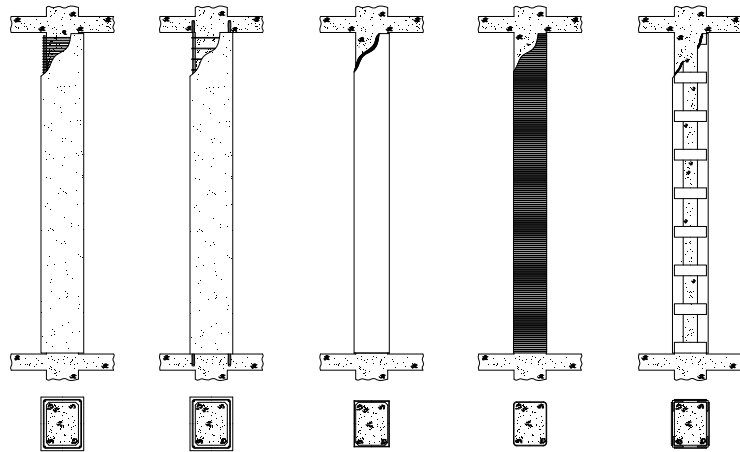


Comparación Técnico-Económica de diferentes Métodos de Rehabilitación de Pilares de Hormigón Armado

Ariel Espeche
Javier León González
Ernesto Navarrete de Cárcer



RESUMEN

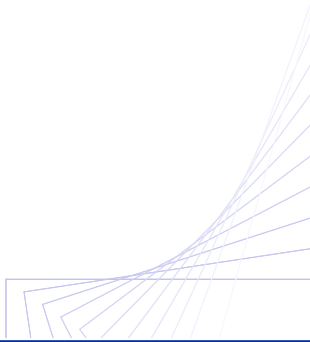
Poco a poco, las realizaciones de rehabilitación empiezan a cobrar protagonismo técnico y económico en España. En el proyecto de este tipo de actuaciones intervienen factores muy distintos de los habituales en el proyecto de obra nueva. Así, preocupa la escasa formación de los técnicos, la ausencia de normativa específica, la necesidad de contar con aplicadores bien entrenados y dispuestos a trabajar en unas condiciones muy diferentes de las de obra nueva.

Así como en proyectos de nueva planta están consolidados los criterios de actuación y acotados los ámbitos de validez técnica y económica de las diferentes soluciones constructivas, no sucede lo mismo con la intervención en estructuras existentes. En este trabajo se presenta la aplicación de un método de análisis multicriterio que permite jerarquizar estimativamente las bondades de distintos procedimientos de refuerzo de pilares de hormigón armado, lo que constituye un ejemplo de la aplicabilidad de dichas técnicas de análisis al caso de construcciones existentes. Se presentan unidades de obra y de precios aproximados de las distintas técnicas de intervención y ejemplos de escenarios de refuerzo basados en casos reales.

1 INTRODUCCIÓN

Toda vez que se decide acometer un refuerzo o reparación estructural de elementos que forman parte de una estructura de edificación u obra civil, el técnico encargado del proyecto se ve ante el dilema de tener que escoger una, de entre las diversas soluciones de rehabilitación que le ofrece la técnica actual. Cada

Comparación Técnico-Económica de diferentes Métodos de Rehabilitación de Pilares de Hormigón Armado



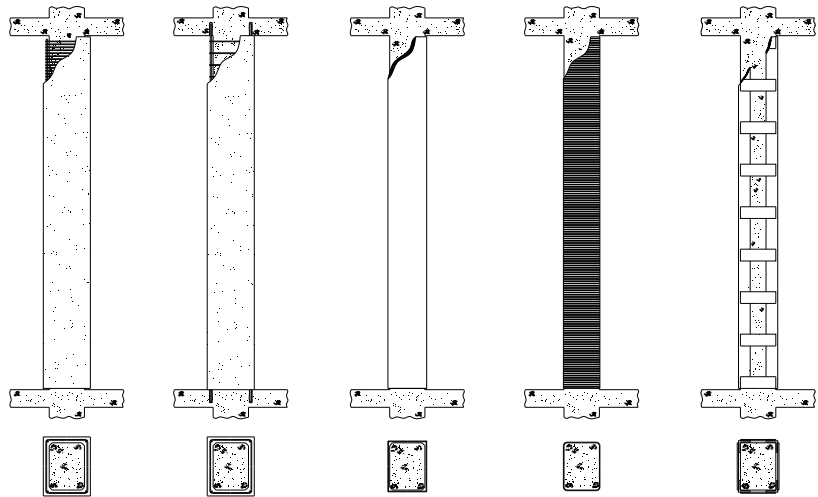
una de estas alternativas de refuerzo tiene asociada una serie de propiedades, con ventajas y desventajas, pero todas tienen en común el reto de atender satisfactoriamente una serie de requisitos (criterios). No es una tarea fácil elegir el método más adecuado, debido a la complejidad del sistema, manifestada por una parte en la multiplicidad de criterios (resistencia al fuego, durabilidad, rapidez de construcción, incremento de capacidad portante, etc.) y por la asimetría de las propiedades de los sistemas de intervención (por ejemplo, un sistema de alta fiabilidad estructural con pobre comportamiento frente al fuego y acciones medioambientales).

Como suele ser frecuente en la actividad del ingeniero, ante panoramas tan complejos suele ser necesario hacer un ejercicio de síntesis que permita hacer uso de herramientas sencillas e intuitivas para simplificar el problema. En ese sentido, los métodos de análisis multicriterio permiten comparar diferentes las alternativas ante múltiples exigencias.

2 LOS DATOS DEL PROBLEMA

Se parte de un determinado escenario como, por ejemplo, un edificio de viviendas del que se plantea un cambio de uso a edificio público, lo que comporta un incremento de las sobrecargas de uso. Ello exige analizar la capacidad actual de la estructura antigua. Tras la evaluación estructural se podría requerir el incremento de capacidad estructural de los pilares, lo que llevaría a considerar una serie de alternativas de refuerzo $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n$, (p.e. encamisado con presillas metálicas, recrecidos de hormigón armado con armaduras longitudinales pasantes, vendado con materiales compuestos de polímeros reforzados con fibras, encamisados diferenciados con micro-hormigón de altas prestaciones [1] y [2], etc.). En el estudio de dichas alternativas se deberían sopesar estas alternativas frente a unos determinados criterios $f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_k$, (tales como, resistencia al fuego, durabilidad, economía, fiabilidad de entrada en carga, tratamientos superficiales, conexión a la estructura existente, etc.). Alternativas a_i y criterios f_j son los datos del problema.

Comparación Técnico-Económica de diferentes Métodos de Rehabilitación de Pilares de Hormigón Armado



3 D

Fig. 1. Diferentes alternativas de refuerzo. De izquierda a derecha, encamisado de micro-hormigón diferenciado, recreado de hormigón tradicional, encamisado metálico inyectado, encamisado de materiales compuestos (FRP), empesillado metálico.

3 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

La experiencia en la práctica real de la ingeniería de refuerzo y reparación de estructuras pone de relieve que, en general, es imposible encontrar la “mejor solución”, sino que resulta inevitable finalmente enfrentarse a la necesidad de escoger una “solución de compromiso”.

Para dar con la mejor “solución de compromiso” de entre las diversas posibles, se puede utilizar un método de análisis multicriterio como PROMETHEE (Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations) [3]. Como antecedente de aplicación en ingeniería de rehabilitación, cabe citar que este método fue empleado en la evaluación de diferentes métodos de reparación de cubiertas (tipo matched roof) en Lituania por KARABLIKOV y USTINOVIĆ [4]. Esta aplicación tiene una clara similitud con la elección de un método de refuerzo, ya que los problemas a los que se enfrenta un evaluador (técnico, propiedad, consultor externo, etc.), a la hora de escoger el sistema de intervención más adecuado para una obra existente, suelen ser muy similares.

Comparación Técnico-Económica de
diferentes Métodos de Rehabilitación
de Pilares de Hormigón Armado



4 METODOLOGÍA EMPLEADA

Se estudian diferentes escenarios basados en estructuras reales que necesitaron ser reforzadas. Se establecen unidades de obra con precios aproximados, para cada una de las alternativas de refuerzo presentadas. Se construyen las matrices de alternativas y criterios y se realiza el cálculo de los grados preferentes entre las alternativas, flujos de estos indicadores y se obtiene el orden preferente de todas las alternativas estudiadas. Los cálculos se realizan con el programa computacional DECISION LAB [5].

5 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Espeche A., “Refuerzo de pilares con encamisado de hormigón armado solicitados a axil centrado”. Trabajo de Investigación Tutelado, UPM. ETSI de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 2007.
- [2] Espeche A, León J, Navarrete E, Velasco C. , “Aplicación del micro-HAC al refuerzo de pilares mediante encamisados”, *1st Spanish Congress on Self-Compacting Concrete, Valencia, 18-19 febrero, 2008*, pp. 739-748.
- [3] BRANS, A. “PREFERENCE RANKING ORGANIZATION METHOD - (THE PROMETHEE METHOD FOR MULTIPLE CRITERIA DECISION-MAKING)”, *Management science*, Vol 31, No. 6, 1985, 647.
- [4] Karablikov A, Ustinovic L., “Optimizing ways of repairing matched roofs”, *FCEE*, 2002;2:69-86.
- [5] Visual Decision Inc., Decision Lab 2000, Canada, 2000;1.01.0386.