

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

| Identificación y características de la asignatura |  |                   |  |
|---|--|-------------------|--|
| Código  | 401957   | Créditos ECTS     | 6  |
| Denominación (español)                            | <b>Diseño, modelado y cálculo de estructuras de edificación mediante BIM</b>   |                   |  |
| Denominación (inglés)                             | <b>Design, modelling and calculation of building structures by BIM</b>   |                   |  |
| Titulaciones                                      | Máster Universitario en Metodología para la Modelización de la Información de la Construcción (Building Information Modelling, BIM) en el Desarrollo Colaborativo de Proyectos |                   |  |
| Centro  | Escuela Politécnica  |                   |  |
| Semestre  | 1º   | Carácter          | Optativa   |
| Módulo  | Formación específica   |                   |  |
| Materia   | Metodología BIM en proyectos de edificación  |                   |  |
| Profesor/es                                       |  |                   |  |
| Nombre  | Despacho   | Correo-e          | Página web   |
| José-Carlos Salcedo Hernández                     | 30 (G.E.)<br>Pabellón AT<br>Pta. baja. izqda.  | jcsalcedo@unex.es | uexconstruccion.blogspot.com<br>uexgica.blogspot.com |
| Área de conocimiento                              | Construcciones Arquitectónicas   |                   |  |
| Departamento                                      | Construcción   |                   |  |
| Profesor coordinador                              | José-Carlos Salcedo Hernández  |                   |  |

| Competencias   |
|--|
| 1. COMPETENCIAS BÁSICAS: CB6, CB7, CB8, CB9 y CB10.  |
| 2. COMPETENCIAS GENERALES: CG1, CG2, CG3, CG4 y CG5  |
| 3. COMPETENCIAS TRANSVERSALES: CT1, CT2 y CT3.   |
| 4. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS: CE1 y CE9.  |
| Contenidos   |
| Breve descripción del contenido  |
| <p>El alumno adquirirá los conocimientos sobre la definición tipológica y encaje en el modelo arquitectónico BIM de la estructura del edificio y cómo implementar y modelar toda la información en BIM para obtener una base de datos paramétrica del modelo estructural: elementos, materiales y armados atendiendo a los criterios fijados en el plan de ejecución BIM (BEP) y el nivel de detalle (LOD) según el tipo de proyecto. Todo ello aplicado con una plataforma BIM desarrollando la parte correspondiente de un proyecto de forma colaborativa actuando sobre el mismo modelo varios alumnos al mismo tiempo. De forma más concreta los contenidos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño y modelado de elementos estructurales básicos y singulares desarrollados según el nivel de detalle (LOD) que establezca el plan de ejecución BIM (BEP).</li> <li>- Definición de los niveles de detalle e información (LOD/LOI) para los distintos elementos estructurales según el tipo de proyecto: básico, proyecto de construcción y proyecto para el mantenimiento.</li> </ul> |

- Modelado, creación, edición y gestión de familias paramétricas de elementos estructurales para diferentes niveles de información.
- Comprensión y diferenciación entre el modelo analítico y modelo físico. Modos de visualización del modelo analítico y estructural. Modelado de fases de ejecución y su gestión. Estandarización de la información del modelo estructural establecida en el BEP.

Herramientas para el análisis estructural externo a la plataforma BIM y su interoperabilidad con las plataformas BIM. Flujo de trabajo en la metodología BIM para la integración de la información del diseño estructural: colaboración e interoperabilidad entre diferentes perfiles profesionales del proyecto de estructuras y entre ellos y el diseño de arquitectura e instalaciones mediante vínculos o sub- proyectos.

Generación de detalles de armado según el nivel de detalle (LOD) requerido por el plan de ejecución BIM (BEP)

Gestión de la salida de resultados del modelo estructural en BIM: vistas, tablas y planos. Información gráfica y documental.

### **Temario de la asignatura**

#### **Denominación del tema 1: Diseño y modelado elementos estructurales básicos para transferencia desde BIM a software de cálculo de estructuras.**

Discretización de modelo BIM para su operatividad en programas de cálculo. Flujo de trabajo. Generación de modelo IFC para intercambio con programas de estructuras.

Descripción de las actividades prácticas del tema:

Diseño de una estructura de pisos de un edificio sencillo de hormigón armado. Modelado en REVIT y exportación a IFC.

#### **Denominación del tema 2: Gestión de familias de modelos de estructuras.**

Gestión de familias. Modelado y edición de elementos estructurales generados con familias. Modelado de estructuras a partir de familias.

Descripción de las actividades prácticas del tema:

Diseño de una estructura de cubierta de un edificio industrial fundamentalmente de acero, a partir de una familia compleja. Modelado en REVIT y exportación a IFC.

#### **Denominación del tema 3: Flujo bidireccional de trabajo modelado-cálculo. Trabajo colaborativo.**

Flujo de trabajo bidireccional programa de modelado BIM-programa de cálculo de estructuras. Definición del modelo analítico y el modelo físico. (vigas, pilares, forjados, cimentación).

Descripción de las actividades prácticas del tema:

1. Importación desde programa de estructuras de los ficheros IFC creados en las dos prácticas anteriores. Remodelización para permitir la lectura de ficheros, procurando resolver desajustes entre programas informáticos.
2. Diseño de la estructura de un edificio más complejo que englobe estructura de pisos (fundamentalmente de hormigón) y de cubierta (fundamentalmente de acero), incluso su importación desde programa de estructuras de los ficheros IFC.

#### **Denominación del tema 4: Análisis y cálculo de estructuras a partir de modelos BIM mediante programa de cálculo externo.**

Discretización del modelo estructural. Análisis de resultados. Definición de armados. Generación del modelo IFC. Obtención de planos. Directrices para la elaboración de memorias de estructuras. Visualización del modelo FC mediante visores externos.

Descripción de las actividades prácticas del tema:

Desarrollo completo del cálculo de la estructura de uno de los ejemplos (1, 2 ó 3) de los temas anteriores, utilizando programa de cálculo de estructuras, para la elaboración de toda la documentación de proyecto que es preceptiva en cumplimiento de la normativa española (CTE-DB-SE, CE/21...).

**Denominación del tema 5: Gestión de salida de resultados.**  
 Gestión de la salida de resultados del modelo estructural en BIM: vistas, tablas y planos. Información gráfica y documental.

Descripción de las actividades prácticas del tema:  
 Elaboración de documentación de proyecto; automatización de la generación. Aplicación al caso del edificio elegido en el tema anterior.

**Actividades formativas**

| Horas de trabajo del alumno por tema |            | Horas teóricas | Actividades prácticas |             |          |          | Actividad de seguimiento | No presencial |
|--------------------------------------|------------|----------------|-----------------------|-------------|----------|----------|--------------------------|---------------|
| Tema                                 | Total      | GG             | CH                    | L           | O        | S        | TP                       | EP            |
| Presentación                         | 2,5        | 2,5            |                       |             |          |          |                          |               |
| 1                                    | 29         | 1,5            |                       | 2,5         |          |          | 2,5                      | 22,5          |
| 2                                    | 29         | 1,5            |                       | 2,5         |          |          | 2,5                      | 22,5          |
| 3                                    | 29         | 1,5            |                       | 2,5         |          |          | 2,5                      | 22,5          |
| 4                                    | 29         | 1,5            |                       | 2,5         |          |          | 2,5                      | 22,5          |
| 5                                    | 29         | 1,5            |                       | 2,5         |          |          | 2,5                      | 22,5          |
| Evaluación                           | 2,5        | 2,5            |                       |             |          |          |                          |               |
| <b>TOTAL (horas)</b>                 | <b>150</b> | <b>12,5</b>    | <b>0</b>              | <b>12,5</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>12,5</b>              | <b>112,5</b>  |
| <b>TOTAL (ECTS)</b>                  | <b>15</b>  | <b>1,25</b>    | <b>0</b>              | <b>1,25</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1,25</b>              | <b>11,25</b>  |

*GG: Grupo Grande (85 estudiantes).  
 CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)  
 S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.*

**Metodología docente**

CLASE MAGISTRAL: Presentación de los contenidos fundamentales de las diferentes materias con la ayuda de pizarra, programas informáticos o plataforma virtual.

DESARROLLO DE SUPUESTOS PRÁCTICOS POR PARTE DEL PROFESOR: Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios. Resolución de problemas y prácticas en clase, en laboratorios científicos o informáticos.

DESARROLLO DE SUPUESTOS PRÁCTICOS DE FORMA AUTÓNOMA O EN EQUIPO: Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia en aula o a través de la plataforma virtual.

DESARROLLO DE SUPUESTOS PRÁCTICOS DE FORMA INTERACTIVA PROFESOR-ALUMNO: Tutorías programadas presenciales o virtuales para hacer seguimientos personalizados o en grupos del aprendizaje de los alumnos o para guiarles en sus lecturas, trabajos, realización de tareas y estudio personal.

ESTUDIO PERSONAL Y BÚSQUEDA DE BIBLIOGRAFÍA: Estudio y trabajo independiente del alumno para la preparación de tareas, trabajos y exámenes.

**Resultados de aprendizaje**

Diseñar, modelar y calcular estructuras de hormigón dentro de la metodología BIM, así como la interoperabilidad con herramientas externas de diseño de las mismas y el trabajo colaborativo de dicha disciplina en relación con el resto de las intervinientes.

**Sistemas de evaluación**

Para la evaluación de la asignatura se establecen 2 sistemas:  
 A.- Evaluación continua durante el período de docencia.  
 B.- Evaluación mediante prueba única final.

La elección del sistema de evaluación corresponde al estudiante. Durante el primer cuarto del período de impartición de la asignatura, el alumno elegirá el sistema de evaluación al que se acoge. Dicha elección deberá comunicarla al profesor por escrito. En todo caso se aplicará lo establecido en la normativa de evaluación.

### **A/ EVALUACIÓN CONTINUA DURANTE EL PERÍODO DE DOCENCIA**

Se evalúa la realización de prácticas en seminario (1) y un examen con dos partes, escrito de teoría (2) y oral de presentación por el estudiante de sus prácticas (3). Para obtener la nota de "aprobado" deberá obtener el 50% del total:

| 1. Prácticas en seminario | 2. Examen escrito (teoría) | 3. Examen oral (presentación de la práctica) | TOTAL |
|---------------------------|----------------------------|--|-------|
| 40%                       | 20%                        | 40%  | 100%  |

#### **1. Prácticas en seminario**

Entrega de las prácticas propuestas, a través del campus virtual. 40% de calificación final. Las prácticas se puntúan con la siguiente escala: No entrega / no alcanza lo esperado / alcanza lo esperado / supera lo esperado. En la valoración de las prácticas influye la asistencia a clases prácticas y la puntualidad en las entregas, con el criterio de puntuación del campus virtual. Las prácticas se proponen en seminario y se realiza en clase un modelo (por el profesor). Los estudiantes entregarán posteriormente un ejemplo de mayor complejidad que el explicado en clase considerando el % de no presencialidad de la asignatura. Se valorará también la evolución en el aprendizaje del estudiante.

#### **2. Examen escrito.**

Que vale el 20% de calificación final. La Teoría se evalúa con un test, presencial o a través del campus virtual, de diez preguntas, con cuatro respuestas (a, b, c, d) para cada una de las preguntas, debiendo señalar la más adecuada. Superan el test quienes respondan correctamente al menos al 60% de las preguntas. Ninguna resta.

#### **3. Examen oral (presentación de la práctica).**

Versará sobre la estructura de las últimas prácticas entregadas (temas 4 y 5). El estudiante realizará la presentación de su estructura, debiendo justificar el diseño estructural adoptado, el conocimiento del cálculo, el cumplimiento de la normativa que le es de aplicación y la obtención de la documentación preceptiva de proyecto (memoria y planos). La presentación será pública y el orden de exposición, por sorteo.

### **EVALUACIÓN EN EXÁMENES EXTRAORDINARIOS Y MEDIANTE PRUEBA ÚNICA FINAL**

En los exámenes extraordinarios (y también para los estudiantes que optaran por una "prueba única final") se propondrá en el examen un edificio con estructura de pisos y de cubierta, para que se realice su diseño y cálculo estructural, debiendo elaborar la documentación señalada en el apartado anterior "3-examen oral" y realizando acto seguido su presentación.

No se guardan notas entre distintas convocatorias.

#### **CRITERIOS DE CORRECCIÓN.**

En desarrollo de las directrices del plan, y tal y como reza el nombre de esta asignatura ("Diseño, modelado y cálculo de estructuras de edificación mediante BIM"), se trata de utilizar herramientas informáticas "para el diseño, modelado y cálculo", pero no se entiende "modelar" fuera del papel estructural (que es normativo de obligado cumplimiento).

Criterio normativo: Para obtener la nota de "aprobado", las soluciones de prácticas y exámenes deben cumplir los requerimientos de estabilidad, equilibrio, resistencia y rigidez que establece la normativa de cálculo de estructuras en cada caso, que los estudiantes conocen y están obligados a cumplir por su titulación y por la publicación oficial de las normas.

Criterio de corrección documental: Para obtener la nota de "aprobado", las soluciones de prácticas y exámenes deben servir para su objeto (la ejecución material de la obra y la justificación normativa). Para superar el examen es necesario una correcta expresión gráfica en los modelos y planos y una correcta expresión escrita en español/castellano acorde con el nivel universitario, sin faltas de ortografía ni errores gramaticales.

Dentro de la corrección, la nota dependerá del rigor del proceso de diseño y cálculo, de la interoperatividad y manejo de programas, de la claridad en la exposición y de la consideración de aspectos de toda índole que inciden en el diseño y en el cálculo estructural.

Con la excepción del examen escrito (test) de teoría, los alumnos podrán utilizar e incluso presentarse al examen con todos los medios que consideren necesarios (apuntes, normas, prontuarios, libros de texto, ordenador, software, calculadora, etc). En examen, los alumnos no podrán comunicarse entre sí (o con el exterior) por medios orales o escritos.

## Bibliografía (básica y complementaria)

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA NORMATIVA

CE/2021. Código Estructural. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. BOE. nº 190, del 10 de agosto de 2021.

CTE. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda. Servicio de Publicaciones. Madrid, 2006. Con las correcciones de errores publicadas en B.O.E.

### BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

BIM in Small Practices. Illustrated Case Studies Investing in BIM: A guide for architects

BIM and Construction Management. Proven tools, methods, and workflows Building Information Modeling. BIM in current and future Practice

B.I.M. con REVIT 2019: Arquitectura e Ingeniería

D5. Diseño de las estructuras. Guías Building Smart Spain.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA DE REPASO

CALAVERA RUIZ, José. (1985): *Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón Armado para Edificios*. INTEMAC. Madrid.

CALAVERA RUIZ, José. (1987): *Cálculo de Estructuras de Cimentación*. INTEMAC. Madrid.

DAV-SE (2006): Aplicación del CTE a edificios de uso residencial vivienda. Seguridad estructural y acciones en la edificación. AROCA HERNÁNDEZ-ROS (coord.). CSCAE. Madrid.

DAV-SE-C (2007): Aplicación del CTE a edificios de uso residencial vivienda. Seguridad estructural: Cimientos. AROCA HERNÁNDEZ-ROS (coord.). CSCAE. Madrid.

DE MIGUEL RODRÍGUEZ, José Luis. (1999): "Norma EHE en Arquitectura. Epítome de la Instrucción de Hormigón Estructural I y II". *Cuadernos del Instituto Juan de Herrera*. ETSAM. Madrid.

DE MIGUEL RODRÍGUEZ, José Luis. (2001): "Cimientos. Zapatas I". *Cuadernos del Instituto Juan de Herrera*. ETSAM. Madrid.

Eurocódigo 0: *Bases de Diseño Estructural* (EN 1990). Comité Europeo de Normalización (CEN).

Eurocódigo 1: *Acciones sobre las Estructuras* (EN 1991). Comité Europeo de Normalización (CEN).

Eurocódigo 2: *Diseño de Estructuras de Hormigón* (EN 1992). Comité E. de Normalización (CEN).

Eurocódigo 3: *Diseño de Estructuras de Acero* (EN 1993). Comité E. de Normalización (CEN).

- Eurocódigo 5: *Diseño de Estructuras de Madera* (EN 1995). Comité E. de Normalización (CEN).
- Eurocódigo 6: *Diseño de Estructuras de Fábrica* (EN 1996). Comité E. de Normalización (CEN).
- Eurocódigo 7: *Diseño Geotécnico* (EN 1997). Comité Europeo de Normalización (CEN).
- Eurocódigo 8: *Diseño Sísmico de Estructuras* (EN 1998). Comité Europeo de Normalización (CEN).
- JIMENEZ MONTOYA, Pedro *et al.* (1987): *Hormigón Armado*. Gustavo Gili. Barcelona, 1987 (13ª Edic.). El tomo 2 es accesible en Internet en "Montoya esencial".
- JIMÉNEZ SALAS, J.A. (1975): *Geotecnia y Cimientos, tomo I. Propiedades de los suelos y de las rocas*. Ed. Rueda. Madrid.
- JIMÉNEZ, J.A.; DE JUSTO, J.L. *et al.* (1976): *Geotecnia y Cimientos, tomo II. Mecánica del suelo y de las rocas*. Ed. Rueda. Madrid, 1976.
- RUI-WAMBA, Javier (2020): *Teoría Unificada de Estructuras y Cimientos. Una mirada transversal*. Ed. Reverté. Barcelona.
- SALCEDO HERNÁNDEZ, José-Carlos (2023): Prontuario para el cálculo de estructuras de edificación. Compendio de esquemas, formularios y tablas de acuerdo con el CTE y con el Código Estructural. Escuela Politécnica UEX (CC-120-2012 y otros, <http://www.uexconstruccion.blogspot.com>).
- TORROJA MIRET, Eduardo. (1991): *Razón y Ser de los tipos estructurales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

#### OTROS RECURSOS.

*Página web de la asignatura: [uexconstruccion.blogspot.com](http://uexconstruccion.blogspot.com)*

*[uexgica.blogspot.com](http://uexgica.blogspot.com)*

*Canal libre de vídeos (Youtube) al que se accede a través de la página web de la asignatura.*

*Campus virtual de la UEX.*

*Prontuario de Estructuras de Edificación (edición de la asignatura).*

*Guión BIM-Cype (edición de la asignatura).*