



Guía docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Diseño óptimo de estructuras	Código	632514025	
Titulación	Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos			
Descritores				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Máster Oficial	2º cuatrimestre	Primero	Optativa	4.5
Idioma	Castellano			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívís e Aeronáuticas			
Coordinador/a	Díaz García, Jacobo Manuel	Correo electrónico	jacobodiaz@udc.es	
Profesorado	Baldomir García, Aitor	Correo electrónico	aitor.baldomir@udc.es	
	Díaz García, Jacobo Manuel		jacobodiaz@udc.es	
Web	campusvirtual.udc.gal			
Descripción general	La asignatura introduce al estudiante en el campo de la optimización estructural. Los objetivos generales son: definir el planteamiento del problema del diseño óptimo de estructuras; enseñar los métodos de optimización lineal y no lineal más habituales; describir el concepto de análisis de sensibilidad y los métodos para obtenerlos; mostrar aplicaciones de diseño óptimo en diversas tipologías estructurales e informar de las prestaciones de los programas de computador de diseño óptimo existentes actualmente.			

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A1	Capacitación científico-técnica y metodológica para la asesoría, el análisis, el diseño, el cálculo, el proyecto, la planificación, la dirección, la gestión, la construcción, el mantenimiento, la conservación y la explotación en los campos relacionados con la Ingeniería Civil: edificación, energía, estructuras, geotecnia, hidráulica, hidrología, ingeniería cartográfica, ingeniería marítima y costera, ingeniería sanitaria, materiales de construcción, medio ambiente, ordenación del territorio, transportes y urbanismo, entre otros
A2	Capacidad para comprender los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública
A3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
A4	Conocimiento de la historia de la Ingeniería Civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y la construcción en general
A5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la Ingeniería Civil
A6	Aplicación de las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la Ingeniería Civil
A8	Utilización de los ordenadores para la resolución de problemas complejos de ingeniería. Utilización de métodos y modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos y de inteligencia artificial en el contexto de sus aplicaciones en la resolución de problemas del ámbito estricto de la Ingeniería Civil
A9	Capacidad para resolver numéricamente los problemas matemáticos más frecuentes en la ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos numéricos avanzados de cálculo, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos en el contexto de la ingeniería civil, la mecánica computacional y/o la ingeniería matemática, entre otros



A11	Capacidad para documentarse, obtener información y aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimientos de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan, incluyendo la caracterización microestructural. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar los métodos, procedimientos y equipos que permiten la caracterización mecánica de los materiales, tanto experimentales como analíticos. Conocimiento teórico y práctico avanzados de las propiedades de los materiales de construcción más utilizados en ingeniería civil. Capacidad para la aplicación de nuevos materiales a problemas constructivos.
A17	Capacidad para analizar y comprender como las características de las estructuras influyen en su comportamiento, así como conocer las tipologías más usuales en la Ingeniería Civil. Capacidad para utilizar métodos tradicionales y numéricos de cálculo y diseño de todo tipo de estructuras de diferentes materiales, sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados. Conocimiento de las diferentes tipologías de puentes metálicos, de hormigón y mixtos, su comportamiento estructural, los métodos de cálculo y los procedimientos constructivos empleados.
A18	Conocimiento teórico y práctico para el análisis no lineal y dinámico estructural, con especial hincapié en el análisis sísmico, mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo dinámico de estructuras por ordenador, a partir del conocimiento y comprensión de las cargas dinámicas más habituales y su aplicación a las tipologías estructurales de la Ingeniería Civil.
A19	Capacidad para definir el planteamiento del problema de diseño óptimo de estructuras, mediante la aplicación de los métodos de optimización lineal y no lineal más habituales en diversas tipologías estructurales, incluyendo conceptos de análisis de sensibilidad.
A20	Conocimiento de los esquemas estructurales más utilizados en Ingeniería Civil, y capacidad para analizar los antecedentes históricos y su evolución a lo largo del tiempo. Comprensión de las interacciones entre las tipologías estructurales, los materiales de construcción existentes en cada etapa histórica y los medios de cálculo utilizados.
A52	Conocimiento y comprensión de los diferentes estilos artísticos, en relación con el contexto histórico, económico y social de su época desarrollando la capacidad para apreciar e incluir condicionantes estéticos en la obra civil.
B1	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B2	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
B3	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
B4	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
B5	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B6	Resolver problemas de forma efectiva
B7	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo
B8	Trabajar de forma autónoma con iniciativa
B9	Trabajar de forma colaborativa
B11	Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo
B12	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma
B16	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con que deben enfrentarse
B18	Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
C1	Reciclaje continuo de conocimientos en una perspectiva generalista en el ámbito global de actuación de la ingeniería civil.
C2	Comprender la importancia de la innovación en la profesión.
C5	Comprensión de la necesidad de actuar de forma enriquecedora sobre el medio ambiente contribuyendo al desarrollo sostenible.
C8	Facilidad para la integración en equipos multidisciplinares.
C9	Capacidad para organizar y planificar.
C12	Capacidad de análisis, síntesis y estructuración de la información y de las ideas
C13	Claridad en la formulación de hipótesis
C14	Capacidad de abstracción
C15	Capacidad de trabajo personal, organizado y planificado



C16	Capacidad de autoaprendizaje mediante la inquietud por buscar y adquirir nuevos conocimientos, potenciando el uso de las nuevas tecnologías de la información
C17	Capacidad para enfrentarse a situaciones nuevas
C18	Habilidades comunicativas y claridad en la exposición oral y escrita
C21	Capacidad de realizar pruebas, ensayos y experimentos, analizando, sintetizando e interpretando los resultados

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias del título		
Capacidad para definir el planteamiento del problema de diseño óptimo de estructuras, mediante la aplicación de los métodos de optimización lineal y no lineal más habituales en diversas tipologías estructurales, incluyendo conceptos de análisis de sensibilidad e implementación en programas de ordenador.	AM1	BM1	CM1
	AM2	BM2	CM2
	AM3	BM3	CM5
	AM4	BM4	CM8
	AM5	BM5	CM9
	AM6	BM6	CM12
	AM8	BM7	CM13
	AM9	BM8	CM14
	AM11	BM9	CM15
	AM17	BM11	CM16
	AM18	BM12	CM17
	AM19	BM16	CM18
	AM20	BM18	CM21
	AM52		

Contenidos	
Tema	Subtema
Planteamiento del diseño óptimo	El diseño en la ingeniería. Métodos convencionales. Conceptos asociados al diseño: Factores fijos y variables. Condiciones. Calidad del diseño. Formulación del diseño óptimo: Variables de diseño. Restricciones. Funciones objetivo. Evolución histórica del diseño óptimo. Aplicación de las condiciones de Kuhn-Tucker. Optimización de elementos simples.
Métodos de programación lineal	Método simplex: Formulación primal. Formulación dual. Aplicación a la optimización de estructuras de nudos rígidos en régimen plástico. Optimización de vigas de hormigón pretensado.
Optimización incondicionada	Extremos de funciones de una variable. Mínimos de funciones de n variables. Métodos de orden cero: Direcciones conjugadas. Métodos de gradiente. Métodos de Newton.
Optimización condicionada	Métodos de función penalty. Método de las direcciones eficientes. Métodos basados en aproximaciones: Secuencias de problemas lineales; secuencias de problemas cuadráticos.



Análisis de sensibilidad	<p>Concepto del análisis de sensibilidad: Orden y tipos.</p> <p>Métodos directos.</p> <p>Métodos basados en la variable adjunta.</p> <p>Análisis de sensibilidad de tensiones.</p> <p>Análisis de sensibilidad de movimientos.</p> <p>Aplicación a estructuras de nudos articulados.</p> <p>Aplicación a estructuras de nudos rígidos.</p>
Códigos de optimización y aplicaciones estructurales	Aplicaciones estructurales del diseño óptimo de estructuras. Descripción del código de optimización MSC/Nastran.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Prácticas a través de TIC	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	10	7.5	17.5
Sesión magistral	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A8 A9 A11 A17 A18 A19 A20 A52 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B16 B18 C1 C2 C5 C8 C9 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	15	30	45
Trabajos tutelados	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	0	15	15
Prueba objetiva	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	2	0	2
Solución de problemas	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	15	15	30



Atención personalizada		3	0	3
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Prácticas a través de TIC	Los estudiantes resuelven problemas de optimización estructural en el Laboratorio de Cálculo de Estructuras con ayuda de códigos informáticos.
Sesión magistral	El profesor desarrolla los conceptos teóricos de cada uno de los temas de la asignatura mediante lecciones magistrales apoyadas por documentación complementaria
Trabajos tutelados	Los estudiantes entregan un trabajo, propuesto por el profesor, en el que aplican y demuestran los conocimientos sobre códigos informáticos de optimización estructural.
Prueba objetiva	Examen escrito en el que los estudiantes deben demostrar que han adquirido correctamente los conocimientos de la asignatura. El examen consiste en cuestiones teóricas y prácticas sobre el temario de la asignatura.
Solución de problemas	Se imparten sesiones en las que se proponen problemas prácticos que desarrollan los conceptos teóricos de cada tema y que son resueltos por el profesor. Los estudiantes deben entregar las soluciones de los ejercicios adicionales propuestos por el profesor.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas a través de TIC	Los estudiantes reciben atención personalizada para resolver las cuestiones expuestas en la realización de las prácticas en el Laboratorio de Cálculo de Estructuras.

Evaluación			
Metodologías	Competencias	Descripción	Calificación
Trabajos tutelados	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	Los estudiantes entregan un trabajo de curso, propuesto por el profesor, en el que aplican y demuestran los conocimientos sobre códigos informáticos de optimización estructural. La entrega de este trabajo es indispensable para superar la asignatura, tanto mediante evaluación continua como mediante prueba objetiva.	50
Solución de problemas	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	Los estudiantes deben entregar las soluciones de los ejercicios propuestos por los profesores para superar la evaluación continua.	50
Prueba objetiva	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	Examen escrito en el que los estudiantes deben demostrar que han adquirido correctamente los conocimientos de la asignatura. El examen consiste en cuestiones teóricas y prácticas sobre el temario de la asignatura. Los estudiantes que superen la evaluación continua no deben realizarlo.	100

<b>Observaciones evaluación</b>
---------------------------------



La asignatura puede ser superada de dos modos: mediante evaluación continua o mediante prueba objetiva.

**Evaluación continua** Los estudiantes que opten por la evaluación continua deben asistir regularmente a clase y entregar la solución de los problemas prácticos y el trabajo de curso en los plazos fijados por los profesores. La calificación final será la media ponderada al 50% con la calificación de los ejercicios propuestos y con la calificación del trabajo de curso.

**Prueba objetiva** Los estudiantes que no superen la evaluación continua, deberán realizar una prueba objetiva y además entregar el trabajo de curso antes de la fecha oficial establecida para la realización de la prueba objetiva. La calificación final será la media ponderada al 80% con la calificación de la prueba objetiva y al 20% con la calificación del trabajo de curso.

## Fuentes de información

<b>Básica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hernández Ibáñez, S. (1990). Métodos de diseño óptimo de estructuras. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</li><li>- Hernández Ibáñez, S. y Fontán Pérez, A. (2002). Aplicaciones industriales del diseño óptimo. ETSICCP. Universidade da Coruña</li><li>- Arora, J. S. (2011). Introduction to optimum design. Oxford: Academic Press</li><li>- Belegundu, A. y Chandrupatla, T. R. (2011). Optimization concepts and applications in engineering. New York: Cambridge University Press</li><li>- Vanderplaats, G. N. (2007). Multidiscipline design optimization. Monterey: Vanderplaats Research &amp; Development</li><li>- Haftka, R. T. y Gürdal, Z. (1991). Elements of structural optimization. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers</li></ul>
<b>Complementaria</b>	

## Recomendaciones

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

**Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

**Asignaturas que continúan el temario**

**Otros comentarios**

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías