

# H/A HORMIGÓN y ACERO

Revista cuatrimestral de **ACHE** Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural

Junio 2017 | Volumen 68 - Especial Congreso

## CONGRESO INTERNACIONAL **VII** DE ESTRUCTURAS

Congreso de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural  
del 20 al 22 de Junio de 2017  
A Coruña



Event supported by fib

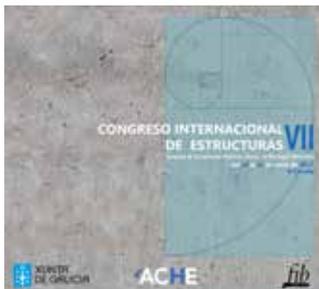


Imagen de la cubierta de María Esperanza Manrique Lara. Cartel ganador del concurso de carteles para el VII Congreso de ACHE

# HORMIGÓN y ACERO

Volumen 68, Especial Congreso, Junio 2017

REVISTA CUATRIMESTRAL DE LA ASOCIACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL

## CONSEJO EDITORIAL:

### Director:

Gonzalo Ruiz López (ETSI CAMINOS, C. y P. - UCLM, Ciudad Real)\*

### Subdirector:

Julio Sánchez Delgado (FHecor, Madrid)\*

### Secretario:

Jacinto Ruiz Carmona (MECANISMO INGENIERÍA, Madrid)\*

### Editor Jefe:

José Manuel Ráez Cano (SCIDOC, Madrid)\*

### Vocales:

Jorge Aparicio García (INGETURARTE, Madrid)

Gonzalo Arias Hofman (INES INGENIEROS, Madrid)

Ángel Arteaga Iriarte (INSTITUTO EDUARDO TORROJA - CSIC, Madrid)

Héctor Bernardo Gutiérrez (DRAGADOS, Madrid)\*

Ángel Castillo Talavera (INSTITUTO EDUARDO TORROJA - CSIC, Madrid)

Héctor Cifuentes Bulté (ETS INGENIERÍA - UNIVERSIDAD DE SEVILLA, Sevilla)\*

Antoni Cladera Bohigas (UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES, Palma)

David Fernández Montes (ETS INGENIERÍA CIVIL - UPM, Madrid)

Jesús Gómez Hermoso (FCC CONSTRUCCIÓN, Madrid)

Dorys C. González Cabrera (EPS - UBU, Burgos)\*

Pedro Miguel Sosa (ETSI CAMINOS, C. y P. - UPV, Valencia)

Luis M<sup>a</sup> Ortega Basagoiti (RETINEO, Madrid)

Antonia Pacios Álvarez (ETSI INDUSTRIALES - UPM, Madrid)

Alejandro Pérez Caldentey (FHecor, Madrid)

Carlos Pozo Moya (GINFROSA INGENIERÍA, Madrid)

Álvaro Serrano Corral (MC2 ESTUDIO DE INGENIERÍA, Madrid)

Carlos Villagrà Fernández (INSTITUTO EDUARDO TORROJA - CSIC, Madrid)

\* Miembro del Comité de Redacción

## CONSEJO ASESOR CIENTÍFICO\*\*:

António Adão da Fonseca (UNIVERSIDADE DO PORTO, Portugal)

Antonio Aguado de Cea (ETSI CAMINOS - UPC, Barcelona)

Pilar Alaejos Gutiérrez (CEDEX, Madrid)

M<sup>a</sup> Carmen Andrade Perdrix (INSTITUTO E. TORROJA - CSIC, Madrid)

Ángel Aparicio Bengoechea (ETSI CAMINOS - UPC, Barcelona)

José M<sup>a</sup> Arrieta Torrealba (PROES, Madrid)

Miguel Ángel Astiz Suárez (ETSI CAMINOS - UPM, Madrid)

Gustavo Ayala Milián (INSTITUTO DE INGENIERÍA - UNAM, México)

Alex Barbat Barbat (ETSI CAMINOS - UPC, Barcelona)

Pilar Crespo Rodríguez (MINISTERIO DE FOMENTO, Madrid)

Paulo J. S. Cruz (UNIVERSIDADE DO MINHO, Guimarães, Portugal)

Luis Fernández Luco (UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, Argentina)

Miguel Fernández Ruiz (ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE, Suiza)

Jaime Carlos Gálvez Ruiz (ETSI CAMINOS - UPM, Madrid)

Ravindra Gettu (INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY MADRAS, Chennai, India)

Gian Carlo Giuliani (REDESCO PROGETTI SRL, Milán, Italia)

Enrique González Valle (INTEMAC, Madrid)

Paulo R. L. Helene (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil)

José Antonio Llombart Jaques (EIPSA, Madrid)

Antonio Marí Bernat (ETSI CAMINOS - UPC, Barcelona)

Francisco Millanes Mato (IDEAM, Madrid)

Santiago Pérez-Fadón Martínez (FERROVIAL AGROMÁN, Madrid)

Carlos A. Prato (UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA, Argentina)

António Reis (IST - UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA, Portugal)

Jesús Rodríguez Santiago (ETS DE ARQUITECTURA, UPM, Madrid)

José Manuel Roesset (TEXAS A&M UNIVERSITY, EE.UU.)

Ana M. Ruiz-Terán (IMPERIAL COLLEGE LONDON, Reino Unido)

Juan Sagaseta Albajar (UNIVERSITY OF SURREY, Reino Unido)

Mike Schlaich (SCHLAICH BERGERMANN UND PARTNER, Stuttgart, Alemania)

Carlos Siegrist Fernández (SIEGRIST Y MORENO, Madrid)

Peter J. Stafford (IMPERIAL COLLEGE LONDON, Reino Unido)

José M<sup>a</sup> de Villar Luengo (TORROJA INGENIERÍA, Madrid)

\*\* Incluye además a los Presidentes de las Comisiones Técnicas de ACHE

El Consejo Editorial de la revista tiene como misión la definición de la política editorial (estilo de la revista, redacción, normas de presentación de originales, diseño, creación y orientación de las distintas secciones). El Comité de Redacción se constituye como un comité permanente del Consejo Editorial y se encarga de dirigir y supervisar la gestión diaria de la revista, controlar la selección de contribuciones y tomar las decisiones sobre los contenidos que han de conformar cada número de la revista. La función del Consejo Asesor Científico es la de velar por el prestigio científico y técnico de la revista, promoviendo e impulsando su difusión internacional. Una descripción más amplia puede consultarse en [www.e-ache.com](http://www.e-ache.com)

SERVICIOS DE INFORMACIÓN: Los contenidos de la revista Hormigón y Acero, o parte de ellos, aparecen recogidos en las siguientes bases de datos: ICYT - Dialnet - Sumaris - Urbadoc - Catálogo Latindex - ScienceDirect - Pascal



ETSI CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
Avda. Profesor Aranguren, s/n.  
Ciudad Universitaria. 28040 Madrid  
Tel.: 91 336 66 98 - Fax: 91 336 67 02 - [www.e-ache.com](http://www.e-ache.com)

© 2017 ASOCIACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL (ACHE)

Todos los derechos reservados. El contenido de la presente publicación no puede ser reproducido, ni transmitido por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, ni registrado por ningún sistema de recuperación de información, en ninguna forma, ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del titular de los derechos de explotación de la misma.

ELSEVIER España, a los efectos previstos en el artículo 32.1 párrafo segundo del vigente TRLPI, se opone de forma expresa al uso parcial o total de las páginas de HORMIGÓN Y ACERO con el propósito de elaborar resúmenes de prensa con fines comerciales.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Ni Elsevier ni la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural tendrán responsabilidad alguna por las lesiones y/o daños sobre personas o bienes que sean el resultado de presuntas declaraciones difamatorias, violaciones de derechos de propiedad intelectual, industrial o privacidad, responsabilidad por producto o negligencia. Tampoco asumirán responsabilidad alguna por la aplicación o utilización de los métodos, productos, instrucciones o ideas descritos en el presente material.

Aunque el material publicitario se ajusta a los estándares éticos, su inclusión en esta publicación no constituye garantía ni refrendo alguno de la calidad o valor de dicho producto, ni de las afirmaciones realizadas por su fabricante.



Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1.º  
08029 Barcelona (España)

Zurbano, 76, 4º Izq.  
28010 Madrid (España)

ISSN 0439-5689

Publicación cuatrimestral (3 números al año)

[www.elsevierciencia.com/hya](http://www.elsevierciencia.com/hya)

Miembro de la Asociación de Prensa Profesional.

Protección de datos: Elsevier España, S.L.U. declara cumplir lo dispuesto por la Ley orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Suscripciones y atención al cliente

Elsevier España, S.L.U. Travesera de Gracia, 17-21, 08021 Barcelona (España)

Teléfono: 902888740

Correo electrónico: [suscripciones@elsevier.com](mailto:suscripciones@elsevier.com)

Impresa en España

Esta publicación se imprime en papel no ácido.

*This publication is printed in acid-free paper*

Déposito legal: B-8709-2014

### 391. METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DEGRADADAS

#### PRIORITIZATION METHODOLOGY IN DAMAGED STRUCTURES

Ignacio Piñero Santiago. TECNALIA Research & Innovation.  
 Investigador. Dr. Ingeniero. ignacio.pinero@tecnalia.com  
 Leire Garmendia Arrieta. Universidad del País Vasco. Profesora Adjunta.  
 Dra. Ingeniera. leire.garmendia@ehu.es  
 José Tomás San José Lombera. Universidad del País Vasco. Profesor Titular. Dr. Ingeniero. josetomas.sanjose@ehu.es  
 María Zalbide Saenz de Buruaga. TECNALIA Research & Innovation.  
 Gestora de Tecnología. MSc DIC, Engineering Geology. maria.zalbide@tecnalia.com

MIVES, priorización de estructuras, rehabilitación, índice de condición.

MIVES, prioritization of damaged structures, rehabilitation, condition index.

En el marco de un Sistema de Gestión de Activos, entendido como una metodología de trabajo para gestionar la conservación de un conjunto de estructuras, se desarrollan campañas que permiten obtener valores numéricos capaces de cuantificar el estado de conservación de una estructura, a partir de las inspecciones técnicas edificios o las inspecciones principales de puentes.

La División de Construcción Sostenible de Tecnalia, ha desarrollado una metodología basada en la experiencia en el campo de las inspecciones de edificaciones e inspecciones principales en puentes y rehabilitación en un amplio abanico de estructuras degradadas. Esta metodología ha supuesto una adaptación de esta filosofía debido a la objetividad, transparencia y flexibilidad de la herramienta.

Además, se ha conseguido lograr cerrar el ciclo, en el cual se detectan los problemas, se resuelven y se alimenta la base de datos para mantener en todo momento una fotografía de lo que se tiene y el estado en que se conserva.

Los objetivos del Sistema de Gestión Integral de Conservación son los siguientes:

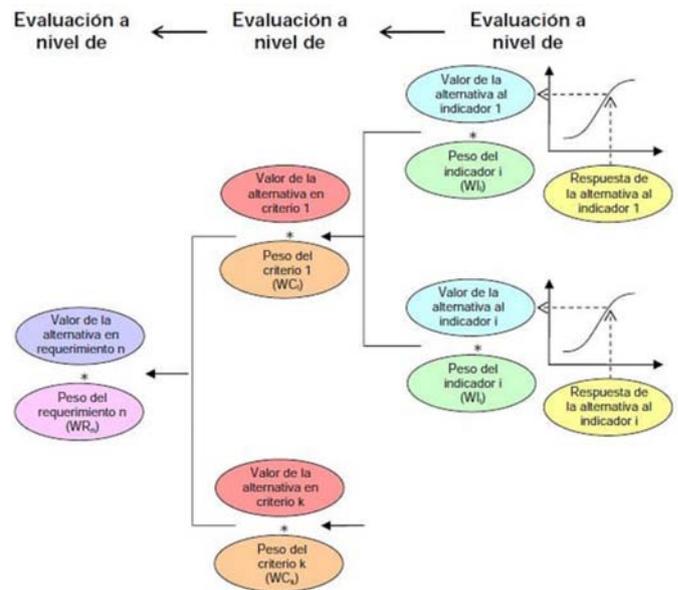
- Poseer información operativa, congruente y fácilmente accesible sobre las características y el estado de deterioro de las estructuras.
- Evaluar la seguridad y el estado de conservación de las estructuras de forma ágil y con un método objetivo.
- Optimizar la utilización de presupuestos limitados.

Los objetivos anteriormente mencionados se consiguen a través de la ejecución de una serie de actividades, que se relacionan a continuación:

1. Inventario de todas las estructuras y datos generales de los mismos
2. Sistematización de las tareas de Inspección



Número de edificaciones en función de la acción constructiva requerida



Evaluación de las alternativas a nivel de indicadores, criterios y requerimientos

3. Evaluación del índice de condición de las estructuras
4. Priorización estratégica para la intervención
5. Estimación del coste de los trabajos de reparación
6. Optimización de la utilización de los presupuestos disponibles

En la herramienta para la obtención del índice de evaluación y priorización de estructuras degradadas y ayuda a la toma de decisión se ha desarrollado e implementado la metodología MIVES (metodología creada por TECNALIA conjuntamente con la Universidad del País Vasco, la Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad de La Coruña). MIVES es una metodología de toma de decisión multicriterio que evalúa cada una de las alternativas que pueden resolver un problema genérico definido, a través de un índice de valor.

- Tras explicar la metodología se verá dos casos prácticos:
- Metodología para la asignación del índice de condición en puentes
  - Priorización de edificios degradados en el Centro Histórico de La Habana

### 421. REHABILITACIÓN DEL PUENTE DEL MILENIO, OURENSE

#### MILLENNIUM BRIDGE (OURENSE) REHABILITATION

Sergio Couto Wörner. k2 Estudio de Ingeniería SL. ICCP. ICCP. scouto@k2ingenieria.es  
 Javier Lendoiro Santos. k2 Estudio de Ingeniería SL. ITOP. ITOP. jlendoiro@k2ingenieria.es  
 Jorge Cascales Fernández. k2 Estudio de Ingeniería SL. ICCP. ICCP. jcascales@k2ingenieria.es  
 Ricardo Rico Rubio. k2 Estudio de Ingeniería SL. ICCP. ICCP. rrico@k2ingenieria.es

Rehabilitación, reacción álcali-árido, pintura, estructura metálica, inyección de fisuras.

Rehabilitation, alkali silica reactivity, painting, steel structure, crack injection.

# HA SUMARIO

Volumen 68, Especial Congreso, Junio 2017

## VII Congreso Internacional de Estructuras Congreso de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE)

A Coruña, 20-22 de junio de 2017

Sección 1. Puentes y pasarelas . . . . .	1
Sección 2. Edificación . . . . .	123
Sección 3. Otros proyectos y realizaciones . . . . .	167
Sección 4. Gestión de estructuras . . . . .	188
Sección 5. Innovación y transferencia de tecnología . . . . .	207
Sección 6. Investigación y desarrollo . . . . .	220