

# *RESUMEN*

---

En la presente tesis doctoral se exponen los resultados obtenidos en el desarrollo inicial de un sistema multisensor, tipo lengua electrónica voltamétrica, para el control de la durabilidad de las estructuras de hormigón armado (EHA). Aunque los sistemas multisensores son ampliamente utilizados en diferentes ámbitos, como el del medio ambiente o de la industria alimentaria, su uso en las EHA es novedoso. Igualmente, resulta novedosa la utilización de sensores voltamétricos que, como se demuestra en esta tesis, son de gran eficacia en el análisis de parámetros relacionados con el deterioro del hormigón armado, mejorándose los modelos de durabilidad obtenidos a través de sensores potenciométricos. Todo ello, sin ser aumentada de manera inabordable la complejidad electrónica y computacional del sistema.

El prototipo de lengua electrónica diseñado es un sistema de sensores híbridos que consta de cuatro electrodos de trabajo (Au, Ag, Ni e INOX). Se dice que es híbrido porque se usan técnicas tanto voltamétricas (voltametría cíclica) como impedimétricas (espectroscopia de impedancia). Se han utilizado metales nobles (Au y Ag), metales no nobles (Ni) y aleaciones de alta durabilidad (acero inoxidable) con el fin de obtener un comportamiento electroquímico más variado.

En la fase previa al desarrollo del sistema se seleccionaron los metales a utilizar en los sensores que formarían parte del sistema multisensor. Para ello se realizó un número ingente de ensayos con distintos metales (Ir, Rh, Pt, Au, Ag, W, Ni y INOX), tanto en disolución (simulando las condiciones de disolución de poro del hormigón), como en hormigón, con el fin de ser seleccionados aquellos metales de cuya respuesta se pudiera extraer una mayor información.

Una vez finalizada la fase previa se estudió la respuesta aislada de cada uno de los metales seleccionados (Au, Ag, Ni e INOX), dividiéndose el estudio en 3 fases:

- Fase 1. Estudio en disolución: se analizaron los procesos que tienen lugar sobre la superficie del electrodo en disoluciones que simulaban distintas circunstancias que se pueden dar en el hormigón (variación de la disponibilidad de O<sub>2</sub>, variación del pH y presencia del anión cloro). Los resultados obtenidos se compararon con los encontrados en literatura.
- Fase 2. Estudios hechos con el sensor embebido en hormigones convencionales sin adiciones. Se embebieron sensores voltamétricos en hormigones convencionales de distinta relación agua/cemento. Seguidamente, se analizaron las probetas bajo distintas

circunstancias que tuvieran influencia en el desencadenamiento y cinética de los procesos de corrosión como son:

- Variaciones en la disponibilidad de  $O_2$  y  $H_2O$ .
- Carbonatación del hormigón.
- Presencia de  $Cl^-$ .
- Fase 3. Se desarrollaron modelos que permitieran identificar variaciones en parámetros relacionados con el deterioro del hormigón armado o estimar y predecir el parámetro de interés.

Terminado el estudio de la respuesta aislada de los cuatro sensores, se procedió a evaluar la respuesta cruzada de los sensores siguiendo los protocolos propios de las lenguas electrónicas.

Tras analizar y comparar las respuestas aisladas y cruzadas de los sensores, se propuso una rutina de trabajo que en un futuro ayude a optimizar los recursos, tanto operacionales como de fabricación, utilizados en el sistema.

Para finalizar, se hizo un estudio inicial para tratar de mejorar la autonomía del sistema, evaluando el efecto producido al simplificar la configuración de celda, reduciendo el número de electrodos de tres a dos.