

Ampliación de Estructuras Metálicas

Metodologías activas en la formación de competencias

Arianna Guardiola Vllora, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, aguardio@mes.upv.es

Resumen— En este trabajo se expone la experiencia de innovación educativa llevada a cabo en la asignatura Ampliación de Estructuras Metálicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia con objeto de concienciar a los futuros arquitectos de que el diseño estructural no es independiente del proyecto arquitectónico, dándoles la formación que les permitirá diseñar y calcular las estructuras de acero de sus propuestas arquitectónicas.

Palabras Claves— Diseño y Cálculo de Estructuras de acero en Edificación.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de las asignaturas de cálculo de estructuras en el ámbito de la E.T.S. de Arquitectura de Valencia, es que los alumnos adquieran la formación suficiente en materias relativas al Diseño y Cálculo de Estructuras que les permita, finalizados todos los estudios, ejercer la profesión de Arquitecto.

De acuerdo con el plan de estudios vigente en la E.T.S. de Arquitectura de Valencia los futuros arquitectos deberán superar las asignaturas de Introducción a las Estructuras de Edificación y Estructuras II en segundo y tercer curso y Estructuras III en el séptimo cuatrimestre, de modo que, al finalizar éste, el alumno ha adquirido las destrezas necesarias para diseñar y calcular las estructuras de sus proyectos arquitectónicos.

Los alumnos que quieren profundizar en tema del diseño y cálculo de estructuras de edificación se matriculan en la asignatura Ampliación de Estructuras Metálicas, optativa del octavo semestre, cuyo principal objetivo es, que el alumno, tras cursar la asignatura, sea capaz de desarrollar el proyecto de una estructura de acero en su totalidad, desde la concepción y diseño de la misma, hasta la elaboración de la memoria de cálculo y la documentación gráfica necesaria para permitir su ejecución.

Con dicho objeto, los alumnos deben desarrollar el proyecto del tema propuesto por el profesor, ajustándose a los condicionantes establecidos. Los temas propuestos suelen ser construcciones de una sola planta, grandes luces y cargas moderadas que en la práctica profesional se resuelven habitualmente con estructura de acero (pabellones deportivos, piscinas cubiertas, salas de exposiciones...)

Al inicio de la asignatura, tras la propuesta del tema por parte del profesor, el alumno diseña el volumen de su edificio, decidiendo el aspecto exterior del mismo y definiendo los

materiales de cubrición a utilizar. Estas decisiones influyen directamente en la evaluación de las cargas que deberá considerar en el cálculo de la estructura: De la forma del edificio depende el valor de las presiones y succiones del viento, de su ubicación el valor de la sobrecarga de nieve, del peso de los materiales de cubrición el valor de las cargas permanentes, y de la utilización prevista para los distintos espacios, el valor de la sobrecarga de uso.

En esta fase inicial, fase de proyecto, el alumno elabora un diseño preliminar de su estructura, el cual será objeto de análisis, comprobación y aceptación, ó, en el peor de los casos, redimensionado.

Para llevar a cabo el análisis de la estructura prediseñada, el alumno debe modelizarla, lo cual implica definir su geometría, las conexiones entre las barras, las condiciones de enlace entre las mismas y las cargas a soportar.

En la evaluación de cargas el alumno utilizará la norma correspondiente: El DB-SE-EA del CTE. Documento que se puede consultar o descargar desde la web www.codigotecnico.org. Para evaluar el peso de los materiales utilizados, se consultarán los catálogos de los fabricantes *on-line*, incluyéndose en la memoria de cálculo, las características técnicas de los mismos.

Una vez definido el modelo, se le facilita al alumno una versión educacional del programa de cálculo de Estructuras *EFCiD* [1] para llevar a cabo el análisis de la estructura propuesta. En la Fig 1 se muestra un pórtico de dos vanos, con las correspondientes hipótesis de carga y combinaciones de hipótesis establecidas en la norma.

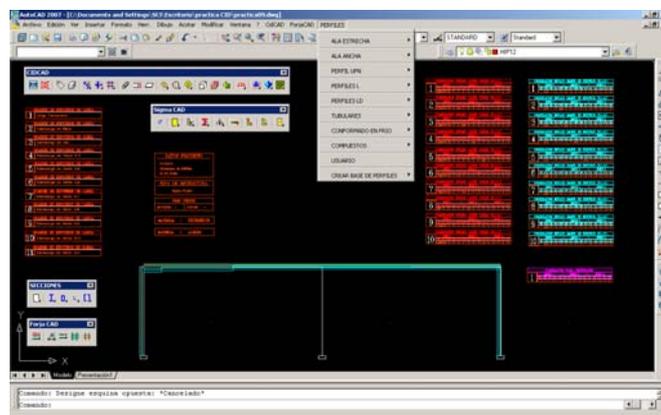


Fig 1. EFCiD: Modelo de cálculo

Calculado el modelo, se obtienen los esfuerzos en las barras [Fig. 2] y los movimientos de los nudos [Fig. 3]

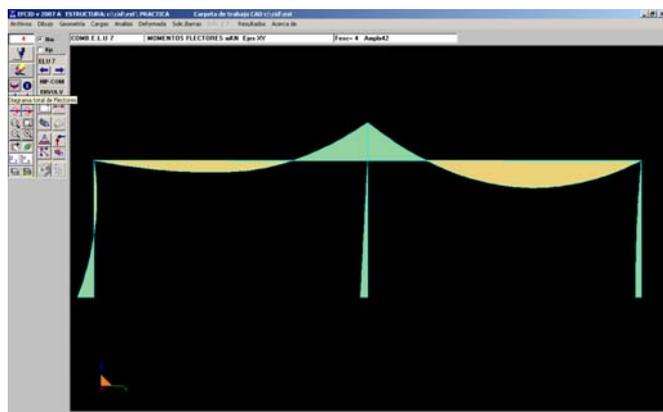


Fig 2. EFCiD: Diagramas de momentos flectores

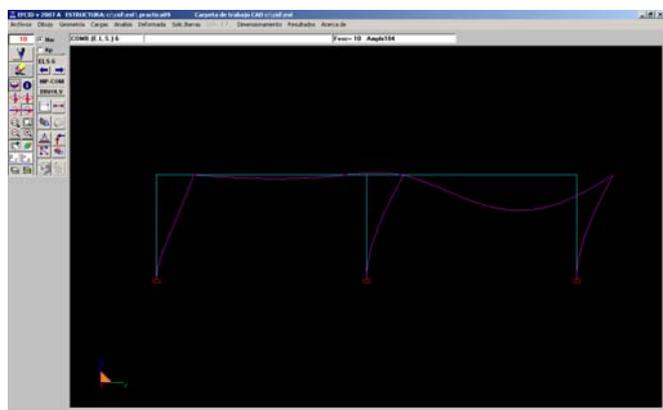


Fig 3. EFCiD: Deformada

Una vez obtenidas las solicitaciones y movimientos de la estructura propuesta, comienza la fase de comprobación, en la que el alumno verifica que el modelo propuesto cumple las condiciones establecidas por el Código Técnico. Una vez aceptado el dimensionado de la estructura propuesta, se diseñan y calculan las uniones entre las distintas barras y las placas de anclaje con la cimentación.

Las fases de comprobación y diseño se llevan a cabo siguiendo una serie de problemas tipo resueltos en el libro de *Problemas de Estructuras III adaptados al CTE* [2]

Finalmente se concluye el proyecto de la estructura con la redacción de la memoria de cálculo y la producción de toda la documentación gráfica necesaria para poder ejecutarla.

A lo largo de todo el proceso descrito, el alumno es tutelado y asesorado por los profesores de la asignatura.

Los resultados obtenidos en las últimas convocatorias han sido una serie de estructuras similares a los patrones de los problemas tipo utilizados como referencia, a pesar de que el

alumno tenía, compositivamente hablando, libertad total para elaborar su proyecto. Véase las Fig. 4 y Fig. 5

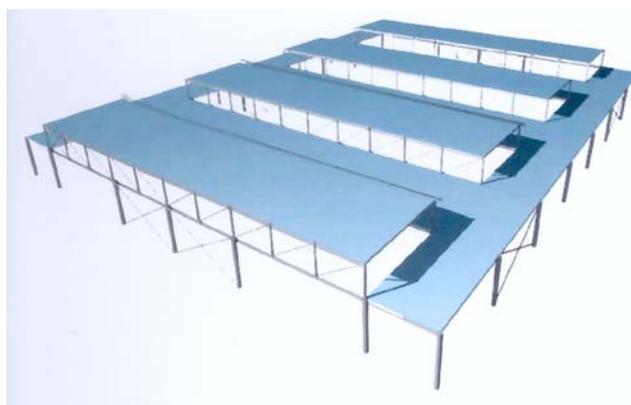


Fig. 4. Propuesta de Piscina Cubierta



Fig. 5. Propuesta de invernadero

Esta actitud excesivamente conservadora contrasta con las soluciones estructurales propuestas por los mismos alumnos en las asignaturas de proyectos.

Esta diferencia de resultados se debe, principalmente, a que en las asignaturas de proyectos la formalización de la estructura no forma parte del contenido a desarrollar, de modo que el alumno, que no tiene que modelizar, analizar y dimensionar la estructura se permite propuestas más arriesgadas, propuestas que, en algunas ocasiones son inviables.

II. INNOVACIÓN EDUCATIVA

Con objeto de concienciar a los futuros arquitectos de que el diseño estructural no es independiente del proyecto arquitectónico, y de que además de su función resistente, la estructura permite configurar los espacios, generar recorridos, permitir ventilaciones cruzadas, facilitar la iluminación, y sobre todo, proporcionar la imagen del edificio. se ha llevado a cabo, durante el curso 2008/09, en la asignatura de Ampliación de Estructuras Metálicas la siguiente experiencia de innovación educativa:

Con el consentimiento de los alumnos, se les inscribió en el concurso *Construye tu mejor proyecto industrial*, adoptando las bases del mismo como enunciado del trabajo de curso.

De este modo, el alumno debería diseñar un espacio industrial teniendo en cuenta criterios formales, constructivos, de eficiencia energética y sostenibilidad.

Se trataba de reproducir una situación lo más parecida posible a la práctica profesional, donde el cliente era la empresa de construcción industrial de ámbito nacional, patrocinadora del concurso.

El plazo para la presentación de propuestas al concurso finalizó a mediados de marzo. Se enviaron algunas de las propuestas desarrolladas por los alumnos, y se inició la segunda fase del trabajo: Modelización, análisis y dimensionado de las estructuras diseñadas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad arquitectónica de las propuestas desarrolladas por los alumnos que participaron en el concurso superó con creces los proyectos de los cursos anteriores, véase las Fig. 6, Fig. 7 y Fig 8.

Los alumnos se sintieron realmente motivados, descubrieron que el proceso de diseño implica tomar determinadas decisiones y asumir sus consecuencias, y consiguieron, asumiendo sus condiciones y prioridades, desarrollar el proyecto hasta las últimas fases.



Fig. 6. Propuesta de nave industrial

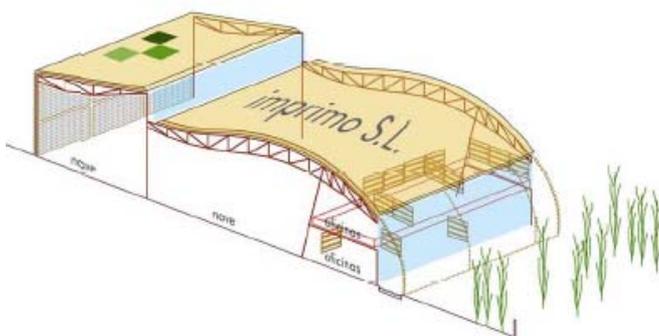


Fig. 7. Propuesta de nave industrial

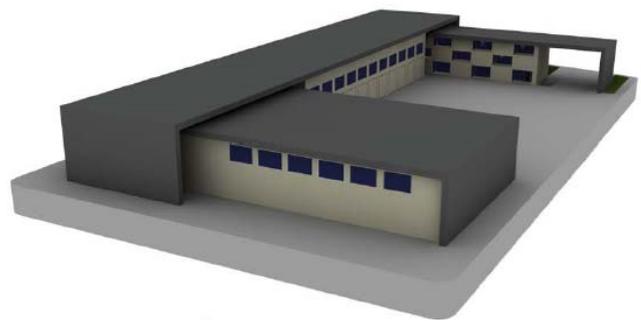


Fig. 8. Propuesta de nave industrial

Desde el inicio consideraron la estructura como parte indisoluble del proyecto arquitectónico. Finalizada la fase de diseño, la modelizaron, analizaron, dimensionaron y resolvieron los detalles constructivos, haciendo especial hincapié en el proceso de construcción.

IV. CONCLUSIONES

Acercar la futura vida profesional de los alumnos al aula los motivó bastante, no bastaba con presentar un proyecto, se trataba de presentar un proyecto suficientemente competitivo.

Los alumnos que se implicaron aprendieron a trabajar en equipo y a cumplir los plazos establecidos. Fue una toma de contacto con su futura vida profesional

Lamentablemente hubo una serie de alumnos que decidió no participar en el concurso, y terminaron desarrollando un proyecto sencillo que les permitiera aprobar la asignatura.

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren agradecer a los alumnos de la matriculados en la asignatura Ampliación de Estructuras Metálicas en el curso 08/09 su participación en la innovación educativa, y especialmente a Gala Nuñez Collado, Javier Esclapez Rizo, Gracia Belén Navarro Salvador, Elisa Sanz Pérís, y Marcos Serna Eslava, autores de los proyectos de las Fig.[6], Fig.[7] y Fig.[8].

REFERENCIAS

- [1] EFCiD versión 2007. Copyright Universidad Politécnica de Valencia. E.T.S.Arquitectura. A.Alonso Durá - A.Pérez García
- [2] Monfort Lleonart, J. Pardo Ros, J.L., Guardiola Vílora, Arianna. Editorial UPV. Ref. 2008.174