

**UF0311: Desarrollo de elementos estructurales
de proyectos de edificación**

Elaborado por: Rocio Ortega Mateos

Edición: 5.0

EDITORIAL ELEARNING S.L.

ISBN: 978-84-16424-90-0

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

Presentación

Identificación de la Unidad Formativa:

Bienvenido a la Unidad Formativa **UF0311: Desarrollo de elementos estructurales de proyectos de edificación**. Esta Unidad Formativa pertenece al **Módulo Formativo MF0639_3: Representaciones de construcción**, que forma parte del Certificado de Profesionalidad **EOCO0108: Representación de proyectos de edificación**, de la familia de **Edificación y obra civil**.

Presentación de los contenidos:

La finalidad de esta Unidad Formativa es enseñar al alumno a realizar la representación de detalles constructivos para definir los planos de ejecución, realizar la representación de las cimentaciones y estructuras para definir los planos correspondientes y transmitir al personal encargado de la obra las modificaciones introducidas en la documentación gráfica para facilitar la ejecución del proyecto.

Para ello, se analizará el diseño de sistemas constructivos de estructuras y sistemas auxiliares de obra, la representación de estructuras de edificios y la aplicación de innovaciones tecnológicas y organizativas en el desarrollo constructivo de proyectos de edificación.

Objetivos de la Unidad Formativa:

Al finalizar esta Unidad Formativa aprenderás a:

- Argumentar el cumplimiento de las exigencias constructivas de una edificación, valorando el diseño de un elemento o composición en función de las características de los materiales y/o de su disposición, y proponiendo alternativas.
- Representar las estructuras de un edificio, ubicándolas en su conjunto y desarrollando cada elemento en particular en detalles, aportando toda la información exigible para la comprensión del desarrollo de la estructura.

Índice

UD1. Diseño de sistemas constructivos de estructuras.....	9
1.1. Definición, componentes, tipos.....	11
1.2. Elementos diferenciadores	16
1.3. Repercusión de la elección de un sistema constructivo en el proyecto y en la obra	20
1.4. Procesos productivos	22
1.5. La maquinaria de construcción	24
1.6. Oficios de Edificación, tipos y características.....	38
1.7. Cimentaciones.....	40
1.7.1. Tipos y características, sistemas constructivos, unidades de obra y puntos singulares, bases de diseño y dimensionado	50
1.7.2. Unidades de obra.	103
1.7.3. Desarrollo de planos de cimentación.....	105
1.8. Estructuras.	111
1.8.1. De hormigón. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado	115
1.8.2. Metálicas. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado.....	121

1.8.3. Mixtas. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado	131
1.8.4. De madera. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado	133
1.8.5. Fábricas resistentes	140
1.8.6. Planos y detalles de estructuras. Tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado	141
1.8.7. Unidades de obra.	154
1.8.8. Desarrollo de planos de estructuras	157
UD2. Diseño de sistemas auxiliares de obra.....	165
2.1. Seguridad.....	167
2.1.1. Protecciones colectivas, tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares	185
2.1.2. Andamios, tipos y características, sistemas constructivos, puntos singulares	190
2.1.3. Señalización, señales normalizadas.....	197
2.1.4. Circulación de obra, recorridos	205
2.1.5. Instalaciones de seguridad. Tipos y características, componentes	207
2.1.6. Unidades de obra	213
2.1.7. Desarrollo de planos de seguridad.....	219
2.2. Acondicionamiento del terreno	221
2.2.1. Derribos, definición, unidades de obra	223
2.2.2. Movimientos de tierras, definición, unidades de obra y sistemas constructivos de vaciados, explanaciones, zanjas y pozos	229
2.2.3. Repercusión del acondicionamiento del terreno en el proceso de proyecto y de obra.....	243
2.2.4. Unidades de obra	247
2.2.5. Desarrollo de planos definidores del movimiento de tierra.....	249
UD3. Representación de estructuras de edificios.....	265
3.1. Grafismo y simbología	267
3.2. Información y escala	270

Índice

3.3. Elementos proporcionales y no proporcionales en la representación.....	271
3.4. Identificación de espacios	272
3.5. Identificación de soluciones constructivas	274
UD4. Aplicación de innovaciones tecnológicas y organizativas en el desarrollo constructivo de proyectos de identificación...	283
4.1. Normalización de sistemas constructivos	285
4.2. Canales informáticos de asesoría técnica.....	288
4.3. Bases de datos de detalles constructivos	289
Glosario	297
Soluciones	299
Anexo	301

Área: edificación y obra civil

UD1

Diseño de sistemas
constructivos de
estructuras

- 1.1. Definición, componentes, tipos.
- 1.2. Elementos diferenciadores
- 1.3. Repercusión de la elección de un sistema constructivo en el proyecto y en la obra.
- 1.4. Procesos productivos
- 1.5. La maquinaria de construcción
- 1.6. Oficios de Edificación, tipos y características
- 1.7. Cimentaciones
 - 1.7.1. Tipos y características, sistemas constructivos, unidades de obra y puntos singulares, bases de diseño y dimensionado
 - 1.7.2. Unidades de obra.
 - 1.7.3. Desarrollo de planos de cimentación.
- 1.8. Estructuras.
 - 1.8.1. De hormigón. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado
 - 1.8.2. Metálicas. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado
 - 1.8.3. Mixtas. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado
 - 1.8.4. De madera. Subdivisión tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado
 - 1.8.5. Fábricas resistentes
 - 1.8.6. Planos y detalles de estructuras. Tipos y características, sistemas constructivos, componentes, puntos singulares de las distintas subdivisiones, bases de diseño y dimensionado.
 - 1.8.7. Unidades de obra.
 - 1.8.8. Desarrollo de planos de estructuras

1.1. Definición, componentes, tipos



Un **sistema constructivo** es un conjunto de elementos y unidades de un edificio que constituyen o configuran una organización eficaz y funcional con una misión constructiva común.

La misión constructiva que nombrábamos en la definición, en el caso de esta unidad didáctica, referida a los elementos estructurales, es una misión de sustento o mantenimiento.

Los sistemas constructivos se constituyen a base de unidades, las cuales a su vez están constituidas por elementos, y éstos últimos, por materiales.



Los **elementos estructurales** son cada una de las piezas que pertenecen y dan forma a la estructura. Poseen un carácter unitario y que se presentan inalterables ante la acción de las cargas aplicadas.

Así pues, también podemos definir un sistema constructivo como el conjunto de elementos y unidades de un edificio, que dan lugar a una organización funcional, siempre y cuando sean ejecutados con una apropiada técnica.

Este concepto está estrechamente ligado a las técnicas constructivas, razón que le ha permitido evolucionar, avanzar e innovar, permitiendo el perfeccionamiento de los edificios. Esta evolución comenzó en el primer cuarto del siglo XX con el progresivo abandono de las estructuras murarias (cumplían simultáneamente la función de cerramiento) para pasar al uso continuado de las estructuras reticulares (pilares y vigas). Éstas aparecieron con la industrialización de los perfiles metálicos a finales del siglo XIX, pero realmente se implantaron con fuerza a partir de los años 40 con la llegada del hormigón armado. De aquí podemos deducir la existencia de dos tipos de sistemas constructivos:

1. **Sistemas de muros estructurales o de carga:** las cargas verticales son resistidas por muros de carga y las horizontales, por muros estructurales. Este sistema trabaja con el esfuerzo de compresión. Los muros portantes tienen que transmitir las cargas al terreno, éstos a su vez deben estar dotados de cimentación para que el muro no se clave en el terreno.
 - Cerámicos:
 - › De ladrillo.
 - › De bloques.
 - De hormigón:
 - › “In situ”.
 - › De bloques.
2. **Sistemas de pórticos (pilares y vigas).** Actualmente las estructuras se desarrollan por combinación de vigas y pilares, y rara es la vez en que un muro adquiere función estructural, siendo su función la de actuar como divisor del espacio.
 - De hormigón armado: se utilizarán para trabajar con luces inferiores a 6 m.
 - Metálicas: serán empleadas al trabajar con luces superiores a 6 m.
 - Mixtas: esta combinación de hormigón armado y perfiles metálicos atiende a necesidades particulares de carga.



Estructura porticada

Los sistemas constructivos requieren un diseño, para lo que deben tener en cuenta las exigencias funcionales de cada uno y las acciones que sufrirán. Como hemos comentado anteriormente, estos sistemas están constituidos por unidades, las unidades por elementos y los elementos por materiales.

Los elementos a los que nos referimos serán los distintos tipos de cimiento, los pilares, vigas, forjados y muros.

Los materiales también van a tener un papel fundamental en el diseño, pues habrá que tener en cuenta las posibilidades de los materiales que se vayan a emplear. Los principales materiales que se emplearán son:

- Sistemas modulares de encofrado para elementos verticales y horizontales.

- Encofrados de madera.

Se realiza en la misma obra con tablas de madera y madera contrachapada o aglomerado. Se componen de piezas macizas o laminadas de 12 a 35 mm de madera de pino, haya o abedul. Se enlazan con estanquillas o con

cola de milano múltiple, se aprisionan con herraje de acero galvanizado y se enmarcan con tubos de aluminio.

- Encofrados prefabricados reutilizables.

Son módulos fabricados por empresas especializadas y suelen ser metálicos. La ventaja respecto a los anteriores es su rápida instalación (clip o tornillo), así como que permiten un mayor número de usos.

- Encofrados reutilizados de plástico.

Se utilizan en estructuras de hormigón sencillas. Es un sistema adecuado para presupuestos de bajo coste de construcciones tipo como pueden ser los planes de vivienda modulares.

- Sistemas de encofrado perdido.

Se realizan in situ y quedarán formando parte de la estructura una vez que fragüe el hormigón.

- Encofrados de cartón.

Muy eficaces al tratarse el cartón de un material que conserva muy bien la humedad. Se trata de un sistema muy adecuado para columnas y pilares.

- Encofrados estructurales.

Actúan como ayuda del sistema estructural. Son tubos huecos de fibra reforzada, empleados en columnas y pilares, que además de darles forma, los protege de ataque ambientales.

- Hormigón: producto de la mezcla de un aglomerante, arena, agua y grava.

- Hormigón en masa.

Carece de armaduras.

- Hormigón armado.

Dispone de armadura de acero colocada en su alma aumentando la resistencia a compresión y aportando resistencia a flexión.

- Hormigón pretensado.

Hormigón en cuyo interior hay una armadura de varillas de acero sujetas a la tracción antes del fraguado del hormigón.

- Hormigón reforzado.

Se encuentra reforzado con fibras de vidrio y se proporciona en forma de bloques prefabricados que suelen emplearse en la ejecución de muros de carga.

- Armaduras.

- Armaduras pasivas.

- › Barras corrugadas: Son barras de acero rectas, con núcleo de sección circular y salientes, denominadas corrugas. Según el proceso de fabricación podemos encontrar barras obtenidas únicamente por laminación en caliente y barras a las que además se les estira en frío. En las primeras solamente se obtienen la resistencia requerida, mientras que en las segundas se amplía el límite elástico y la carga de rotura.
- › Mallas electrosoldadas: Mallas ortogonales de barras corrugadas con nudos electrosoldados.
- › Armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

- Armaduras activas: son las armaduras de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce la fuerza del pretensado.

- › Alambre: producto de sección maciza, procedente de un estirado en frío o trefilado de alambrón que normalmente se suministra en rollo.
- › Barra: producto de sección maciza, que se suministra solamente en forma de elementos rectilíneos.
- › Cordón de 2 ó 3 alambre: conjunto formado por dos o tres alambres de igual diámetro nominal d enrollados helicoidalmente, en el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común.
- › Cordón de 7 alambres: conjunto formado por seis alambres de igual diámetro nominal d, enrollados helicoidalmente, en el mismo sentido de torsión, alrededor de un alambre central recto cuyo diámetro estará comprendido entre 1,02 d y 1,05 d.

También serán necesarios una serie de materiales auxiliares:

- * Tableros aglomerados y contrachapados fenólicos.
- * Tableros de madera con canto metálico.

- * Tablas y tablones.
- * Cuñas.
- * Codales.
- * Brocas.
- * Electrodos.
- * Separadores para tableros de muros.
- * Escayola.
- * Silicona.
- * Fibra de vidrio.
- * Poliéster.
- * Perfiles metálicos.

1.2. Elementos diferenciadores

Los factores clave a tener en cuenta en la elección de un sistema estructural son:

Tipo de acciones a las que se someterá la estructura

Directas

Acciones permanentes

- Peso propio: carga debida al peso de los elementos estructurales del edificio, como pueden ser pilares, vigas, forjados,..etc
- Carga permanente: carga debida al peso de elementos constructivos fijos, como cerramientos o divisiones interiores.
- Pretensado
- Acciones del terreno: acción provocada por el empuje activo o pasivo del terreno sobre las partes del edificio en contacto con él. Se produce por el empuje de las tierras sobre los elementos constructivos del edificio que se encuentran en contacto con ellas.

Acciones variables

- Sobrecarga de uso: provocada por el peso que conlleva la utilización del edificio: personas, mobiliario, ...etc
- Acciones sobre barandillas y elementos divisorios.
- Acción del viento: acción provocada por las presiones o succiones que el viento origina sobre las superficies de un edificio. Es una acción no constante, al presentarse en ráfagas, y cuyo efecto depende tanto de su velocidad como de la forma del edificio afectado.
- Térmicas: acción producida por los cambios de temperatura y que provoca deformaciones en aquellos elementos que sufren la acción. Para evitar estos efectos en la estructura son de especial importancia las juntas de dilatación.
- Nieves: sobrecarga generada por el peso de la nieve acumulada sobre las cubiertas del edificio en las condiciones climáticas más desfavorables.



Sobrecarga es una carga cuya magnitud y posición pueden variar en el tiempo.

Acciones variables

- Acción sísmica: efectos producidos en la estructura a través de la cimentación y que son provocados por movimientos sísmicos. Son esfuerzos horizontales sobre la base del edificio.
- Incendio:
- Impacto
- Otras
- Magnitud de las cargas que soporta (peso propio, sobrecarga de uso de nieve,... etc.).
- Solicitaciones y esfuerzos: la solicitudación es el conjunto de acciones y reacciones que actúan en una cara de un elemento resistente. Las solicitudes provocan

en la estructura la aparición de esfuerzos, es decir, de tensiones. Los esfuerzos más importantes son:

- Normal o axil: tracción o compresión.
 - Cortante.
 - Momento torsor: torsión.
 - Momento flector: flexión.
- Características del edificio.
- Tipología edificatoria, es decir, si por ejemplo se trata de una vivienda unifamiliar adosada o de un edificio de viviendas.
 - Número de plantas.
 - Altura total.
 - Altura libre de las plantas.
 - Profundidad edificatoria.
 - Existencia de vuelos.
- Material de la estructura.
- Ladrillo.
 - Bloques.
 - Hormigón armado.
 - Metal.
 - Estructuras mixtas de hormigón y metal.
- Factores económicos.

A continuación comprobaremos cuál de los sistemas estructurales es más favorable o adecuado en función de esos factores enumerados anteriormente:

- Muros.

- › Ventajas:

- * Ofrece gran resistencia a los esfuerzos laterales, lo que hace que sea un sistema poco propenso al colapso.
- * Al tratarse de un sistema muy rígido, en el que casi no se producen desplazamientos laterales, los elementos no estructurales no sufren daños considerables.

- › Desventajas:

- * Se usa en edificaciones de poca altura (5 pisos), pues al aumentar la altura del edificio también aumenta el grosor de los muros, lo que provoca la pérdida de superficie útil.
- * Escasa resistencia a compresión.
- * En tensión condiciona el espesor de los muros.
- * Por tratarse de un sistema de gran rigidez, estará expuesto a grandes esfuerzos sísmicos.
- * Puede llegar a ser un sistema muy vulnerable si la configuración estructural no posee líneas de resistencia en las dos direcciones ortogonales.
- * La continuidad de los muros en toda su longitud provocará grandes limitaciones en la distribución de espacios internos de cada planta, siendo su uso principal el de viviendas u hoteles.
- * La estructuración es aceptable solo cuando el uso del edificio entraña la subdivisión del espacio en pequeñas áreas, como es el caso de las viviendas.

- Pórticos.

- › Ventajas:

- * Gran libertad en la distribución de los espacios internos del edificio.

- * Son estructuras muy flexibles que atraen pequeñas solicitudes sísmicas.
 - * Disipan grandes cantidades de energía gracias a la ductilidad que poseen los elementos y la gran hiperestaticidad del sistema.
- › Desventajas:
- * Presenta baja resistencia y rigidez a las cargas laterales.
 - * Su gran flexibilidad permite grandes desplazamientos, lo cual produce daños en los elementos no estructurales.
 - * Su alta flexibilidad da lugar a períodos fundamentales largos, lo cual no es recomendable en suelos blandos.

1.3. Repercusión de la elección de un sistema constructivo en el proyecto y en la obra

La gran implantación que existe en la actualidad de las estructuras de pórticos obedece a una serie de hechos:

- Representan un peso propio mucho menor para el edificio, siendo una de las acciones directas a las que se somete la estructura y, un dato primordial a la hora de realizar el cálculo de la estructura del edificio.

Además, las cargas transmitidas por la estructura afectan al cimiento, lo que determinará la superficie de éste y la profundidad a la que se deberá ejecutar. Esto afectará a las fases de:

- Proyecto: diseño y cálculo.
 - Edificación: el sistema de cimentación elegido y sus dimensiones determinarán la maquinaria a emplear, la mano de obra , el material necesario.
- Su ejecución es rápida, lo que repercutirá en dos aspectos clave del proceso edificatorio: plazo de ejecución y presupuesto final, es decir, tiempo y dinero.
 - Precisan mucho menos mano de obra, lo que también se traducirá en un menor coste.