,  
Janney, Elstner Associates

**Carsten Hermann**, Historic Environment Scotland

**Wessel de Jonge**, WDJ Architects

**Marjorie Lynch**, Jensen Hughes

**Arun Menon**, Laboratorio de Ingeniería  
Estructural, Departamento de Ingeniería Civil,  
Instituto Indio de Tecnología, Madrás

**Gabriel Pardo Redondo**, Patrimonio y arquitectura,  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo,  
Universidad Tecnológica de Delft (TU Delft)

**Stuart Tappin**, Stand Consulting Engineers

**John Walsh**, Highbridge Materials Consulting

**Simeon Wilkie**, Getty Conservation Institute

## **Agradecemos especialmente a las siguientes instituciones por recopilar comentarios de sus miembros:**

**Docomomo**: Comité Científico Internacional  
de Tecnología (Docomomo ISC/T)

**Consejo Internacional de Monumentos y  
Sitios**: Comité Científico Internacional del  
Patrimonio del Siglo XX (ICOMOS ISC20C)

**Quisiéramos agradecer el trabajo de César BARGUES  
BALLESTER** en la revisión de los términos técnicos en  
la traducción al español de esta publicación.

# Glosario

**Cemento:** cualquiera de los diversos materiales capaces de unir los áridos entre sí. El cemento Portland es un cemento hidráulico que se produce mediante la pulverización de un material obtenido a través de la calcinación de una mezcla de arcilla y caliza o materiales similares.

**Conservación:** término general para referirse a todos los procesos relacionados con el cuidado de un lugar con el fin de conservar su valor o significado cultural. Estas medidas incluyen la reparación, la restauración, el mantenimiento y, en algunos casos, la reconstrucción (ICOMOS de Australia, 2013).

**Contratista:** “persona o entidad que tiene un contrato con el propietario para la implementación de reparaciones en la estructura” (Instituto Internacional de Reparación del Hormigón, 2015).

**Deterioro:** “manifestación típica de la falla de un material (p. ej., agrietamiento, delaminación, microdescamación, picado, descamación, desconchado, manchas) causada por las condiciones de mantenimiento o las influencias autógenas internas” (Instituto Internacional de Reparación del Hormigón, 2015).

**Enfoque artesanal:** caracteriza al trabajo que se lleva a cabo con un nivel alto de aptitud y experiencia.

**Ensayos:** procedimientos que incluyen el uso de equipos a fin de ayudar a comprender el material o las propiedades físicas de la estructura de hormigón. Los ensayos y los análisis no destructivos se refieren a los métodos que no afectan físicamente el hormigón.

**Evaluación:** proceso de evaluación de las necesidades de un edificio a fin de definir la estrategia de conservación adecuada, que puede incluir medidas preventivas, reparación, restauración y mantenimiento del hormigón. La evaluación implica determinar la condición actual del hormigón, identificar la causa y el alcance del deterioro, e identificar cualesquiera factores que puedan afectar el hormigón en el futuro. Este proceso puede incluir ensayos de campo y de laboratorio, y cálculos de ingeniería.

**Evaluación o diagnóstico estructural:** “el proceso de determinar y juzgar la idoneidad estructural de una estructura, un miembro o un sistema para su uso previsto u objetivo de comportamiento actuales” (Instituto Americano del Hormigón, 2018-20).

**Hormigón:** material compuesto de áridos de diversos tamaños, clasificados en términos generales como finos (comúnmente, arena) y gruesos (por lo general, grava y piedra), combinados con pasta de cemento (normalmente, cemento y agua), que funciona como aglomerante. Puede o no contener aditivos y otros materiales cementosos, como cenizas volantes, escoria siderúrgicas y humo de sílice. Consulte también *Hormigón reforzado*.

**Hormigón reforzado:** hormigón con un refuerzo embebido, generalmente, barras, alambres o malla de acero, para proporcionar resistencia adicional a la tracción.

**Mantenimiento:** cuidado y mantenimiento periódico y continuo de un edificio o una estructura.

**Muestreo:** extracción selectiva de material con el fin de realizar pruebas y análisis de laboratorio.

**Patrimonio de hormigón:** se utiliza para describir un edificio, una estructura u otra tipología hecha de hormigón y que se considera de relevancia cultural.

**Reparar:** restaurar algo dañado o deteriorado para dejarlo en perfectas condiciones. Puede incluir restauración, como volver a colocar partes desprendidas en su ubicación original, o reconstrucción, en casos en los que el material deteriorado o perdido se reemplace con material nuevo.

**Restauración:** acto de restablecer un edificio o una estructura a su forma o apariencia anterior.

**Significado cultural:** combinación de los valores culturales de un lugar (como los valores estéticos, históricos, científicos, sociales o espirituales) para las generaciones pasadas, presentes o futuras.

**Tratamiento:** “aplicación de una sustancia química o un proceso con el objetivo de provocar un cambio deseado” (Instituto Internacional de Reparación del Hormigón, 2015).

# Referencias

- Instituto Americano del Hormigón. 2018. *ACI 562-16: Code Requirements for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures and Commentary, informe elaborado por el Comité 562 del ACI*. Farmington Hills, MI: Instituto Americano del Hormigón.
- . 2019. *364.1R-19: Guide for Assessment of Concrete Structures before Rehabilitation, informe elaborado por el comité 364 del ACI*. Farmington Hills, MI: Instituto Americano del Hormigón.
- Instituto Americano del Hormigón e Instituto Internacional de Reparación del Hormigón. 2013. *Concrete Repair Manual*. Farmington Hills, MI; Des Plaines, IL: Instituto Americano del Hormigón e Instituto Internacional de Reparación del Hormigón.
- ICOMOS Australia. 2013. *The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance, 2013*. Burwood, Victoria: ICOMOS Australia.
- Croft, Catherine, Susan Macdonald, y Gail Ostergren, eds. 2019. *Concrete: Case Studies in Conservation Practice*. Los Ángeles: Getty Publications.
- Custance-Baker, Alice, Gina Crevello, Susan Macdonald y Kyle C. Normandin. 2015. *Conserving Concrete Heritage: An Annotated Bibliography*. Los Ángeles: Getty Conservation Institute. [http://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/pdf/concrete\\_biblio.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/concrete_biblio.pdf)
- Emmons, Peter. 1993. *Concrete Repair and Maintenance Illustrated*. Kingston, MA: RM Means.
- Comité Europeo de Normalización. 2012. *EN 16096: Conservation of Cultural Property: Condition Survey and Report of Built Cultural Heritage*. Bruselas: Comité Europeo de Normalización.
- . 2004-17. *EN 1504: Products and Systems for the Protection and Repair of Concrete Structures – Definitions – Requirements – Quality Control and Evaluation of Conformity, partes 1 a 10*. Bruselas: Comité Europeo de Normalización.
- Gaudette, Paul et Deborah Slaton. 2007. *Preservation of Historic Concrete*. Preservation Briefs (15). Washington, DC: National Park Service, Heritage Preservation Services. <https://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/preservedocs/preservation-briefs/15Preserve-Brief-Concrete.pdf>
- Instituto Internacional de Reparación del Hormigón. 2015. *Concrete Repair Terminology*. St. Paul, MN: Instituto Internacional de Reparación del Hormigón. [https://www.icri.org/page/terminology\\_A](https://www.icri.org/page/terminology_A)
- ICOMOS. 2003. *Carta de ICOMOS: Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico*. París: ICOMOS. [https://www.icomos.org/charters/structures\\_e.pdf](https://www.icomos.org/charters/structures_e.pdf)
- Comité Internacional de ICOMOS sobre el Patrimonio del siglo XX. 2017. *Approaches to the Conservation of Twentieth-Century Cultural Heritage – Madrid-New Delhi Document*. Comité Internacional sobre el Patrimonio del siglo XX del ICOMOS. <http://www.icomos-isc20c.org/pdf/madrid-new-delhi-document-2017.pdf>
- Macdonald, Susan, ed. 2003. *Concrete: Building Pathology*. Oxford: Blackwell Science.
- Odgers, David, ed. 2012. *Concrete: Practical Building Conservation*. Londres: Ashgate.
- Urquhart, Dennis. 2013. *Historic Concrete in Scotland*. Partes 1 a 3. Guía breve 5. Edimburgo: Historic Scotland. <https://www.historicenvironment.scot/archives-andresearch/publications/publication/?publicationid=c2a38944-eb81-44e8-bd5e-a59100fb611a>

## CONSERVING MODERN ARCHITECTURE

Una iniciativa de  
Getty Conservation Institute

*Principios de conservación del hormigón de relevancia cultural*  
se desarrolló como parte del Proyecto de conservación del  
hormigón de la Iniciativa para la Conservación de la Arquitectura  
Moderna (Conserving Modern Architecture Initiative, CMAI por su  
sigla en inglés) del Getty Conservation Institute. El Proyecto de  
conservación del hormigón tiene el objetivo a largo plazo de mejorar  
la conservación de edificios y estructuras de hormigón de relevancia  
cultural. Para obtener más información sobre la CMAI, visite  
[http://www.getty.com/conservation/our\\_projects/field\\_projects/cmai](http://www.getty.com/conservation/our_projects/field_projects/cmai)

Getty  
Conservation  
Institute

[getty.edu/conservation](http://getty.edu/conservation)