

The Cádiz Document

InnovaConcrete Guidelines for the Conservation
of Concrete Heritage



Acknowledgements

We thank all the members of the ICOMOS International Scientific Committee on Twentieth Century Heritage (ISC20C) working group for their commitment and contributions to publication of the InnovaConcrete Concrete Conservation Guideline Document.

Leading members of the ISC20C Century Working Group for InnovaConcrete are as follows: Gunny Harboe, Fernando Espinosa de los Monteros, Stefania Landi and Kyle Normandin.

Working group members also include Gorun Arum, Kari Avellan, Myriam Bouichou, Peter Cox, Horacio Fernandez del Castillo, Paul Gaudette, Benedicte Gandini, Jörg Haspel, Sabine Kuban, Enrique Madia, Elisabeth Marie-Victoire, Grethe Pontoppidan, Jack Pyburn, Vaidas Petrulis, Dumitru Rusu, Stuart Tappin, Ola Wedebrunn, and Yoshiyuki Yamana.

We also would like to thank Susana Landrove from Docomomo Iberico and all the members of the working group and the InnovaConcrete partners for sharing their photos in support of the project.

There are a number of other guidelines and informational texts on approaches for concrete conservation and repair work that can be referenced in publications made available from organizations like the American Concrete Institute (ACI), the Getty Conservation Institute (GCI), French Ministry of Culture - Laboratory of Research on Historical Monuments (LRMH), Historic Environment Scotland (HES) and the Scientific Construction Institute Eduardo Torroja.

Copyright © 2021 ICOMOS International

All rights reserved.

ISBN: 978-2-918086-51-2 (Digital PDF)

ISBN: 978-2-918086-50-5 (Written Printed Publication)

Front cover: Pilgrimage Neviges, Marien Cathedral and Franciscan Monastery|
Gottfried Bohm | 1963-68 | Velbert-Neviges © 2.0 seier+seier

Back cover: Pilgrimage Neviges, Marien Cathedral and Franciscan Monastery|
Gottfried Bohm | 1963-68 | Velbert-Neviges © Roel Boom

French Translation: Jean-Marc Delugeau

Spanish Translation: EUROLOGOS - ISEB Traducción Industrial SL

Book Design by Filippo Berton, filippoberton.com

Printed by La Imprenta, Valencia, Spain

First printing edition 2021



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No. 760858.

Preamble

Concrete heritage in Europe is at risk. It is poorly understood and poorly maintained. As a result, it is often left to deteriorate until it is seen as expendable and is demolished.

The InnovaConcrete project is a research Initiative funded by the European Union (EU) Horizon 2020 program that aims to change this situation by finding new ways to help preserve concrete-based monuments from the twentieth century. To achieve this goal, the project has brought together an interdisciplinary team of twenty-nine partners with strong scientific and heritage backgrounds from across the EU. While the primary emphasis of the project has been the development of new nano technologies that can combat the deterioration mechanisms in concrete, there is also a very important effort to raise awareness about the significance and cultural values of heritage concrete. This is being done through series of initiatives including a dynamic and interactive website that explains the project to the public. It has one special webpage that features concrete heritage from all the countries of the European Union called, “100 from the 20th”. There has also been and a series of eight public workshops held at the case study sites throughout Europe. One of the most important components of the efforts to celebrate concrete heritage is the development of these guidelines for the conservation of heritage concrete structures.

Pantheon | 112-124 d.C | Roma
(on the right)



This document provides guidance for the conservation of concrete heritage with respect to its cultural, historical, aesthetic, social and technological values that define its significance. It is an aid to conservation and restoration practitioners and other professionals, including architects, engineers, conservators, contractors, craftsmen, public officials, and private owners who may be faced with making important decisions about the treatment of a heritage concrete structure.

As part of the InnovaConcrete partnership, the ICOMOS International Scientific Committee on Twentieth Century Heritage (ISC20C) was tasked with assisting in the awareness raising efforts. This includes the identification of case study sites, and together with Docomomo Ibérico, the selection of the “100 from the 20th”. The ISC20C was also given primary responsibility to create these “Guidelines” that were to be based the same concepts as expressed in the Approaches to the Conservation of Cultural Heritage of the Twentieth Century (also known as the Madrid - New Delhi Document), which the ISC20C published in 2017. To support these efforts, a working group of volunteers from the ICOMOS ISC20C was formed. A full list of all the working group members can be found in the acknowledgements.

Elogio del Horizonte | 1990
Eduardo Chillida | Gijón
(on the right)



Background

The use of concrete has its origins in ancient times. The dome of Pantheon in Rome has stood for two millennia and serves as a testament to the durability of concrete as a building material. However, the widespread use of concrete as a primary building material, and reinforced concrete in particular is a 20th century phenomenon. As concrete technology was developed and its attributes of economy, versatility and practicality became understood, it served as a source of inspiration and experimentation for architects and engineers in ways that previous generations could never have imagined. This resulted in an incredible variety of building typologies and formal expressions made possible through the use of different construction techniques.

Concrete allowed for the creation of massive civil engineering projects such as dams, aqueducts, water treatment facilities, power plants, airports, bridges, and highways. Such constructions were not possible at this scale before. It was also adopted for all manner of building types such as housing, schools, office buildings, houses of worship, hospitals, train stations, airport terminals, sports facilities, warehouses, granaries, industrial plants, and many others. Its plastic properties meant it could also be used to create incredibly expressive forms for monuments, sculptures and built elements in landscapes. It seemed the possibilities were almost limitless.

Despite its many wonderful attributes concrete soon began to show its weaknesses. Its performance over time revealed characteristics that if allowed to persist can threaten its long term historic, structural, and aesthetic integrity. If not carefully executed utilizing proper construction techniques and detailing, concrete can begin to deteriorate through a variety of mechanisms that can result in significant aesthetic and even structure damage. Therefore, conservation and repair methods for concrete heritage merits specific attention and is the subject of this guidance document.

Brion Cemetery | Carlo Scarpa | 1970-78
San Vito di Altivole
(on the right)



Concrete is Heritage

Heritage places derive their meaning and significance in many ways. The identification and assessment of concrete cultural heritage uses the same generally accepted heritage criteria used to evaluate any other type of heritage. In addition to the typical cultural values that may be identified in the evaluation process, special attention should be given to those aspects that might relate to the important material qualities that concrete can express.

This might be the color, surface texture, and form the concrete exhibits. It might also include the construction techniques that were employed in its creation, especially if these were new or experimental. Research should always be conducted at the earliest stages of the project to understand aspects of the heritage place to aid in the evaluation process.

Concrete is a historic material and its continued development and improvement over the past two centuries have an important story to tell. The second half of the nineteenth century was a time of incredible development and invention of industrial methods of production. Numerous patents were created that described in great detail the methods for making machinery or processes for industrial production. Developments in reinforced concrete were part of this movement.

The mid-19th century experiments by the gardener Joseph Monier to make reinforced concrete flowerpots led to the patented construction methods for reinforced concrete by François Hennebique and others by the end of the century. As these methods were promoted and spread across Europe and the rest of the world, the idea of using concrete as a material to make important architecture began to take hold. By the early 20th Century concrete masterpieces such as Frank Lloyd Wright's Unity Temple (1908) and Max Berg's Centennial Hall (1913) demonstrated the immense possibilities of concrete to the world. Both these structures have been recognized as World Heritage.

Sanctuary of Our Lady of Arantzazu | Francisco Javier Sáenz de Oiza, Luís Laorga | 1950-55 | Arantzazu (on the right)



Concrete in Context

Concrete is often used in combination with other materials such as stone, wood, ceramics, or glass, which behave differently than concrete. Careful attention should be paid to the interaction of concrete with other materials in relation to ongoing decay processes including its exposure to the elements, weathering processes and how to conserve and maintain this heritage over time. It should be noted that concrete architecture is often monolithic and sometimes, unlike masonry which is modular, it can be challenging to remove and replace a deteriorated portion of a concrete element. Care should be taken when attempting to make a repair, so the intervention does not cause a physical or visual problem.

As a moldable material, concrete can be given a variety of appearances determined by different shapes, textures and colors as desired by the architect or artist. The issue of patina may also be an important consideration as it can have a strong aesthetic effect on how the concrete surfaces are perceived.



The Palace of Concerts and Sports | Eduardas Chlomauskas, Jonas Kriukelis and Zigmantas Liandzbergis | 1970-71
Vilnius



Concrete Conservation is Sustainable

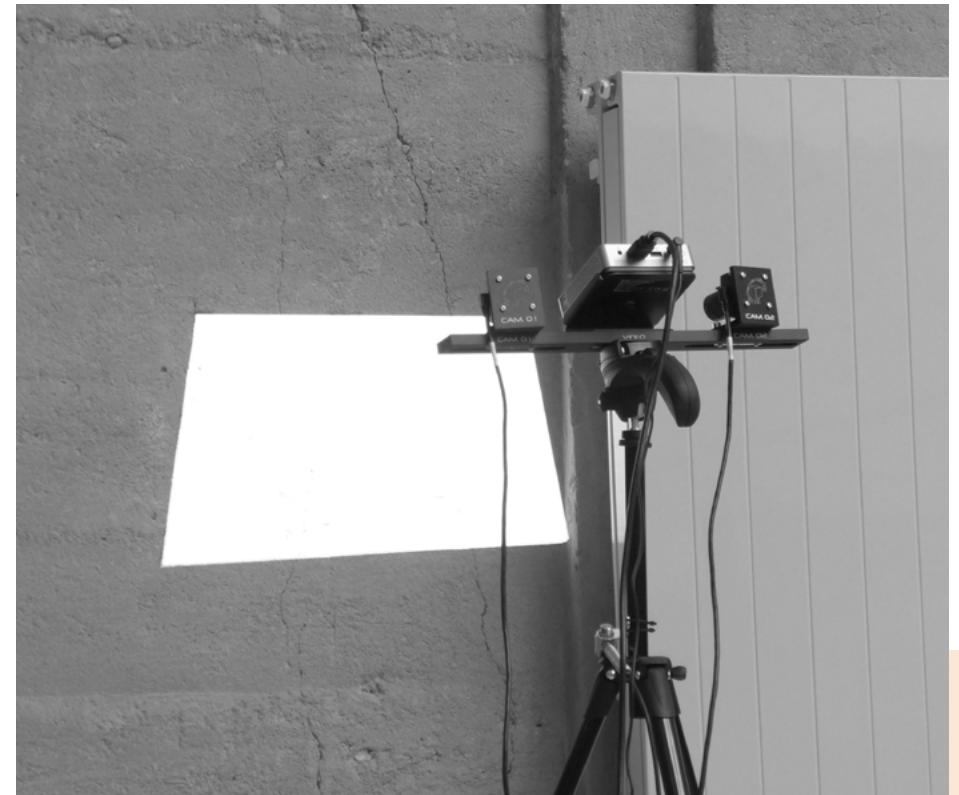
With the growing concerns over the impacts of climate change and the importance of sustainable development, as expressed in the “The 2030 Agenda for Sustainable Development” adopted by all United Nations Member States in 2015, the conservation of heritage concrete is more important than ever. While the manufacturing of cement and the creation of concrete structures has always been energy intensive, recognizing the value of the embodied energy in existing concrete structures is just beginning to be appreciated. It is much better sustainable practice to repair and maintain than to demolish and replace it with something new.



Viking Ship Museum
Erik Christian Sørensen | 1967-68
Roskilde

Goals of a Proper Repair

The goal of any proper repair campaign for a heritage structure is to determine the cause of the deterioration, fix the underlying problem, and execute a repair that returns it to its functional and structural integrity while limiting the visual impact of the repair. This is simple to state, but often very challenging to fully execute well. There are many factors that need to be taken into consideration and understood that can affect the course of treatment and the eventual outcome. This is particularly true with heritage concrete structures.

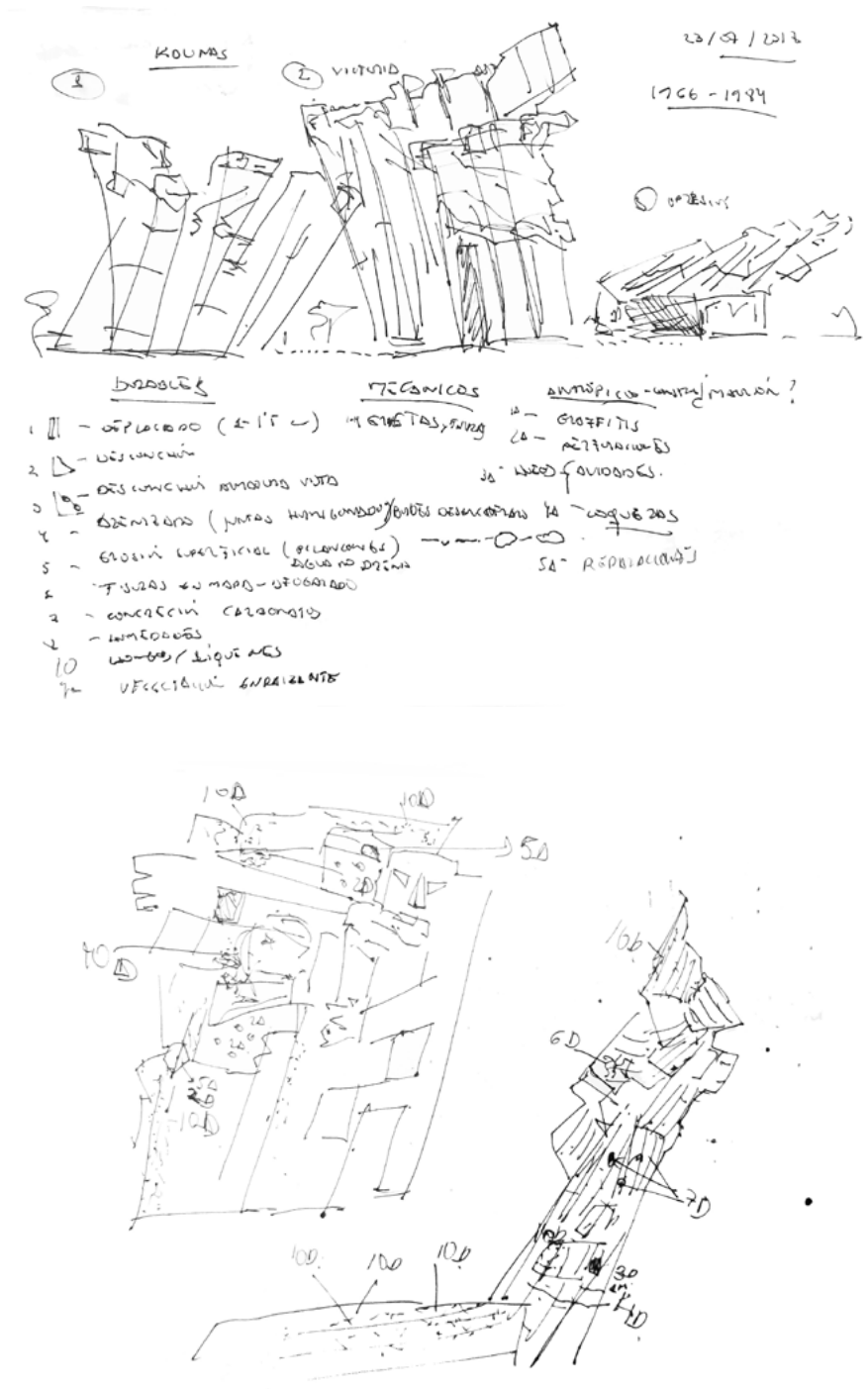


Monitoring activities at the Hala Stulecia
Centennial Hall | Wrocław, Poland.

Planning for a Repair Intervention on Heritage Concrete

Planning for a repair intervention on a concrete heritage structure should take into account the same sorts of issues of other types of heritage structures. There may be some additional or special aspects that need to be considered such as repair history and current or future use. It should also be noted, that depending on the significance of a structure (heritage values, construction techniques, innovative use of materials, construction typology) and its functional requirements, the repair goals may vary. For example, a civil engineering structure, where the surface might not have been very artfully designed, but the location of reinforcement can show an important step in the history of reinforced concrete.

Many countries have developed their own guidance documents for engaging with heritage places while many others have not. The Approaches for The Conservation of Twentieth-Century Cultural Heritage also known as the Madrid-New Delhi Document, previously developed by the ICOMOS ISC20C, should be seen as a useful aid in guiding any project including one with heritage concrete.



Sketches from the preliminary inspection activities at the Kauno IX forto [Kaunas Ninth Fort] Kaunas (on the right)



1 Develop Understanding and Assess Significance

Before engaging with a heritage structure, it is critical to develop an understanding of the important aspects that contribute to making the place important in order to assess its significance. This will help ensure that good decisions will be made to minimize the adverse effects an intervention may have. This may already have been done previously in recognition of the significance of the place, or it may need to be done as a first step by the project team. The following should be taken into consideration:

- Develop methodology for assessment of significance, integrity and authenticity including comparative analysis, as the basis for developing policies to retain and respect significance, prior to commencing work.
- Reference heritage protection policies to protect the significance of the place and its concrete heritage before commencing any intervention to establish limits of acceptable intervention and change.
- Acknowledge and manage pressure for change, especially when related to structural safety, fire safety, energy requirements and accessibility.
- Identify responsible parties for conservation actions and long-term management.
- Respect the value of significant layers of change and the patina of age.
- Where a functional use contributes to the significance of a place or site, conservation should aim to sustain that use whenever possible.



2 Identify an Experienced Interdisciplinary Project Team

A collaborative interdisciplinary approach is essential to achieving a good outcome for any heritage project. Such an approach should be fostered from the outset between the various parties involved in the assessment, diagnosis, design, trial and execution, and monitoring phases of a project.

- Use interdisciplinary expertise. Concrete repair and conservation requires engaging an experienced interdisciplinary team of qualified professionals with successful experience in the investigation, diagnosis, design and effective implementation of long-term concrete repair solutions. The team should include heritage architects, engineers, and architectural conservators, and other professional selected from a spectrum of specialists based on the specific needs of the project.
- Use experienced contractors and craftsman with related training and documented experience working with historic concrete structures. They should be able to show previous examples of the implementation of appropriate, durable and long-lasting repair work.



Preliminary inventory and knowledge activities



Validation activities at the Warszawa Śródmieście WKD
Warsaw City Centre WKD
Warszawa

3 Develop Preliminary Knowledge of Site Specific Issues

Each project has a different set of specific requirements and a unique site. It is critical to understand all the factors that define a site-specific context of the project. This includes original documentation available about the creation of the site as well as current physical conditions and constraints. Consideration should also be given to environmental issues such as weather and the impacts of climate change.

- Research and develop specific repair methods appropriate to the place or object, its context, condition and use.
- Recognise and respect structural innovation, forms, construction techniques and building materials.
- Gather documentary information about the concrete heritage including bibliographic sources and documentary information about its history, use of the site, materials and building techniques (archival and owners' documentation, including historic pictures, drawings, technical reports, building licenses and other relevant documents).
- Undertake interviews with owners and with those involved in design, construction, repair and maintenance to fully understand the sites recent history.
- Evaluate gathered documentation and determine what information should be further detailed as part of the research.
- Identify the current uses, local regulations for historic designations and any governing statutory regulation for the ongoing protection of the concrete heritage as well as current building codes.
- Recognize that there are diverse environmental conditions and specific characteristics of concrete mix, reinforcement, and placement that have sometimes produced deterioration requiring conservation or even emergency repairs.

Investigation activities at the Elogio del Horizonte |
Gijón, Asturias, Spain.



4 Perform Detailed Condition Assessment

Before a plan of action can be determined it is necessary to assess the structure and document its conditions. Original drawings are always helpful if they exist, but they should be verified, and existing conditions should be documented.

- **Fully Document the resource appropriate:**
 - ▶ Photographically
 - ▶ Using current digital technologies
 - ▶ Narratively in a succinct descriptive and illustrative text
- **Gather physical evidence using photographic documentation through initial visual examination, conditions, and observations.**
- **Assess and document physical conditions, including past repairs and conditions as follows:**
 - ▶ Overall appearance
 - ▶ Deterioration, physical conditions and defects
 - ▶ Structural analysis (distribution of reinforcements, slender elements...)
 - ▶ Special attention should be paid to the surface texture and any intentional treatments such as expression of formwork, exposed aggregates, etc.



■ Understand the Repair History

Many concrete structures may have been subjected to one or more repair interventions, often without adequate technical knowledge or craftsmanship for durable and aesthetically appropriate outcomes. In some cases, a repair intervention may have been carried out as emergency work to keep the structure functioning without due consideration given to understanding the root causes of the distress or deterioration or the resulting aesthetic effect.

Consider the following:

- ▶ Material characteristics, compatibility, proper matching of color or texture, or other important aspects that should be carefully considered in any historic concrete repair may also not have been taken into account.
 - ▶ Each past repair decision and treatment should be fully investigated, documented, and evaluated in terms of compatibility, durability, and aesthetic impact on the original concrete prior to proposing new repairs.
-
- Identify and perform exploratory openings (probes), with care and consideration of concrete heritage. Exploratory openings should be carried out at discreet locations (away from primary elevations where at all possible).
 - Identify and perform Non-destructive evaluation (NDE) techniques so as not to damage the concrete heritage.
 - Laboratory studies are often necessary (chemical and mechanical characterization of concrete): Identify and remove samples or fragments, with care and consideration not to damage the concrete heritage; consider international standards for testing.

Condition assessment activities at the "Angel" monument
dedicated to the fallen of the First World War.
Torricella Peligna, Abruzzo, Italy



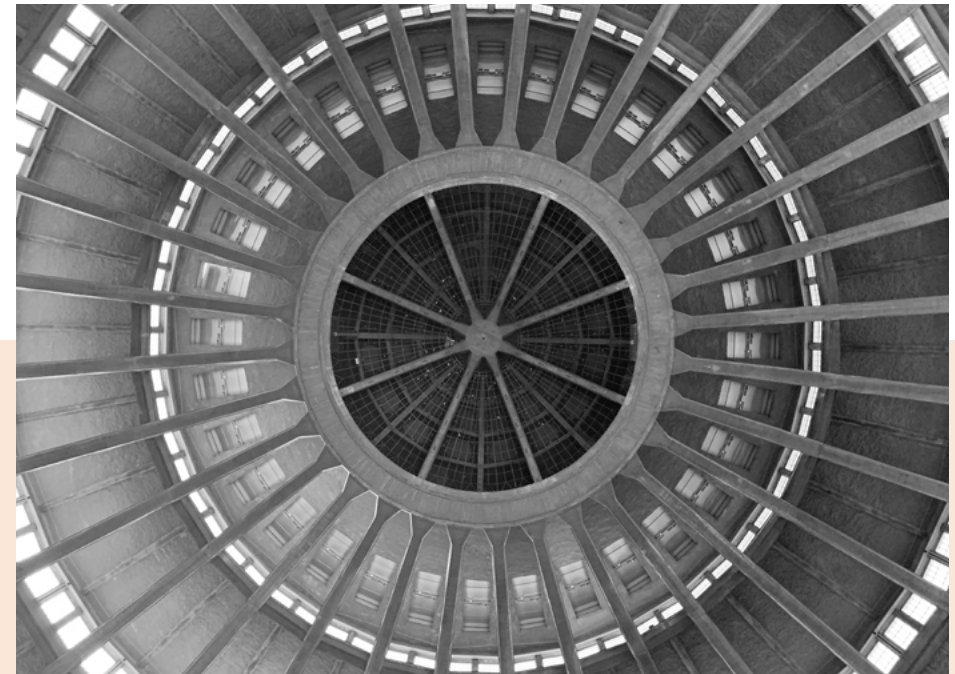
5 Develop Sustainable Repair Approaches and Policies

After gathering and analysing information from the research, condition assessment, and laboratory studies, various repair approaches can be developed and evaluated. Each approach will have advantages and disadvantages to be evaluated to determine the optimal treatment. Interventions and repairs should enhance and sustain cultural significance of the place or object and be designed to consider the existing character, scale, form, siting, landscape, materials, colour, patina and detailing. It is important to establish the limits of acceptable change at the project outset. It should also be understood that while the goal is to make the needed repairs in the best way possible now, it is highly likely that further repairs and continued maintenance will be needed in the future even if it will be decades away.

The repair approaches should consider the following:

- Identify repair techniques in order to address and mitigate the causes of the deterioration mechanisms identified.
- Identify potential types and history of efficacy of alternative repair materials.
- Develop a mock-up and trial repair program; identify aims of the mock-up program and define performance objectives.
- Identify a timeframe for trial program evaluation.
- Assess the likely heritage impacts against the repair policies prior to works commencing and aim to avoid or mitigate any adverse impacts.
- Identify potential limitations such as those related to access and location.
- Identify goals and objections of selected contractors and craftsman.

- The application of standard building and regulatory codes requires flexible and innovative approaches to ensure appropriate heritage conservation solutions.
- Identify and document the policies to be applied in the repair program. Adopt a cautious approach to change.
- Ensure environmental sustainability is a key consideration by promoting and communicating appropriate energy conservation and environmentally sustainable practices for twentieth-century concrete repairs.
- Achieve an appropriate balance between environmental sustainability and the introduction of energy efficiency measures with the conservation of cultural significance.



Centennial Hall | Max Berg
1911- 13 | Wrocław, Dolnośląskie, Poland



6 Repair Program and Implementation

The repair program and implementation should consider the location, access, craftsmanship, budget, and other variables that influence the quality of the repair work. As in all conservation processes, environmental sustainability in sourcing materials and other conservation actions should be considered. Attention should be given to the importance of sustaining the resource and towards achieving the optimal life cycle of conservation treatments. This should all be carried out to reduce unnecessary repetitive treatments over the long term.

The repair program and implementation should include:

- Consider all the limitations and resources available for the project
- Develop construction documents including drawings and specifications for scope of mock-ups, concrete repairs and implementation.
- Use knowledgeable, experienced and qualified contractors with appropriate level of craftsmanship skills.
- Perform trial repair mock-ups at discrete locations; these should be part of the construction project and based on the construction documents and specifications.
- Refine the repair program based on the outcomes of the mock-up program.
- Work with the selected contractors and craftsmen to understand project standards and performance expectations defined by the individual project.
- If needed, provide on-site training for contractors.

Hippodrome of La Zarzuela
Carlos Arniches Moltó, Martín Domínguez Esteban | 1934-41
Madrid, Spain



7 Maintenance Programs and Monitoring

Having a well organized maintenance and monitoring program is critically important for extending the life of any historic building and is also true for buildings made of concrete. By regularly inspecting areas that are known to exhibit past problems and repairs to building systems, including roof and drainage systems, many more invasive and costly repairs can be avoided.

- Once project is completed, identify ongoing maintenance including needs and resources for ongoing stewardship of the heritage place. Identify responsible parties for future conservation and repair treatments.
- Document monitor observations and findings of the complete project.
- Plan for maintenance and ongoing management of the place.
- Develop a maintenance plan with periodic treatments together with the owner or governmental agency in charge of the heritage asset; consideration should be given and defined by the treatment approach.
- Consider cycles of periodic maintenance.
- Monitor long term performance of repairs. If part of ongoing research, consider a monitoring of the conservation repair work as outlined in the project framework.
- Archive records and documentation for future use.

Brion Cemetery | Carlo Scarpa | 1970-78
San Vito di Altivole, Veneto, Italy
(on the right)



8 Promote and Celebrate Concrete Heritage

As the significance of concrete heritage becomes better understood by the public, it is important for heritage professionals to continue to promote and celebrate concrete heritage in ways that make it more accessible for the general public to understand and appreciate.

Consider the following:

- Celebrate and promote the significance of concrete as a key material of twentieth century heritage places, such as the “100 from the 20th”, sharing repair experiences, etc.
- Presentation and interpretation are essential parts of the conservation process, so identify opportunities to share the concrete repair experience with interested communities through open days, publications, social media, etc.
- Encourage and support professional educational programs to build capacity and skills for concrete conservation.



Market Hall
Richard Plüddemann, Heinrich Küster | 1906-08
Wrocław, Dolnośląskie, Poland



ICOMOS
international council on monuments and sites

Glossary

Authenticity. Authenticity is the ability of a heritage place or site to express its cultural significance through its material attributes and intangible values in a truthful and credible manner. It depends on the type of cultural heritage place and its cultural context.

Cement. Cement is any of a number of materials that are capable of binding aggregate particles together. Portland cement is a hydraulic cement produced by pulverizing a material resulting from calcining a mixture of clay and limestone, to 1400 to 1600 °C (2550 to 2900 °F). Calcium sulfate is usually ground with the clinker to control set (American Concrete Institute Concrete Terminology 2021).

Concrete. Concrete refers to a mixture of hydraulic cement, aggregates and water with or without admixtures, fibers, or other cementitious materials.

Conservation. Conservation means all the processes of looking after a heritage place or site so as to retain its cultural significance (from the Burra Charter, 2013).

Cultural significance (also shortened to significance). Cultural significance refers to aesthetic, historic, scientific, social and/or spiritual value for past, present or future generations. Cultural significance is embodied in the heritage place or site itself, its attributes, its setting, fabric, use, associations, meanings, records, related places and related objects. Heritage places may have a range of significances for different individuals or groups.

Deterioration. Deterioration is the physical manifestation of failure of a material (for example, cracking, delamination, flaking, pitting, scaling, spalling, staining) caused by environmental or internal autogenous influences on rock and hardened concrete as well as other materials (American Concrete Institute Concrete Terminology 2021).

Integrity. Integrity is a measure of the unity and intactness of a heritage places or site, its attributes and values. Examining the conditions of integrity therefore requires assessing the extent to which the place or site: a) Includes all elements necessary to express its value b) Ensures the complete representation of the features and processes which convey the property's significance c) Suffers from adverse effects of development and/or neglect.

Interpretation. Interpretation refers to a full range of potential activities intended to heighten public awareness and enhance understanding of cultural heritage places and sites. These can include print and electronic publications, public lectures, on-site and directly related off-site installations, educational programs, community activities, and ongoing research, training, and evaluation of the interpretation process itself (ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, 2008).

Intervention [Conservation Intervention]. An intervention is an intentional physical change or adaptation with an aim to retain a place's attributes both tangible and intangible.

Maintenance. Maintenance means the continuous protective care of the physical makeup and setting of a heritage place or site; it is distinguished from a repair itself.

Patina. Patina is the natural surface modification unrelated to degradation and perceivable as a change in the original color of the material (UNI 11182/2006. Natural and artificial stone description of the alteration - Terminology and definition.) Concrete patina over time acquires particular importance for being able to highlight the textures and finishing techniques which contribute to its aesthetic value and expressivity.

Place. The term place is used in this document to describe a geographically defined area of heritage significance. It includes objects, spaces and views, monuments, buildings, structures, archaeological sites, historic urban landscapes, cultural landscapes, cultural routes and industrial sites. It may have tangible and intangible dimensions. See also site which is a sub-set of place.

Presentation. Presentation denotes the carefully planned communication of interpretive content through the arrangement of interpretive information, physical access, and interpretive infrastructure at a cultural heritage site. It can be conveyed through a variety of technical means, including, yet not requiring, such elements as informational panels, museum-type displays, formalised walking tours, lectures and guided tours, and multimedia applications and websites (ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, 2008).

Reinforced concrete. Structural concrete reinforced with no less than the minimum amount of prestressing steel or non prestressed reinforcement as specified in the applicable building code. (American Concrete Institute 2018, 20).

Repair. Repair may include the restoration or reconstruction of existing and/or new building structure to bring an element to a purposeful or functional state.

Site. Site is used in this document to mean a defined area of heritage significance. It is a subset of place and includes monuments, archaeology, buildings, structures, spaces and gardens. It may have tangible and intangible dimensions.

Structural analysis. Structural analysis is the process of determining, and judging the structural adequacy of a structure, member, or system for its current intended use or performance objective (American Concrete Institute 2018, 20).

Testing. Testing is a trial, examination, observation, and nondestructive evaluation used as a means of measuring either a physical or a chemical characteristic of a material, or a physical characteristic of either a structural element or a structure (American Concrete Institute 2018, 20).

Treatment. The term treatment refers to the application of technical solutions, which may include the use of specific materials, chemicals, tools and procedures, aimed at the conservation of the concrete heritage.

Images Used

Wallfahrt Neviges Mariendom und FranziskanerKloster [Pilgrimage Neviges, Marien Cathedral and Franciscan Monastery] | Gottfried Böhm | 1963-68 | Elberfelder Straße 12, 42553 Velbert-Neviges, Nordrhein-Westfalen, Germany | CC BY 2.0 seier+seier



Pantheon | 112-124 d.C | Piazza della Rotonda, 00186 Roma, Lazio, Italy | © Thomas Gunny Harboe



Elogio del Horizonte | 1990 | Eduardo Chillida | Parque del Cerro de Santa Catalina, 33201 Gijón, Asturias, Spain | © Stefania Landi



Tomba Brion [Brion Cemetery] | Carlo Scarpa | 1970-78 | Via Brioni, 31030 San Vito di Altivole, Veneto, Italy | © Kyle Normandin



Basílica de Nuestra Señora de Aránzazu [Sanctuary of Our Lady of Arantzazu] | Francisco Javier Sáenz de Oiza, Luis Laorga | 1950-55 | Barrio Arantzazu 7, 20567 Arantzazu, Oñati, País Vasco, Spain | © Fernando Espinosa De Los Monteros



Koncertų ir sporto rūmai [The Palace of Concerts and Sports] | Eduardas Chlomauskas, Jonas Kriukelis and Zigmantas Liandzbergis | 1970-71 | Rinktinės 1, 09200 Vilnius, Lithuania | © John McCromack



Vikingskibsmuseet [Viking Ship Museum] | Erik Christian Sørensen | 1967-68 | Vindeboder 12, 4000 Roskilde, Sjælland, Denmark | © Thomas Gunny Harboe



Validation activities at the Hala Stulecia [Centennial Hall] | Wystawowa 1, 51-618 Wrocław, Dolnośląskie, Poland | © Krzysztof Raszczuk and Mateusz Moczek, Wrocław University of Science and Technology, Wrocław, Poland



Unité d'Habitation de Marseille [Marseille Housing Unit] | Le Corbusier | 1945-51 | Boulevard Michelet 280, 13008 Marseille, Provence-Alpes-Côte d'Azur, France | CC BY 2.0 André P. Meyer-Vital | © Fondation Le Corbusier



Sketches from the preliminary inspection activities at the Kauno IX forto [Kaunas Ninth Fort] | Žemaičių pl. 75, Kaunas 47435, Lithuania | © INES Ingenieros Consultores, Madrid, Spain



Preliminary inventory and knowledge activities | © Fernando Espinosa De Los Monteros



Validation activities at the Warszawa Śródmieście WKD [Warsaw City Centre WKD] | Al. Jerozolimskie, 00-800 Warszawa, Mazowieckie, Poland | © INES Ingenieros Consultores, Madrid, Spain



Investigation activities at the Elogio del Horizonte | Parque del Cerro de Santa Catalina, 33201 Gijón, Asturias, Spain | © Estudio Guadiana, Madrid, Spain



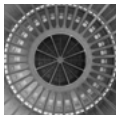
Condition assessment activities at the Kauno IX forto [Kaunas Ninth Fort] | Žemaičių pl. 75, 47435 Kaunas, Lithuania | © INES Ingenieros Consultores, Madrid, Spain



Condition assessment activities at the "Angel" monument dedicated to the fallen of the First World War | Viale del Risorgimento, Torricella Peligna, Abruzzo, Italy | © Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio per le province di Chieti e Pescara



Hala Stulecia [Centennial Hall] | Max Berg | 1911-13 | Wystawowa 1, 51-618 Wrocław, Dolnośląskie, Poland | © Thomas Gunny Harboe



Hipódromo de La Zarzuela [Hippodrome of La Zarzuela] | Carlos Arniches Moltó, Martín Domínguez Esteban | 1934-41 | Avenida del Padre Huidobro s/n. A6 kilómetro 8, 28023 Madrid, Spain | © Fernando Espinosa De Los Monteros



Tomba Brion [Brion Cemetery] | Carlo Scarpa | 1970-78 | Via Brioni, 31030
San Vito di Altivole, Veneto, Italy | © Susana Landrove



Hala Targowa [Market Hall] | Richard Plüddemann, Heinrich Küster |
1906-08 | Piaskowa 17, 50-359 Wrocław, Dolnośląskie, Poland | © Karl Borg



Wallfahrt Neviges Mariendom und FranziskanerKloster [Pilgrimage
Neviges, Marien Cathedral and Franciscan Monastery] | Gottfried Böhm
| 1963-68 | Elberfelder Straße 12, 42553 Velbert-Neviges, Nordrhein-
Westfalen, Germany | © Roel Boom



Documento de Cádiz

Criterios de Innovaconcrete para la Conservación
del Patrimonio de Hormigón

Laboratorios Jorba - La Pagoda [Jorba Laboratories - The Pagoda] | Miguel Fisac
Serna | 1965-68, demolished in 1969 | Carrera Nacional II, 28027 Madrid, Spain | ©
Legado de Miguel Fisac, Fundación Miguel Fisac.



Preámbulo

El patrimonio de hormigón de Europa se encuentra en peligro, existiendo una enorme falta de aprecio y escasa conservación y como resultado, con frecuencia, se permite que se deteriore hasta un punto en el que se considera prescindible y se destruya.

El proyecto InnovaConcrete es una iniciativa de investigación financiada por el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea (UE) que pretende cambiar esta situación explorando nuevas formas de conservar los monumentos de hormigón del siglo XX. Para lograr este objetivo, el proyecto ha reunido a un equipo interdisciplinar de veintinueve colaboradores de la UE con una sólida formación científica y patrimonial.

Aunque el énfasis principal del proyecto se centra en el desarrollo de nanotecnologías dirigidas a combatir los mecanismos de deterioro del hormigón, también se realiza un esfuerzo muy importante de concienciación sobre el significado y los valores culturales de los bienes patrimoniales de hormigón. Para ello, se llevan a cabo diversas iniciativas, tales como un sitio web dinámico e interactivo que explica el proyecto al público.

Esta página web, contiene un apartado especial que muestra una selección del patrimonio de hormigón de todos los países de la Unión Europea, denominada “100 from the 20th” (100 del 20).

También se han celebrado una serie de ocho talleres públicos en distintos lugares de Europa donde se han estudiado casos específicos. Uno de los principales pilares del esfuerzo para la conservación del patrimonio de hormigón es el desarrollo de las presentes recomendaciones para la conservación del patrimonio de hormigón.

En el marco de la colaboración InnovaConcrete, encargó al Comité Científico Internacional del Patrimonio del Siglo XX (ISC20C) de ICOMOS que prestase asistencia en las labores de sensibilización.

Esto incluye la identificación de sitios para su estudio y, en colaboración con Docomomo Ibérico, la selección de los cien monumentos elegidos para el catálogo de los “100 from the 20th”. El ISC20C también es el principal responsable de la elaboración de las presentes “recomendaciones”, que se basan en los mismos conceptos expresados en los Criterios de conservación del patrimonio cultural del siglo XX (también denominados “Documento Madrid - New Delhi”) publicados por el ISC20C en 2017. Para apoyar estos esfuerzos, se constituyó un grupo de trabajo de voluntarios del ICOMOS, el ISC20C, relacionados en la sección de Agradecimientos.



Antecedentes

El uso del hormigón tiene su origen en la Antigüedad. La cúpula del Panteón de Agripa en Roma permanece en pie desde hace dos milenios y es testimonio palpable de la durabilidad de este material de construcción. Sin embargo, su uso generalizado como material principal de construcción —en particular, el del hormigón armado— es un fenómeno propio del siglo XX. A medida que se desarrolló la tecnología asociada a este material y se entendieron sus cualidades de precio asequible, versatilidad y carácter práctico, sirvió de fuente de inspiración y experimentación a arquitectos. Ingenieros y artistas, que le dieron usos nunca imaginados por las generaciones anteriores. El resultado fue una increíble variedad de tipologías de edificios y expresiones formales utilizando diferentes técnicas de construcción.

El hormigón abrió la puerta a proyectos de ingeniería civil de enormes dimensiones, tales como presas, acueductos, instalaciones de tratamiento de aguas, centrales eléctricas, aeropuertos, puentes o autopistas. Antes del hormigón, este tipo de construcciones no eran posibles a semejante escala. También se adoptó para otros tipos de edificios, como viviendas, escuelas, complejos de oficinas, centros de culto, hospitales, estaciones de tren, terminales de aeropuertos, instalaciones deportivas, almacenes, graneros, plantas industriales y muchos otros. Sus propiedades plásticas también permitían crear formas sumamente expresivas en monumentos, esculturas y elementos constructivos integrados en el paisaje. Parecía que sus posibilidades eran prácticamente ilimitadas.

Sin embargo, a pesar de sus numerosas y maravillosas cualidades, el hormigón pronto empezó a mostrar sus puntos débiles. Su comportamiento con el paso del tiempo ha revelado características que, si se permite que persistan, pueden amenazar su integridad histórica, estructural y estética a largo plazo. Si las obras no se ejecutan cuidadosamente empleando técnicas de construcción y acabados adecuados, el hormigón puede comenzar a deteriorarse debido a diversas razones, susceptibles de provocar daños significativos tanto estéticos como estructurales. Así pues, los métodos de conservación y reparación del patrimonio de hormigón merecen una atención específica, por eso son objeto de este documento de criterios.

El Hormigón es Patrimonio

Los lugares patrimoniales adquieren su sentido y significado de muchas maneras. A la hora de identificar y evaluar el patrimonio cultural de hormigón, se utilizan los mismos criterios generalmente aceptados que se emplean para evaluar cualquier otro tipo de patrimonio, pero además de los valores culturales típicos que pueden identificarse en el proceso de evaluación, debe prestarse especial atención a los aspectos relacionados con las importantes cualidades materiales que puede expresar el hormigón.

Pueden ser rasgos como el color, la textura de la superficie y la forma. También pueden ser relevantes las técnicas de construcción que se emplearon en su creación, especialmente si en su día eran nuevas o experimentales. La investigación debe realizarse siempre en las primeras fases del proyecto, para entender los aspectos del lugar patrimonial y facilitar el proceso de evaluación. El hormigón es un material histórico, su continuo desarrollo y mejora durante los dos últimos siglos refleja hitos históricos importantes. La segunda mitad del siglo XIX fue una época de increíble desarrollo, en la que se inventaron métodos industriales de producción, se depositaron innumerables patentes que describían con todo lujo de detalles los métodos de fabricación de maquinaria o los procesos de producción industrial. Los avances del hormigón armado formaron parte de este movimiento.

Los experimentos realizados a mediados del siglo XIX por el jardinero Joseph Monier para fabricar macetas de hormigón armado condujeron a que, a finales de siglo, François Hennebique y otros, patentaran métodos de construcción con hormigón armado. A medida que estos métodos se fueron promoviendo y difundiendo por Europa y el resto del mundo, cobró fuerza la idea de utilizar este material para obras arquitectónicas de importancia. A principios del siglo XX, obras maestras como el Unity Temple de Frank Lloyd Wright (1908) o la Sala del Centenario de Max Berg (1913) demostraron al mundo las inmensas posibilidades del hormigón. Ambos sitios han sido reconocidos recientemente como Patrimonio Mundial.

El Hormigón en su Contexto

El hormigón se utiliza a menudo en combinación con otros materiales que presentan comportamientos diferentes, como la piedra, la madera, la cerámica o el vidrio. Hay que prestar mucha atención a esto en relación con los procesos de descomposición en curso de los distintos materiales. Esto incluye su exposición a los elementos, los procesos de desgaste, así como las formas de conservación y mantenimiento de este patrimonio a lo largo del tiempo. Hay que tener en cuenta que la arquitectura de hormigón suele ser monolítica, a diferencia de la mampostería, que es modular, por ello, puede resultar difícil retirar y sustituir una parte deteriorada de un elemento de hormigón. Al acometer cualquier reparación, hay que tener cuidado para que la intervención no ocasione un problema físico o visual.

Al ser un material moldeable, se puede dar al hormigón gran variedad de apariencias, que vienen determinadas por las distintas formas, texturas y colores que desee plasmar el arquitecto o el artista. La cuestión de la pátina también puede ser un criterio esencial, debido a su intenso efecto estético en la percepción de las superficies.

Conservar el Hormigón es Sostenible

Con la creciente preocupación por los efectos del cambio climático y la importancia del desarrollo sostenible, tal y como se expresa en la “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” adoptada por todos los Estados miembros de las Naciones Unidas en 2015, la conservación de los bienes patrimoniales de hormigón ha adquirido más trascendencia que nunca. Si bien la fabricación de cemento y la creación de estructuras de hormigón siempre han consumido gran cantidad de energía, se está comenzando a apreciar y reconocer el valor de la energía incorporada a las estructuras de hormigón ya existentes. Es mucho más sostenible reparar y mantener que demoler y sustituir.

Objetivos de una Reparación Adecuada

El objetivo de cualquier campaña de restauración correcta de una estructura patrimonial es determinar la causa del deterioro, solucionar el problema subyacente y llevar a cabo una restauración que le devuelva su integridad funcional y estructural, a la vez que se limita el impacto visual de la reparación. Esto es fácil de decir, pero suele ser muy difícil de ejecutar correctamente. Es preciso tener en cuenta y entender un sinfín de factores que pueden afectar al proceso de tratamiento y al resultado final, y más aún en el caso de las estructuras patrimoniales de hormigón.

Planificación de las Intervenciones en Bienes Patrimoniales de Hormigón

A la hora de planificar una intervención en una estructura patrimonial de hormigón, se deben plantear las mismas cuestiones que para otros tipos de bienes patrimoniales. Puede que haya que tener en cuenta algunos aspectos adicionales o especiales, como el historial de reparaciones y su uso actual o futuro. También hay que tener presente que los objetivos de la intervención pueden variar en función del significado del sitio (valor patrimonial, técnicas y tipo de construcción o uso innovador de materiales) y de sus requisitos funcionales. Por ejemplo, en una estructura de ingeniería civil, puede que su superficie no se haya diseñado con mucho arte, pero que la ubicación de sus armaduras refleje un paso importante en la historia del hormigón armado. Son bastantes los países que han elaborado sus propios documentos de orientación para abordar las intervenciones en los monumentos patrimoniales, pero otros muchos no lo han hecho. El ISC20C de ICOMOS ha desarrollado los Criterios para la Conservación del Patrimonio Cultural del Siglo XX, también denominados el Documento de Madrid-New Delhi, y conviene considerarla una ayuda útil para orientar cualquier proyecto que incluya patrimonio de hormigón.

1 Desarrollo del Entendimiento y Evaluación del Significado

Antes de abordar una estructura patrimonial, es fundamental entender bien los principales aspectos que la hacen importante, con el fin de poder evaluar su significado. Esto ayudará a tomar decisiones acertadas para minimizar los posibles efectos adversos de una intervención. En algunos casos, este paso puede haberse realizado con anterioridad debido a la importancia del lugar, en otros, es posible que sea lo primero que debe hacer el equipo del proyecto y para ello, es fundamental tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Desarrollar una metodología para evaluar el valor, la integridad y la autenticidad del monumento, incluido un análisis comparativo, que sirva de base para desarrollar políticas dirigidas a preservar y respetar su significado antes de iniciar las obras.
- Aplicar las políticas de protección del patrimonio con el fin de proteger el valor del lugar antes de iniciar cualquier intervención, con el fin de establecer límites de lo que se consideran cambios e intervenciones aceptables.
- Reconocer y gestionar las presiones de cambio, especialmente cuando estén relacionadas con la seguridad estructural, la seguridad contra incendios, los requisitos energéticos y la accesibilidad.
- Identificar a los responsables de las actividades de conservación y gestión a largo plazo.
- Respetar el valor de las capas significativas de cambios anteriores y de la pátina adquirida con los años.
- Cuando el uso funcional contribuya a la importancia de un lugar, la intervención debe tratar de mantener ese uso siempre que sea posible.

2 Reunir un Equipo de Proyecto Interdisciplinar y con Experiencia

Para lograr buenos resultados en cualquier proyecto de patrimonio, es esencial que exista un planteamiento interdisciplinar de la colaboración entre los distintos profesionales necesarios. Este planteamiento debe fomentarse desde el principio entre todas las partes implicadas en las fases de evaluación, diagnóstico, diseño, ensayo, ejecución y seguimiento del proyecto.

- Para reparar y conservar el hormigón, es preciso contar con un equipo interdisciplinar de profesionales cualificados con experiencia en la investigación, el diagnóstico, el diseño y la aplicación eficaz de soluciones duraderas de reparación de este material. El equipo debe incluir arquitectos, ingenieros y conservadores del patrimonio, así como otros profesionales seleccionados de entre un amplio espectro de especialistas, en función de las necesidades específicas del proyecto.
- Hay que recurrir a contratistas y profesionales expertos con formación específica y experiencia documentada en el trabajo con estructuras históricas de hormigón. Estos deben ser capaces de presentar ejemplos de obras previas de reparación correctas, resistentes y duraderas.

3 Desarrollo de Conocimientos Previos Sobre los Problemas Específicos del Sitio

Cada proyecto es único y presenta especificidades diferentes, pero es fundamental entender todos los factores que definen el contexto específico del lugar al que afecta el proyecto. Ante todo, se debe consultar la documentación original disponible sobre el sitio, así como las condiciones físicas y las limitaciones actuales. También hay que tener en cuenta cuestiones medioambientales, como las condiciones meteorológicas y los efectos del cambio climático.

Para ello será conveniente:

- Investigar y desarrollar métodos de reparación específicos y adecuados para el sitio, así como para su contexto, estado y uso.
- Reconocer y respetar la innovación estructural y las formas, así como las técnicas y los materiales de construcción.
- Recopilar información documental sobre el sitio, incluidas fuentes bibliográficas y documentos sobre su historia, el uso del sitio, los materiales y las técnicas de construcción (documentación de archivo y de los propietarios, tales como fotografías históricas, planos, informes técnicos, licencias de construcción y otros documentos pertinentes).
- Entrevistar a los propietarios y a las personas implicadas en el diseño, la construcción, la reparación y la conservación, con el fin de conocer a fondo la historia reciente de cada sitio.
- Evaluar la documentación recopilada y determinar qué información debe continuar ampliándose en el marco de la investigación.
- Identificar los usos actuales, la normativa local sobre bienes históricos y cualquier otra normativa legal vigente sobre protección del patrimonio de hormigón, así como los códigos de construcción vigentes.
- Reconocer la existencia de condiciones ambientales diversas y de las características específicas de la mezcla, la armadura y la colocación del hormigón que, en ocasiones, han producido deterioros que requieren intervenciones de conservación o incluso reparaciones de emergencia.



4 Evaluación Detallada del Estado de Conservación

Antes de determinar un plan de acción, es preciso evaluar la estructura y documentar en qué estado se encuentra. Los planos originales siempre resultan útiles —si se dispone de ellos—, pero hay que verificarlos y si no, levantarlos. Deben documentarse las condiciones existentes.

■ Documentar exhaustivamente el enclave:

- ▶ Fotográficamente
- ▶ Mediante tecnologías digitales
- ▶ Narrativamente, mediante un texto descriptivo e ilustrativo

■ Reunir evidencias físicas mediante documentación fotográfica a través de un examen visual inicial de las condiciones y observaciones.

■ Evaluar y documentar las condiciones físicas, incluidas las reparaciones y problemas anteriores, como se indica a continuación:

- ▶ Aspecto general
- ▶ Deterioro, condiciones físicas y defectos
- ▶ Análisis estructural (distribución de la armadura, elementos esbeltos, etc.
- ▶ Atención especial a la textura de la superficie y a cualquier tratamiento intencionado, como las marcas visibles del encofrado, los áridos expuestos, etc.

■ Estudiar el historial de las reparaciones.

Muchas estructuras de hormigón pueden haberse sometido a una o más intervenciones de reparación, a menudo sin los conocimientos técnicos o la destreza que se requieren para obtener resultados duraderos y estéticamente apropiados. En algunos casos, puede haberse llevado a cabo una reparación de emergencia para mantener la estructura en funcionamiento, sin prestar la debida atención a comprender las causas originales del estrés o del deterioro, ni el efecto estético resultante.

Habría que tener en cuenta lo siguiente:

- ▶ Prestar cuidadosa atención a las características del material, la compatibilidad, la idoneidad de colores o texturas, u otros aspectos importantes que deben valorarse cuidadosamente en cualquier intervención en bienes históricos de hormigón.
- ▶ Antes de proponer nuevas intervenciones, se debe investigar, documentar y evaluar íntegramente cada decisión de reparación anterior en términos de compatibilidad, durabilidad e impacto estético en el hormigón original.

■ Identificar y realizar las catas exploratorias (sondeos) con sumo cuidado y respetando el bien patrimonial de hormigón. Estas deben practicarse en lugares discretos (alejados de los lugares principales, siempre que sea posible).

■ Identificar y aplicar técnicas de evaluación no destructivas (TND), para no dañar el patrimonio de hormigón.

■ A menudo, se requieren estudios de laboratorio (caracterización química y mecánica del hormigón), en este caso, identifique y extraiga las muestras o fragmentos con cuidado y respeto para no dañar el patrimonio de hormigón. Cumpla en todo momento las normas internacionales sobre pruebas y ensayos.



5 Desarrollo de Planteamientos y Políticas de Intervenciones Sostenibles

Después de recopilar y analizar la información de la investigación, la evaluación del estado y los estudios de laboratorio, se pueden desarrollar y evaluar distintos planteamientos de intervención. Cada uno de ellos tendrá sus ventajas e inconvenientes, que deberán valorarse para determinar cuál es el tratamiento óptimo. Las intervenciones y reparaciones deben realzar y preservar el significado cultural del sitio. Además, han de diseñarse teniendo en cuenta el carácter, la escala, la forma, el emplazamiento, el paisaje, los materiales, el color, la pátina y los detalles existentes. Es importante establecer los límites aceptables para los cambios desde el principio del proyecto. También debe entenderse que, si bien el objetivo es realizar las reparaciones necesarias de la mejor manera posible en el momento actual, es muy probable que se necesiten más reparaciones y un mantenimiento continuo en el futuro, aunque sea dentro de varias décadas.

En los planteamientos de intervención, es preciso asegurarse de los siguientes aspectos:

- Identificar técnicas de reparación que permitan abordar y mitigar las causas de del deterioro identificado.
- Identificar los posibles tipos de materiales de reparación alternativos y comprobar su eficacia.
- Desarrollar un programa de reparación con ensayos y pruebas; identificar su finalidad y definir los objetivos de rendimiento.
- Elaborar un calendario para la evaluación del programa de pruebas.
- Evaluar los probables efectos sobre el patrimonio en función de las políticas de intervención antes de iniciar las obras y tratar de evitar o de mitigar cualquier efecto adverso.

- Identificar posibles limitaciones, cómo las relacionadas con el acceso y la ubicación.
- Identificar los objetivos y las objeciones de los contratistas y profesionales seleccionados.
- Al aplicar los códigos normativos y de construcción, se requieren planteamientos flexibles e innovadores para garantizar soluciones adecuadas de conservación del patrimonio.
- Identificar y documentar las políticas aplicables en el programa de intervención, así como adoptar un enfoque prudente en lo tocante a los cambios.
- Asegurarse de que la sostenibilidad medioambiental sea un criterio clave. Para ello, promueva y comunique la aplicación de las debidas prácticas sostenibles y de eficiencia energía a las intervenciones de hormigón patrimonial del siglo XX.
- Buscar un equilibrio adecuado entre la sostenibilidad medioambiental, la introducción de medidas de eficiencia energética y la conservación del significado cultural del sitio.



6 Programa de Intervención y su Ejecución

El programa de intervención y su ejecución deben tener en cuenta la ubicación, el acceso, la destreza técnica, el presupuesto y otras variables que influyen en la calidad de las obras de reparación. Como en todos los procesos de conservación, debe tenerse en cuenta la sostenibilidad medioambiental en el abastecimiento de materiales y en las demás actividades de conservación y prestar atención a la importancia de la sostenibilidad del recurso y a la consecución del ciclo de vida óptimo de los tratamientos de conservación. La finalidad de todo ello es reducir los tratamientos repetitivos e innecesarios a largo plazo.

En el programa de intervenciones y su ejecución es preciso asegurarse de lo siguiente:

- Tener en cuenta todas las limitaciones y los recursos disponibles para el proyecto.
- Elaborar los documentos de construcción, incluidos los planos y las especificaciones, que cubran el alcance de los ensayos, las reparaciones del hormigón y su ejecución.
- Recurrir a contratistas cualificados con conocimientos, experiencia y un nivel adecuado de aptitudes técnicas.
- Realizar ensayos de reparación de prueba en lugares discretos; estos deben formar parte del proyecto de construcción y basarse en los documentos y especificaciones de construcción.
- Perfeccionar el programa de intervención basándose en los resultados del programa de ensayo.
- Trabajar con los contratistas y los profesionales seleccionados para entender las normas del proyecto y las expectativas de resultados definidas en él.
- Si es preciso, impartir formación in situ a los contratistas.

Programas de Mantenimiento y Monitorización 7

Para prolongar la vida de cualquier sitio histórico, también los de hormigón, es fundamental contar con un programa de mantenimiento y monitorización bien organizado. Si se inspeccionan con regularidad las zonas que se sabe que son problemáticas y las reparaciones anteriores de los distintos aspectos del edificio, tales como las cubiertas y los drenajes, se pueden evitar muchas reparaciones más invasivas y costosas.

- Una vez finalizado el proyecto, identifique el mantenimiento a largo plazo, incluidas las necesidades y los recursos precisos para una gestión continuada del sitio. Identifique a los responsables de los futuros tratamientos de conservación y reparación.
- Documente las observaciones de monitorización y las conclusiones del proyecto completo.
- Planifique el mantenimiento y la gestión continuada del sitio.
- Elabore un plan de mantenimiento con tratamientos periódicos en colaboración con el propietario o con el organismo público a cargo del bien patrimonial. Para ello, se debe tener en cuenta y definir el planteamiento del tratamiento.
- Estudie la posibilidad de establecer ciclos de mantenimiento periódicos.
- Lleve un seguimiento del comportamiento a largo plazo de las reparaciones. Si la reparación forma parte de una investigación en curso, estudie la posibilidad de realizar el seguimiento de las obras para la conservación, según lo descrito en el marco del proyecto.
- Archive los registros y la documentación para su uso futuro.

8 Promover y Celebrar el Patrimonio de Hormigón

A medida que el público comprende mejor el significado del patrimonio de hormigón, es importante que los profesionales del patrimonio sigan promoviéndolo y recuperando su valor. De este modo, será mas accesible y el público en general lo entenderá y apreciará mejor.

Tenga en cuenta lo siguiente:

- Recuperar el valor y promover el significado del hormigón, en tanto que es un material clave de los sitios patrimoniales del siglo XX como los seleccionados en “Los 100 del 20”, difundiendo las experiencias de las intervenciones, etc.
- La presentación y la interpretación son partes esenciales del proceso de conservación. Por ello, es preciso identificar oportunidades de compartir la experiencia de la intervención en los bienes de hormigón con las comunidades interesadas. Esto puede hacerse mediante jornadas de puertas abiertas, publicaciones, redes sociales, etc.
- Es importante fomentar y apoyar los programas de formación profesional para crear aptitudes y competencias de conservación del hormigón.

Glosario

Autenticidad. Es la capacidad de un lugar o sitio patrimonial para expresar su significado cultural a través de sus atributos materiales y de sus valores inmateriales de una forma genuina y creíble. Depende del tipo de patrimonio y de su contexto cultural.

Cemento. El cemento es uno de los materiales capaces de unir entre sí partículas de áridos. El cemento Portland es un cemento hidráulico que se produce pulverizando el material resultante de la calcinación de una mezcla de arcilla y piedra caliza a temperaturas de entre 1400 y 1600 °C (entre 2550 y 2900 °F). Este producto, denominado “clinker”, se suele mezclar con sulfato de calcio para controlar el fraguado. (“ACI CT-21: ACI Concrete Terminology” del American Concrete Institute, 2021).

Hormigón. El hormigón es una mezcla de cemento hidráulico, áridos y agua, con o sin aditivos, fibras u otros materiales cementosos.

Conservación. La conservación se refiere a todos los procesos de cuidado de un lugar o sitio patrimonial encaminados a mantener su significado cultural. (Carta de Burra, 2013).

Significado cultural (o, simplemente, significado). El significado cultural se refiere al valor estético, histórico, científico, social y/o espiritual para las generaciones pasadas, presentes o futuras. El significado cultural se plasma en el lugar o sitio patrimonial en sí mismos y en las cualidades, el entorno, la estructura, el uso, las asociaciones, los significados, los registros, los lugares y los objetos relacionados con él. Los lugares patrimoniales pueden tener diferentes significados para los distintos individuos o grupos.

Deterioro. El deterioro es la manifestación física de los defectos de un material (por ejemplo, grietas, delaminación, descamación, concavidades, descascarillamiento, astillamiento o manchas) causados por influencias ambientales o autógenas internas en la roca y el hormigón endurecidos, así como en otros materiales. (“ACI CT-21: ACI Concrete Terminology” del American Concrete Institute, 2021).

Integridad. La integridad es una medida que expresa hasta qué punto está completo e intacto un lugar o sitio patrimonial, sus cualidades y valores. El examen de las condiciones de integridad requiere, por tanto, evaluar en qué medida el sitio o lugar: (a) incluye todos los elementos necesarios para expresar su valor; (b) garantiza la representación plena de las características y los procesos que transmiten el significado del bien; y (c) padece los efectos negativos del desarrollo y/o del abandono.

Interpretación. La interpretación se refiere a todas las actividades potenciales realizadas para incrementar la concienciación pública y propiciar un mayor conocimiento de los lugares o sitios patrimoniales. Estas pueden incluir publicaciones impresas y electrónicas, conferencias, instalaciones in situ o alejadas, pero directamente relacionadas, programas educativos, actividades comunitarias, así como investigación, formación y evaluación del proceso de interpretación en sí mismo. (Carta ICOMOS para Interpretación y Presentación de Sitios de Patrimonio Cultural, 2008).

Intervención [Intervención de conservación]. Una intervención es todo cambio o adaptación físicos e intencionados dirigidos a conservar las cualidades tanto tangibles como intangibles de un lugar.

Mantenimiento. Por mantenimiento se entiende el cuidado continuo para proteger tanto la estructura física como el emplazamiento de un sitio o lugar patrimonial. Ha de distinguirse de una reparación.

Pátina. La pátina es la modificación natural de la superficie que no está relacionada con la degradación y que es perceptible como un cambio en el color original del material. (UNI 11182/2006. Materiali lapidei naturali ed artificiali. Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni) La pátina del hormigón adquiere especial importancia con el paso del tiempo, porque resalta las texturas y las técnicas de acabado que contribuyen a su valor estético y a su expresividad.

Lugar. El término “lugar” se utiliza en este documento para describir un área de importancia patrimonial definida geográficamente. Incluye objetos, espacios y vistas, monumentos, edificios, estructuras, yacimientos arqueológicos, paisajes urbanos históricos, paisajes culturales, itinerarios culturales y plantas industriales. Puede tener dimensiones tangibles e intangibles. Véase también “Sitio”, que se refiere a un subconjunto de un lugar.

Presentación. La presentación denota la comunicación, cuidadosamente estudiada, de contenido interpretativo a través de la preparación de información, acceso físico e infraestructuras para la interpretación de un bien de patrimonio cultural. Puede expresarse a través de gran variedad de medios técnicos, tales como, a título meramente ilustrativo, paneles informativos, exposiciones museísticas, visitas peatonales establecidas, conferencias, visitas guiadas, aplicaciones multimedia o páginas web. (Carta ICOMOS para Interpretación y Presentación de Sitios de Patrimonio Cultural, 2008).

Hormigón armado. Hormigón armado es el que está reforzado con la cantidad mínima de acero pretensado o de refuerzo no pretensado, según lo especificado en el código de construcción aplicable. (American Concrete Institute 2018, 20).

Reparación. Una reparación puede incluir la restauración o reconstrucción de la estructura de un edificio existente y/o nuevo para dejar un elemento en un estado útil o funcional.

Sitio. En este documento, se utiliza el término “sitio” para referirse a un área definida de importancia patrimonial. Es un subconjunto de un lugar e incluye monumentos, yacimientos arqueológicos, edificios, estructuras, espacios y jardines. Puede tener dimensiones tangibles e intangibles.

Análisis estructural. El análisis estructural es un proceso que consiste en determinar y evaluar la idoneidad estructural de una estructura, componente o sistema para su uso actual previsto o para su objetivo de comportamiento. (American Concrete Institute 2018, 20).

Pruebas. Las pruebas son ensayos, exámenes, observaciones y evaluaciones no destructiva que se utilizan para medir una característica física o química de un material, o una característica física de un elemento estructural o de una estructura. (American Concrete Institute 2018, 20).

Tratamiento. El término “tratamiento” se refiere a la aplicación de soluciones técnicas. Estas pueden incluir el uso de materiales, productos químicos, herramientas y procedimientos específicos destinados a la conservación del patrimonio de hormigón.

Le Document de Cádiz

Guide pour la Conservation du Patrimoine en
Béton – Projet Innovaconcrete

Église Saint-Joseph du Havre | Auguste Perret | 1951-57 |
Boulevard François 1er 130, 76600 Le Havre, Normandie, France
© Susana Landrove



Préambule

Le patrimoine en béton européen est menacé. Il est mal compris et mal entretenu. On le laisse donc souvent se détériorer jusqu'à ce qu'il soit considéré comme superflu et soit démoli.

Le projet InnovaConcrete est une initiative de recherche financée par le programme de l'Union européenne (UE) Horizon 2020 qui vise à remédier à cette situation en trouvant de nouvelles façons de contribuer à la préservation des monuments en béton du XXe siècle. Pour atteindre cet objectif, ce projet a réuni une équipe interdisciplinaire de 29 partenaires issus de l'ensemble de l'UE et possédant une solide expertise du milieu scientifique et patrimonial. Si l'objectif premier de ce projet est le développement de nouvelles nanotechnologies permettant de lutter contre les phénomènes de détérioration du béton, un effort très important est également déployé pour sensibiliser le public à l'importance et aux valeurs culturelles du patrimoine en béton. Cela se traduit par une série d'initiatives, notamment un site web dynamique et interactif qui expose le projet au public. Ce site dispose d'une page web spéciale, « 100 from the 20th », qui présente le patrimoine en béton des pays de l'Union européenne. Une série de huit ateliers publics a également été organisée dans toute l'Europe sur les sites ayant servi d'étude de cas. Parmi les efforts visant à mettre en valeur le patrimoine en béton, l'élaboration de ce guide pour la conservation des structures patrimoniales en béton est un des éléments les plus importants.

Ce document fournit des orientations générales en matière de conservation du patrimoine en béton au regard des valeurs culturelles, historiques, esthétiques, sociales et technologiques qui déterminent sa valeur. Il s'agit d'une ressource utile pour les praticiens de la conservation et de la restauration ainsi que pour les autres professionnels, notamment les architectes, les ingénieurs, les conservateurs, les entrepreneurs, les ouvriers qualifiés, les fonctionnaires et les propriétaires privés qui peuvent être amenés à prendre des décisions importantes concernant le traitement d'une structure patrimoniale en béton.

Au titre du partenariat InnovaConcrete, le Comité scientifique international de l'ICOMOS sur le patrimoine du XXe siècle (ISC20C) a été chargé de contribuer aux activités de sensibilisation. Cela comprend le référencement de sites d'étude de cas et, en collaboration avec Docomomo Ibérico, la sélection des « 100 from the 20th ». L'ISC20C s'est également vu confier la responsabilité première de concevoir ce « guide » qui devait reposer sur les mêmes concepts que ceux exprimés dans *Approches pour la conservation du patrimoine du XXe siècle* (ou Document de Madrid-New Delhi), publié en 2017 par l'ISC20C. Un groupe de travail composé de membres de l'ISC20C de l'ICOMOS a été constitué pour soutenir ces activités. La liste complète des membres du groupe de travail se trouve dans les remerciements.



Contexte

L'utilisation du béton remonte à l'Antiquité. Le dôme du Panthéon de Rome est en place depuis deux millénaires et témoigne de la durabilité du matériau de construction que constitue le béton. Toutefois, l'utilisation généralisée du béton comme matériau de construction courant, et du béton armé en particulier, est un phénomène propre au XXe siècle. Avec le développement de la technologie et la compréhension de ses propriétés en matière d'économie, de polyvalence et de praticité, le béton a constitué une source d'inspiration et d'expérimentation pour les architectes et les ingénieurs, ce que les générations précédentes n'auraient jamais pu imaginer. Cela s'est traduit par une incroyable variété de typologies de construction et d'expressions formelles rendues possibles par le recours à différentes techniques de construction.

Le béton a permis la réalisation de projets de génie civil très imposants : barrages, aqueducs, centrales de traitement des eaux, centrales électriques, aéroports, ponts et autoroutes. De telles constructions à cette échelle étaient impossibles auparavant. Le béton a également été adopté pour toutes sortes de programmes : logements, écoles, immeubles de bureaux, lieux de culte, hôpitaux, gares, terminaux d'aéroport, installations sportives, entrepôts, silos, installations industrielles, etc. Ses propriétés plastiques ont également permis la création de formes incroyablement expressives pour les monuments, les sculptures et les éléments bâtis intégrés à des paysages. Les possibilités semblaient presque illimitées.

Malgré ses attributs nombreux et formidables, le béton a rapidement commencé à montrer ses faiblesses. Son comportement dans le temps a révélé des caractéristiques qui, si elles persistent, peuvent menacer son intégrité et sa pérennité historique, structurelle et esthétique. En l'absence d'une mise en œuvre rigoureuse faisant appel à des techniques de construction et des modalités appropriées, divers phénomènes peuvent conduire à une détérioration du béton qui peut entraîner d'importants dommages esthétiques, voire structurels. Par conséquent, les méthodes de conservation et de réparation du patrimoine en béton méritent une attention particulière et font l'objet du présent guide.

Le Béton est Notre Patrimoine

La signification et la valeur des lieux patrimoniaux prennent de nombreuses formes. L'identification et l'évaluation du patrimoine culturel en béton s'appuient sur les mêmes critères patrimoniaux généralement acceptés et utilisés pour évaluer tout autre type de patrimoine. Outre les valeurs culturelles habituelles qui peuvent être répertoriées au cours de l'évaluation, il convient d'accorder une attention particulière aux aspects susceptibles de se rapporter aux qualités matérielles notables que le béton peut exprimer.

Il peut s'agir de la couleur, de la texture de surface et de la forme que présente le béton. Il peut également s'agir des techniques de construction qui ont été employées lors de sa mise en œuvre, notamment si elles étaient nouvelles ou expérimentales. Des recherches devraient toujours être menées dès les premières étapes du projet afin de comprendre les caractéristiques du site patrimonial et faciliter ainsi l'évaluation.

Le béton est un matériau historique dont le développement et l'amélioration perpétuels au cours des deux derniers siècles forment un récit remarquable. La seconde moitié du XIXe siècle a constitué une période exceptionnelle de développement et d'invention des méthodes de production industrielle. De nombreux brevets virent alors le jour, décrivant de manière très détaillée les méthodes de fabrication des machines ou les processus de production industrielle. Le développement du béton armé s'inscrit dans ce mouvement.

Les expériences de fabrication de pots de fleurs en béton armé menées au milieu du XIXe siècle par le jardinier Joseph Monier ont conduit François Hennebique et d'autres à breveter à la fin du siècle des méthodes de construction en béton armé. Au fur et à mesure que ces méthodes étaient promues et diffusées en Europe et dans le reste du monde, l'idée d'utiliser le béton comme matériau d'architecture en tant que tel a commencé à faire son chemin. Au début du XXe siècle, les chefs-d'œuvre en béton tels que le Unity Temple de Frank Lloyd Wright (1908) et le Centennial Hall de Max Berg (1913) ont montré de façon universelle les infinies possibilités du béton. Ces deux structures ont été reconnues comme patrimoine mondial.

Le Béton dans son Contexte

Le béton est souvent associé à d'autres matériaux comme la pierre, le bois, la céramique ou le verre, dont le comportement est différent de celui-ci. Il convient d'accorder une attention particulière à l'interaction du béton avec d'autres matériaux s'agissant de facteurs de dégradation permanents, notamment l'exposition aux éléments, les dégradations dues aux intempéries, et à la manière de conserver et d'entretenir durablement ce patrimoine. Il convient de noter que l'architecture en béton est souvent monolithique, contrairement à la maçonnerie qui est modulaire, et qu'il peut parfois être difficile de retirer et de remplacer une partie détériorée d'un élément en béton. Il convient donc d'être prudent lorsque l'on tente d'effectuer une réparation pour éviter tout dommage matériel ou visuel dû à l'intervention.

En tant que matériau malléable, le béton peut être doté d'une multitude d'apparences déterminées par différentes formes, textures et couleurs, selon le souhait de l'architecte ou de l'artiste. La question de la patine est également importante, car elle peut avoir un effet esthétique marquant sur la façon dont les surfaces en béton sont perçues.

La Conservation du Béton est Durable

Le «Programme de développement durable à l'Horizon 2020» adopté par tous les États membres des Nations unies en 2015 témoigne des préoccupations croissantes en terme d'impacts du changement climatique et de l'importance du développement durable. À ce titre, la conservation du béton patrimonial est plus importante que jamais. Si la fabrication du ciment et la réalisation de structures en béton ont toujours été énergivores, on commence tout juste à prendre conscience de la valeur de l'énergie propre aux structures en béton existantes. Réparation et entretien sont bien plus durables que démolition et remplacement par un ouvrage neuf.

Objectifs d'une Réparation Appropriée

L'objectif de toute campagne de restauration adaptée à une structure patrimoniale est de déterminer la cause de la détérioration, de corriger le problème sous-jacent et de réaliser une réparation qui restitue l'intégrité fonctionnelle et structurelle de l'ouvrage tout en limitant l'impact visuel de la réparation. Cette affirmation est simple, mais il est souvent très difficile de la mettre en œuvre correctement. De nombreux facteurs peuvent affecter le déroulement du traitement et le résultat final. Ces facteurs doivent donc être pris en compte et compris. Cela vaut particulièrement pour les structures patrimoniales en béton.

Planification d'une Intervention de Réparation sur du Béton Patrimonial

La planification d'une intervention de réparation sur une structure patrimoniale en béton doit prendre en compte les mêmes problématiques que pour les autres types de structures patrimoniales. Certains aspects particuliers pourraient devoir être pris en compte, comme l'historique des réparations et les usages actuels ou futurs. On doit également noter que les objectifs de réparation peuvent varier en fonction de la valeur d'une structure (valeurs patrimoniales, techniques de construction, utilisation innovante de matériaux, typologie de construction) et de ses contraintes fonctionnelles. Il peut s'agir par exemple d'un ouvrage de génie civil dont l'épiderme n'a peut-être pas été conçu dans un souci esthétique, mais dont la disposition des armatures peut révéler une étape importante dans l'histoire du béton armé.

De nombreux pays ont élaboré leur propre guide d'intervention sur les lieux patrimoniaux, beaucoup d'autres ne l'ont pas encore fait. L'ouvrage *Approches pour la conservation du patrimoine du XXe siècle* (ou Document de Madrid-New Delhi), rédigé par l'ISC20C de l'ICOMOS, doit être considéré comme une contribution utile pour guider tout projet, notamment en matière de conservation du béton patrimonial.

1 Mieux Comprendre et Évaluer la Valeur

Avant de se lancer dans l'étude d'une structure patrimoniale, il est essentiel de comprendre les aspects qui contribuent à rendre le lieu important afin d'évaluer la valeur. Il s'agit ainsi de s'assurer que de bonnes décisions seront prises pour limiter les possibles effets négatifs d'une intervention. Il est possible que cette démarche ait déjà été entreprise compte tenu de la valeur du lieu, ou que l'équipe du projet doive l'entreprendre dans un premier temps. Les points suivants doivent être pris en considération:

- Avant le démarrage des travaux, élaborer une méthodologie d'évaluation de la valeur, de l'intégrité et de l'authenticité, notamment une analyse comparative, ce qui fondera l'élaboration de politiques de conservation et de protection de la valeur.
- Avant toute intervention, prendre en compte les politiques de protection du patrimoine visant à protéger la valeur du lieu et la structure patrimoniale en béton afin d'établir un périmètre acceptable d'intervention et de modification.
- Prendre en compte et gérer les contraintes contemporaines en faveur de modifications, notamment en ce qui concerne la sécurité structurelle, la sécurité incendie, les exigences énergétiques et l'accessibilité.
- Déterminer les acteurs responsables des actions de conservation et de la gestion à long terme.
- Respecter la valeur des strates de modifications successives et la patine du temps.
- La politique de conservation doit viser à maintenir, dans la mesure du possible, tout usage fonctionnel qui contribue à la valeur d'un lieu ou d'un site.

Mettre en Place une Équipe de Projet interdisciplinaire et Expérimentée 2

L'approche collaborative interdisciplinaire est capitale pour le bon aboutissement de tout projet sur le patrimoine. Une telle approche doit être encouragée dès le départ entre les différentes parties impliquées dans les phases d'évaluation, de diagnostic, de conception, d'essai et de mise en œuvre, ainsi que de suivi d'un projet.

- Recourir à une expertise interdisciplinaire. La réparation et la conservation du béton nécessitent de faire appel à une équipe interdisciplinaire de professionnels qualifiés ayant une expérience reconnue dans la recherche, le diagnostic, la conception et la mise en œuvre efficace de solutions pérennes de réparation du béton. Cette équipe doit comprendre des architectes spécialisés dans le patrimoine, des ingénieurs, des conservateurs en architecture et d'autres professionnels choisis parmi un éventail de spécialistes en fonction des besoins spécifiques du projet.
- Recourir à des entrepreneurs et ouvriers qualifiés expérimentés ayant reçu une formation dans ce domaine et possédant une expérience professionnelle avérée sur des structures historiques en béton. Ces professionnels doivent être en mesure de fournir des références de mise en œuvre de travaux de réparation appropriés, durables et pérennes.

3 Acquérir une Connaissance Préliminaire des Enjeux Propres au Site

Chaque projet présente un ensemble différent de conditions spécifiques pour un site unique. Il est essentiel de bien appréhender tous les facteurs qui définissent le contexte propre au site du projet. Cela passe par le recueil de la documentation originale disponible sur la création du site ainsi que les conditions et contraintes matérielles actuelles. Il convient également de prendre en considération les questions environnementales telles que les conditions météorologiques et les impacts du changement climatique.

- Étudier et mettre au point des méthodes de réparation spécifiques adaptées au lieu ou à l'objet, à son contexte, à son état et à son usage.
- Prendre en compte et respecter l'innovation structurelle, les formes, les techniques et les matériaux de construction.
- Recueillir des données documentaires sur le site patrimonial en béton, notamment les sources bibliographiques et les informations documentaires sur son histoire, l'usage du site, les matériaux et techniques de construction (archives et documents relatifs à la propriété, notamment photos historiques, plans, rapports techniques, permis de construire et tout autre document utile).
- Réaliser des entretiens avec les propriétaires et les personnes impliquées dans la conception, la construction, la réparation et l'entretien afin de comprendre pleinement l'histoire récente du site.
- Analyser la documentation recueillie et déterminer les informations qui doivent être approfondies dans le cadre de la recherche.

- Recenser les usages actuels, la réglementation locale en matière de protection historique et toute réglementation statutaire applicable à la protection actuelle du patrimoine en béton, ainsi que les codes de construction en vigueur.
- Prendre en compte les diverses conditions environnementales et les caractéristiques propres à la formulation du béton, à ses armatures et à sa mise en oeuvre qui ont parfois produit des détériorations nécessitant des actions de conservation, voire des réparations d'urgence.



4 Effectuer une Évaluation Détaillée de l'Etat de Conservation

Tout plan d'action doit nécessairement s'appuyer sur l'évaluation de la structure et la documentation de son état. Les plans originaux sont toujours utiles s'ils existent, mais ils doivent être vérifiés et l'état existant doit être documenté.

■ Documenter les ressources appropriées:

- ▶ Photographiquement
- ▶ En recourant aux technologies numériques actuelles
- ▶ Par un texte descriptif et illustratif succinct

■ Recueillir des données de terrain à l'aide de documents photographiques en procédant à un examen visuel initial de l'état de conservation et à des observations.

■ Évaluer et documenter l'état matériel, notamment les réparations et l'état antérieur comme suit:

- ▶ Aspect général
- ▶ Détérioration, état de conservation et malfaçons
- ▶ Analyse structurelle (répartition des armatures, éléments minces...)
- ▶ Une attention particulière doit être accordée à la texture de la surface et à tout traitement délibéré (traces de coffrage, granulats apparents, etc.)

■ Comprendre l'historique des réparations

De nombreuses structures en béton ont pu faire l'objet d'une ou plusieurs interventions de réparation, souvent en l'absence des connaissances techniques ou du savoir-faire adéquat pour obtenir des résultats durables et esthétiquement appropriés. Dans certains cas, une intervention de réparation peut avoir été effectuée en urgence pour maintenir la structure en état de fonctionnement, sans que l'on ait cherché à comprendre les causes profondes du sinistre ou de la détérioration, ou les conséquences esthétiques de cette intervention.

Prendre en compte les éléments suivants :

- ▶ Les caractéristiques des matériaux, la compatibilité, l'adéquation des couleurs ou des textures, et d'autres aspects importants qui devraient être soigneusement considérés dans toute réparation du béton historique.
- ▶ Avant toute proposition de nouvelle réparation, il convient d'étudier, de documenter et d'évaluer de manière approfondie les décisions et traitements de réparation passés sur le plan de la compatibilité, de la durabilité et des conséquences esthétiques sur le béton d'origine.

■ Déterminer et réaliser des sondages, en prenant soin et en tenant compte du patrimoine en béton. Les sondages doivent être effectués à des endroits discrets (éloignés des élévations principales dans la mesure du possible).

■ Recenser et mettre en œuvre des techniques d'évaluation non destructive (END) afin de ne pas endommager l'ouvrage en béton.

■ Des études en laboratoire sont souvent nécessaires (caractérisation physicochimique du béton) : déterminer et prélever des échantillons ou des fragments, en prenant soin de ne pas endommager l'ouvrage en béton ; prendre en compte les normes internationales en matière d'essais.



5 Élaborer des Approches et des Politiques de Réparation Durable

Différentes approches de réparation peuvent être élaborées et évaluées après le recueil et l'analyse des données issues de la recherche, de l'évaluation de l'état de conservation et des études en laboratoire. Chaque approche aura ses avantages et ses inconvénients qu'il faudra évaluer pour déterminer le traitement optimal. Les interventions et les réparations doivent mettre en valeur et maintenir la valeur culturelle du lieu ou de l'objet et être conçues en tenant compte du caractère existant, de l'échelle, de la forme, de l'emplacement, du paysage, des matériaux, de la couleur, de la patine et des détails. Il est important de délimiter la portée des modifications acceptables dès le début du projet. Si l'objectif est d'effectuer immédiatement les réparations nécessaires de la meilleure façon possible, il faut également comprendre que d'autres réparations et un entretien continu seront nécessaires à l'avenir, possiblement dans plusieurs décennies.

Les approches en matière de réparation doivent tenir compte des éléments suivants:

- Recenser les techniques de réparation en vue de traiter et d'atténuer les causes des phénomènes de détérioration constatés.
- Recenser les types éventuels de matériaux de réparation alternatifs et leur efficacité dans le temps.
- Élaborer un programme des réparations d'essais; définir les buts du programme d'essais et les objectifs de performance.
- Définir un calendrier d'évaluation du programme d'essais.
- Avant le démarrage des travaux, évaluer les incidences probables sur le patrimoine en fonction des réparations prévues et s'efforcer d'éviter ou d'atténuer toute répercussion négative.

- Déterminer les contraintes éventuelles liées à l'accès et au site.
- Recenser les objectifs et les remarques des entrepreneurs et ouvriers qualifiés sélectionnés.
- L'application des normes de construction et des codes réglementaires doit s'appuyer sur des approches flexibles et innovantes pour garantir des solutions appropriées en matière de conservation du patrimoine.
- Recenser et documenter la réglementation applicable dans le cadre du programme de réparation. Adopter une approche prudente en matière de modifications.
- Veiller à ce que la problématique de développement durable soit centrale en promouvant les pratiques appropriées en matière d'économie d'énergie et de durabilité de réparation du béton du XXe siècle.
- Trouver un équilibre satisfaisant entre la notion de développement durable, l'introduction de mesures d'amélioration énergétique et la conservation de la valeur culturelle.



6 Programme de Réparation et Mise en Œuvre

Le programme de réparation et sa mise en œuvre doivent tenir compte du site, de l'accès, des ouvriers qualifiés, du budget et d'autres variables déterminantes pour la qualité des travaux de réparation. Comme pour toute action de conservation, il convient de considérer l'approvisionnement en matériaux et les autres actions de conservation au regard du développement durable. Il convient d'accorder une attention particulière à l'économie des ressources et à la mise en place d'un cycle de vie optimal des traitements de conservation. Tout cela doit être réalisé afin de réduire les traitements répétitifs inutiles à long terme.

Le programme de réparation et sa mise en œuvre doivent inclure:

- Prendre en compte de toutes les contraintes et des ressources disponibles pour le projet.
- Élaborer des documents des travaux, y compris les plans et spécifications relatifs au champ d'application des réparations d'essais, aux réparations du béton et à leur mise en œuvre.
- Recourir à des entrepreneurs compétents, expérimentés et qualifiés ayant un niveau de compétences professionnelles approprié.
- Réaliser des réparations d'essais des endroits discrets ; ces témoins doivent faire partie du projet et s'appuyer sur les documents et les spécifications des travaux.
- Affiner le programme de réparation en fonction des résultats du programme des réparations d'essais.
- Collaborer avec les entrepreneurs et ouvriers qualifiés sélectionnés pour comprendre les normes et les attentes en matière de performance pour chaque projet.
- Fournir, si nécessaire, une formation sur le terrain aux entreprises.

Programmes d'Entretien et Suivi 7

Un programme d'entretien et de suivi bien organisé est capital pour prolonger la vie de tout bâtiment historique, et il en va de même pour les bâtiments en béton. Une inspection régulière des zones qui ont présenté des désordres par le passé et des réparations de certains équipements du bâtiment, notamment les couvertures et les réseaux de drainage, permet d'éviter des réparations beaucoup plus poussées et coûteuses.

- Une fois le projet achevé, il convient de déterminer les besoins et les ressources nécessaires à l'entretien permanent du site patrimonial. Désigner les responsables des futurs traitements de conservation et de réparation.
- Documenter les observations et les résultats du suivi du projet terminé.
- Prévoir l'entretien et la gestion permanente du site.
- Élaborer un plan d'entretien assorti de traitements périodiques en collaboration avec le propriétaire ou l'agence gouvernementale responsable du bien patrimonial ; la méthode de traitement doit être prise en compte et elle fournira des indications pour ce plan.
- Envisager des cycles d'entretien périodique.
- Suivre la tenue à long terme des réparations. Si cela fait partie de la recherche en cours, envisager un suivi des réparations de conservation comme indiqué dans le cadre du projet.
- Archiver les données et la documentation pour une utilisation future.

8 Promouvoir et Célébrer le Patrimoine en Béton

L'importance du patrimoine en béton étant de mieux en mieux perçue par le public, il est important que les professionnels du patrimoine continuent à promouvoir et à célébrer le patrimoine en béton de manière à le rendre plus accessible au grand public.

Prendre en compte les éléments suivant:

- Célébrer et promouvoir l'importance du béton en tant que matériau emblématique des lieux patrimoniaux du XXe siècle, comme les « 100 from the 20th », en partageant les expériences de restauration, etc.
- La mise en valeur et l'interprétation constituent des moyens essentiels de la conservation. Il convient donc d'identifier les possibilités de partage d'expérience en matière de restauration du béton avec les parties intéressées au moyen de journées portes ouvertes, de publications, des réseaux sociaux, etc.
- Encourager et soutenir les programmes de formation professionnelle afin de renforcer les capacités et les compétences en matière de conservation du béton.

Glossaire

Authenticité. L'authenticité est la capacité d'un lieu ou d'un site patrimonial à exprimer sa valeur culturelle à travers ses attributs matériels et ses valeurs immatérielles d'une manière véridique et crédible. Elle dépend du type de lieu de patrimoine culturel et de son contexte culturel.

Ciment. Le ciment est l'un des nombreux matériaux capables de lier entre eux des granulats. Le ciment Portland est un ciment hydraulique produit par pulvérisation d'un matériau résultant de la calcination d'un mélange d'argile et de calcaire à une température comprise entre 1400 et 1600 °C (2550 à 2900 °F). Du sulfate de calcium est généralement broyé avec le clinker pour assurer la prise (American Concrete Institute Concrete Terminology 2021).

Béton. Le béton est un mélange de ciment hydraulique, de granulats et d'eau, avec ou sans adjuvants, fibres ou autres matériaux cimentaires.

Conservation. La conservation est l'ensemble des processus qui permettent de prendre soin d'un lieu ou d'un site patrimonial afin de maintenir sa valeur culturelle (Charte de Burra, 2013).

Valeur culturelle (en raccourci, la valeur). Par valeur culturelle, on entend la valeur esthétique, historique, scientifique, sociale et/ou spirituelle pour les générations passées, présentes ou futures. La valeur culturelle est incarnée par le lieu ou le bien patrimonial lui-même, ses attributs, son cadre, sa matière, son usage, ses associations, ses significations, ses archives, les lieux et les objets qui y sont associés. Les lieux et les biens patrimoniaux peuvent présenter un éventail de valeurs en fonction des différents individus ou groupes.

Détérioration. La détérioration est la manifestation physique de la dégradation d'un matériau (fissuration, délamination, écaillage, formation de trous, effritement, détachement, coloration, etc.) causée par des facteurs environnementaux ou endogènes sur la roche et le béton ainsi que sur d'autres matériaux (American Concrete Institute Concrete Terminology 2021).

Intégrité. L'intégrité mesure l'unité et le caractère intact d'un lieu ou d'un site patrimonial, de ses attributs et de ses valeurs. L'analyse des conditions de cette intégrité exige dès lors d'identifier dans quelle mesure le lieu ou le site : a) possède toutes les composantes propres à l'expression de sa valeur ; b) garantit la présence pleine et entière des caractéristiques et des processus constitutifs de la valeur de ce bien c) est menacé par les effets négatifs du développement ou par le manque d'entretien.

Interprétation. L'interprétation fait référence à l'ensemble des activités possibles destinées à augmenter la conscience du public et à renforcer sa compréhension du lieu ou du site patrimonial. Ceci peut inclure des publications, écrites ou électroniques, des conférences, des installations sur sites ou distantes, des programmes éducatifs, des activités auprès des collectivités ainsi que la recherche, la formation et l'évaluation permanente du processus même d'interprétation (Charte de l'ICOMOS pour l'interprétation des sites du patrimoine culturel, 2008).

Intervention [intervention de conservation]. Une intervention est une modification ou une adaptation matérielle délibérée visant à conserver les attributs matériels et immatériels d'un lieu.

Entretien. L'entretien est l'action constante qui consiste à entretenir et protéger la constitution et l'environnement d'un lieu ou d'un bien patrimonial, notion qu'il faut distinguer de celle de réparation.

Patine. La patine est la modification naturelle de la surface qui n'est pas liée à la dégradation et qui est perçue comme un changement de la couleur originale du matériau (UNI 11182/2006. Description de l'altération des pierres naturelles et artificielles - Terminologie et définition). La patine du béton acquiert avec le temps une importance particulière car elle permet de mettre en évidence les textures et techniques de finition qui contribuent à sa valeur esthétique et à son expressivité.

Lieu. Le terme de lieu est utilisé dans ce document pour décrire une zone géographique ayant valeur patrimoniale. Sont inclus dans cette notion les objets, espaces et vues, monuments, bâtiments, structures, sites archéologiques, paysages urbains historiques, paysages culturels, itinéraires culturels et sites industriels. Cette notion peut recouvrir des dimensions matérielles et immatérielles. Voir aussi « site » qui en est un sous-ensemble.

Présentation. La présentation désigne la communication sur la valeur culturelle du site patrimonial, soigneusement organisée et interprétée grâce à l'agencement de l'information, l'accès au lieu et un dispositif d'interprétation. Elle peut se faire par divers moyens techniques, y compris, mais sans obligation, des éléments comme des panneaux d'information, des expositions de type muséal, des sentiers fléchés, des conférences et des visites guidées, des applications multimédias et des sites web (Charte de l'ICOMOS des sites du patrimoine culturel, 2008).

Béton armé. Béton structurel renforcé avec au moins la quantité minimale d'acier de précontrainte ou d'armature non précontrainte spécifiée dans le code de construction applicable (American Concrete Institute 2018, 20).

Réparation. La réparation peut consister à restaurer ou à reconstruire la structure d'un bâtiment existant ou nouveau pour redonner son utilité ou sa fonction à un élément.

Site. Le terme site est utilisé dans ce document pour désigner une zone de valeur patrimoniale définie. C'est un sous-ensemble de la notion de lieu, incluant monuments, vestiges archéologiques, bâtiments, structures, espaces et jardins. Cette notion peut recouvrir des dimensions matérielles et immatérielles.

Analyse structurelle. L'analyse structurelle consiste à déterminer et à juger de l'adéquation structurelle d'une structure, d'un élément ou d'un ensemble avec son usage actuel prévu ou ses objectifs de performance (American Concrete Institute 2018, 20).

Tests. Les tests consistent en un essai, un examen, une observation et une évaluation non destructive servant à mesurer les caractéristiques physiques ou chimiques d'un matériau, ou les caractéristiques physiques d'un élément structurel ou d'une structure (American Concrete Institute 2018, 20).

Traitement. Le terme de traitement fait référence à l'application de solutions techniques qui peuvent inclure l'utilisation de matériaux, de produits chimiques, d'outils et de procédures spécifiques visant à la conservation du patrimoine en béton.

