

## Capítulo 1 - Introducción

---

### 1.1. Sumario

La presente tesina es un estudio sobre los Forjados Mixtos de Chapa Colaborante, que quiere recopilar y analizar la información más relevante, profundizando en su análisis y construcción. Se exponen los diferentes componentes estructurales que contribuyen, de manera genérica, a un forjado mixto de chapa colaborante, describiendo los materiales empleados y sus propiedades. Se da la formulación necesaria para su cálculo y comprobación (básicamente la del Eurocódigo 4, aunque se incluyen otras referencias), y las principales directrices para su puesta en obra.

Aunque el objeto principal del presente trabajo sea el estudio de forjados mixtos de chapa nervada colaborante, es decir, la unidad estructural formada por una chapa metálica y hormigón, resulta inevitable, casi imposible, dejar de hablar de las vigas secundarias y principales, aunque no se entrará en el detalle de éstas últimas. Sí se hablará de aquellos aspectos que sean relevantes y que afecten directamente al forjado, objeto del presente estudio.

### 1.2. Antecedentes históricos

Dentro del mundo de la construcción, las técnicas y procesos constructivos van evolucionando de forma rápida alentados por la necesidad de optimizar los plazos y los presupuestos, mejorando también los aspectos técnicos del proyecto, ejecución y materiales. Los forjados mixtos son la consecuencia, a través de los años, de tal afirmación.

El acero corrugado, antecesor de la chapa de acero actual, fue patentado en 1829. La idea de dar forma al acero en delgadas láminas con ondulaciones que le aportan rigidez la tuvo Henry Robinson Palmer. No obstante, las losas mixtas no aparecieron hasta finales de la década de 1930 con bastantes limitaciones y pensando en la chapa nervada exclusivamente como encofrado perdido.

Es en 1950 cuando por primera vez en Sant Louis (EE.UU.) se patenta un sistema mixto chapa-hormigón que para conseguir la adherencia entre los dos elementos incorpora una serie de hilos de acero soldados transversalmente a la chapa. A partir de ese momento, determinados fabricantes ponen en el mercado chapas nervadas, es decir sin ningún tipo de embutición o indentaciones, por lo que generalmente necesitaban de mallas soldadas o elementos similares para lograr la acción mixta chapa-hormigón.

En 1.960, también en los Estados Unidos, aparece una chapa que ya introduce indentaciones hacia la cara en contacto con el hormigón, sirviendo eficazmente para absorber la tensión rasante que solicita la interfaz entre ambos materiales. Este sistema se introduce en Europa sobre el año 1969. En estos años los investigadores PORTER Y SCHUSTER trabajan decisivamente en el desarrollo de estos forjados y principalmente en todo lo relacionado con la capacidad de los mismos para hacer frente a la tensión rasante.

Sin embargo, ha sido en la década de 1980 cuando el forjado colaborante ha experimentado una expansión más importante. Entre 1980 y 1984 se acaban de elaborar documentos claves como son el de "Specifications for the Design and Construction of Composite Slabs" (American Society of Civil Engineers) y la Normativa británica BS-5950-82 que durante muchos años, incluso hasta nuestros días, sirven para el análisis de esta tipología de forjados.

Estos documentos conllevan básicamente por sí mismos, el efectuar un análisis en rotura para determinar la Capacidad resistente a Tensiones Rasantes, aspecto técnico básico y limitativo de estos forjados.

Desde finales de los años 80 y fundamentalmente en el primer quinquenio de los 90, utilizando reflexiones de determinados investigadores y directrices francesas recogidas en "Avis Techniques", al ser considerado un sistema no tradicional, se postula la necesidad de efectuar un análisis en servicio además del de rotura, proponiéndose métodos y valores recomendables relacionados con resultados de ensayos como limitativos de las acciones o cargas a considerar en el cálculo, llevándose las principales conclusiones al Eurocódigo 4 que se incorpora a España en el año 1994 como ENV1994. Esta pre-norma ha vivido ya su proceso de conversión a Norma Europea EN 1994.

De esta manera, las losas de acero y hormigón han llegado a ser actualmente una solución muy común en la construcción de edificios de varios pisos. Como muestra, cabe mencionar que hoy en día, aproximadamente un 40% de los nuevos edificios de varios pisos que se construyen en el Reino Unido utilizan losas mixtas.

De todos los estudios efectuados hasta el momento se deduce que habitualmente esta tipología de forjados precisa de ensayos de comportamiento previo, que permitan observar su idoneidad y aplicaciones. Hoy en día siguen llevándose a cabo estudios para definir, de manera general, las formas de las nervaduras y de las indentaciones, así como las disposiciones de estas últimas con objeto de llegar a luces más elevadas con cargas mayores. Así, de luces que no sobrepasaban los dos metros y medio en los años 80 para forjados normales de edificios de oficinas, estamos en este momento pudiendo utilizarlas de cinco metros y medio.

### 1.3. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo se pueden resumir en los siguientes:

- Mostrar el estado de conocimiento de los forjados mixtos de chapa colaborante.
  - Caracterización de los materiales y productos para los Forjados Mixtos.
  - Analizar el comportamiento resistente de este tipo de forjados.
  - Establecer las bases del diseño de los forjados mixtos.
  - Determinación de la formulación para el cálculo de los forjados mixtos de chapa colaborante frente a Estados Límite Últimos (ELU), Estados Límite de Servicio (ELS) y fuego.
  - Directrices básicas de la puesta en obra y construcción de este tipo de forjados.
- Mostrar las posibilidades y ventajas que brinda la utilización de un forjado mixto de chapa nervada frente a soluciones más tradicionales. Para ello, se ha elaborado un ejemplo ilustrativo de cálculo de forjados mixtos de chapa colaborante.
- Poner de relieve la falta de documentación, recomendaciones y normativas nacionales a día de hoy de esta tipología de forjado.

En resumen, se trata de dar una visión global de esta tipología constructiva mediante dos parámetros: la búsqueda y muestra del estado de conocimiento que poseemos sobre él y el resumen, en un solo documento, del análisis, proyecto y construcción de este tipo de forjado. De este modo, este trabajo podría constituir una guía práctica para la utilización de los forjados mixtos de chapa colaborante.