

### **Estudio relativo a la construcción modular.**

Autor: José Luis Blanco Álvarez.

Tutores: Antonio Aguado de Cea y Luis Agulló Fité

Los sistemas modulares son procedimientos constructivos en los cuales la unidad estructural fundamental del mismo se repite de una manera regular a lo largo de todo el proyecto. Los módulos pueden ser elementos de distinta naturaleza y geometría pero, suelen ser elementos de geometría rectangular como placas, paneles y losas. Estos sistemas constructivos presentan diferencias significativas con los sistemas tradicionales, dedicando un mayor énfasis en las fases de planificación y proyecto, para alcanzar elevadas celeridades durante el proceso constructivo. Los sistemas han mostrado grandes posibilidades, como demuestra la experiencia previa en varios países. Sistemas modulares como el Tilt-Up ocupan una posición remarcable en el mercado estadounidense y los sistemas de prefabricados gozan de una posición dominante en los países del norte de Europa, llegando en zonas como Suecia a representar el 90% de las construcciones realizadas. Sin embargo, son una modalidad constructiva de escasa difusión y estudio en España. Este estudio pretende ser una referencia, dado el extensivo análisis a sistemas representativos de construcción modular desde aspectos sociales, económicos, constructivos y estructurales.

El presente trabajo se divide en cuatro partes fundamentales. Una primera en la que se efectúa un estado general del conocimiento de los sistemas de construcción modulares, efectuando una revisión histórica desde su aparición a principios del siglo pasado hasta la situación actual, analizando sus principales características generales, así como aspectos relativos a los materiales utilizados en la elaboración de los sistemas, los sistemas de producción, las tolerancias empleadas, tanto en producción como en el montaje, y los sistemas de uniones que juegan un papel primordial en estos sistemas constructivos.

En segundo lugar se efectúa un análisis de los sistemas de construcción modular en hormigón, considerando tres grandes modelos: el sistema Tilt-Up surgido y desarrollado completamente en Estados Unidos, los sistemas prefabricados con sus dos grandes vertientes, una la desarrollada en Estados Unidos, basada en aprovechar las características arquitectónicas de los mismo y otra la Europea a la busca de una mayor productividad. Dentro de la prefabricación Europea se analizan tanto los sistemas pesados, que decayeron a partir de la crisis del petróleo, como los ligeros que han llegado hasta nuestros días. Por último dentro de los Sistemas modulares de hormigón se analiza el más reciente de todos, el Sistema de construcción modular desmontable, desarrollado en Holanda, surgido ante las crecientes demandas de integración medioambiental de los sistemas constructivos .

Posteriormente, se recogen los sistemas de construcción modular mixta que, basándose en la capacidad de aprovechar al máximo las propiedades del acero y el hormigón, han conformado una seria alternativa a la construcción modular en hormigón. Dentro de esta tipología se encuentran el *Profiled Composite walls*, sistema experimental desarrollado en Inglaterra y el sistema Leiro, desarrollado íntegramente en Cataluña y que supone una excepción en la escasa oferta de sistemas modulares en España. El sistema tiene, como elemento fundamental, placas de hormigón armado confinados mediante un marco metálico compuesto por perfiles tanto laminados en caliente como secciones armadas en razón de la función estructural de las placas.

Finalmente, se profundiza en el análisis del sistema Leiro, desde un punto de vista estructural. Es este un sistema de caracterización compleja debido al elevado número de parámetros a tener en cuenta. Desde este estudio se han analizado diversas metodologías para su caracterización, y así poder proponer un método sencillo de cálculo para este sistema. Las posibles metodologías consideradas han sido el análisis como una estructura metálica, el análisis mediante elementos finitos, el análisis como estructura mixta y finalmente el análisis mediante bielas y tirantes. Una vez estudiadas todas las posibilidades se proponen dos métodos de cálculo, uno para los elementos verticales del sistema utilizando un sistema de bielas y tirantes y otro método para el cálculo de forjados horizontales mediante el método de Grashoff. Al mismo tiempo, se considera la posibilidad de un análisis posterior para una mayor profundización, proponiendo tres sistemas de ensayos para caracterizar de una manera precisa y estimar el error de los métodos propuestos.

