



ugr

Universidad
de **Granada**

PLAN DE ESTUDIOS DE LA TITULACIÓN

MÁSTER OFICIAL DE ESTRUCTURAS

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Curso: 2014-15

EL COORDINADOR DEL MÁSTER

Fdo. Rafael Gallego Sevilla

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**MECÁNICA COMPUTACIONAL I: ELEMENTOS FINITOS**

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
FUNDAMENTOS COMPUTACIONALES	Mecánica Computacional I: Elementos Finitos	1º	1º	3,6	Obligatoria
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos previos sobre Mecánica de los Medios Continuos y Análisis de Estructuras					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
En este curso se pretende profundizar el Método y analizar su aplicabilidad a elementos estructurales complejos, así como profundizar en aspectos teóricos y aplicados de índole avanzada.					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<u>Competencias generales</u> <ul style="list-style-type: none"> • CB1 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. • CB2 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. • CB3 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. • CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <u>Competencias específicas</u> <ul style="list-style-type: none"> • CE1 Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras, • CE2 Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales • CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos • CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos 					
OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)					



El alumno sabrá/comprenderá:

- Los conceptos básicos del método de los elementos finitos para su aplicación al cálculo estático lineal de estructuras abarcando:
- Concepto de discretización geométrica y matemática
- Elementos finitos para barras a tracción y flexión
- Integración numérica, reducida y selectiva para la mejora de elementos
- Elementos finitos para placas delgadas y gruesas
- Elementos finitos para elasticidad lineal

El alumno será capaz de:

- Resolver manualmente problemas de cálculo de matrices de rigidez elementales
- Resolver manualmente problemas de cálculo completos con pocos elementos
- Resolver problemas complejos con un software profesional o académico

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- Introducción al Método de los Elementos Finitos
 - Introducción: formulaciones integrales y métodos variacionales
 - El MEF para problemas de barras
 - Integración numérica e implementación informática
 - Análisis de error
- El MEF para problemas de flexión: barras
 - Vigas de Euler-Bernoulli.
 - Vigas de Timoshenko
 - Problemática de las vigas Timoshenko. Tipología.
- El MEF para problemas de flexión: placas y láminas
 - Placas delgadas. Teoría de Kirchhoff. Problemática
 - Placas gruesas. Teoría de Reissner-Mindlin.
 - Problemática y tipología de elementos.
 - La lámina como composición de elementos planos.
 - Elementos de lámina gruesa. Tipología.
 - Introducción a los elementos de lámina como sólido degenerado.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

- OÑATE, E., Calculo de Estructuras mediante el Método de los Elementos Finitos
- Reddy, J.N. An Introduction to de Finite Element Method, McGraw-Hill, 1993
- SMITH, I.M.; GRIFFITHS, D.V., Programming the Finite Eelement Method, Wiley, 1997
- MACKIE, R.I, Object-Oriented Methods and Finte Element Analysis, Saxe-Coburg Pub, 2001
- Cook R. D., Malkus D. S., Plesha M. E. y Witt R. J., Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 4ª Ed., John Wiley & Sons, Inc. (2001)



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

- Hughes, T. J. R., Finite Element Method - Linear Static & Dynamic Finite Element Analysis, Dover Publ. (1987, reeditado en el 2000)
- Zienkiewicz O. C. y Taylor R. L., The Finite Element Method. Vol. 1: The Basis and Vol. 2: Solid Mechanics, 5ª Ed., Butterworth-Heinemann. (2000).

ENLACES RECOMENDADOS

Ver Plataforma Moodle de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	%Presencialidad
AF1	Clases teóricas	20	100
AF2	Clases prácticas	4	100
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	40	50
E3	Pruebas escritas	15	25
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	5	10

INFORMACIÓN ADICIONAL



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**MECÁNICA COMPUTACIONAL II: ELEMENTOS DE CONTORNO**

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
FUNDAMENTOS COMPUTACIONALES	Mecánica Computacional II: Elementos de Contorno	1º	1º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos previos sobre Mecánica de los Medios Continuos y Análisis de Estructuras					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
El Método de los Elementos de Contorno no se imparte habitualmente en los planes de las titulaciones admitidas en el programa. Los objetivos de este curso son, por tanto, que los alumnos conozcan en profundidad la metodología que da lugar a las ecuaciones integrales en que se basa el método, así como aspectos numéricos relevantes para su implementación. Se pretende también que los alumnos conozcan las limitaciones del método y su aplicabilidad a través de prácticas tutoradas.					



COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
B-173	<p><u>Competencias generales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • CB1 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. • CB2 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. • CB3 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. • CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <p><u>Competencias específicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • CE1 Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras, • CE2 Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales • CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos • CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos
	<p>OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)</p> <p><i>El alumno sabrá/comprenderá:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fundamentos del método de los elementos de contorno ◦ El MEC para problemas de potencial. ◦ Tecnología de elementos: problemas planos y tridimensionales ◦ El MEC para problemas elásticos, 2D y 3D ◦ Técnicas complementarias: cargas repartidas, subregiones, problemas axilsimétricos,.. ◦ Aplicación del MEC para materiales piezoelectricos, magnetoelásticos y FGM <p><i>El alumno será capaz de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Desarrollar las ecuaciones básicas del MEC ◦ Implementar un código básico de MEC en lenguajes de programación ◦ Emplear un programa de MEC académico y/o comercial para resolver problemas de potencial y elasticidad.
<p>TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción al método de los elementos de contorno <ul style="list-style-type: none"> ◦ Fundamentos del método de los elementos de contorno ◦ El MEC para problemas de potencial. ◦ Tecnología de elementos: problemas planos 2. El MEC para problemas elásticos <ul style="list-style-type: none"> ◦ Problemas bidimensionales de elasticidad 	



- Problemas tridimensionales
 - Técnicas complementarias: cargas repartidas, subregiones, problemas axilsimétricos,..
3. Materiales avanzados
- Ecuaciones constitutivas en materiales piezoelectricos, magnetoelásticos y FGM
 - Formulación de Elementos de contorno para materiales avanzados
 - Aplicaciones

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

- ▣ BREBBIA & DOMINGUEZ, Boundary Elements: an introductory course, CMP, 1992
- ▣ ALIABADI & WROBEL, Boundary element method: Applications in Solids and Structures, 2 vols, 2002, Wiley.
- ▣ BONNET, Boundary integrals equation methods for solids and fluids, Wiley, 1995
- ▣ DOMINGUEZ, Boundary elements in Dynamics, CMP-Elsevier, 1993
- ▣ LATIF SALEH, Crack growth in concrete using boundary elements, CMP, 1997
- ▣ KYTHE, An introduction to Boundary Elements, CRC Press, 1995

ENLACES RECOMENDADOS

Ver Plataforma Moodle de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	%Presencialidad
AF1	Clases teóricas	20	100
AF2	Clases prácticas	4	100
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	40	50
E3	Pruebas escritas	15	25
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	5	10

INFORMACIÓN ADICIONAL



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

MASTER UNIVERSITARIO DE ESTRUCTURAS. UNIVERSIDAD DE GRANADA

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

OPTIMIZACIÓN Y COMPUTACIÓN INTELIGENTE

B-173

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
FUNDAMENTOS COMPUTACIONALES	OPTIMIZACIÓN Y COMPUTACIÓN INTELIGENTE	1º	1º	3,6	OBLIGATORIA
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<p>El objetivo del curso es dar una introducción a las técnicas de computación inteligente que se engloban bajo el paradigma de "Soft Computing", cuyos paradigmas básicos están asociados a los problemas de optimización, modelado de la precisión y el aprendizaje a partir de datos, problemas presentes continuamente en el ámbito de la ingeniería.</p> <p>Se pretende presentar sus fundamentos y algunas aplicaciones en el ámbito de la ingeniería civil.</p>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p>El alumno adquirirá las siguientes competencias básicas (CB) y específicas (CE):</p> <ul style="list-style-type: none"> • CB1 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. • CB2 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. • CB3 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. • CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. • CE3 Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos • CE12 Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural • CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos 					



OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

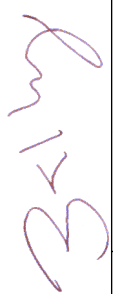
El alumno sabrá/comprenderá:

- Lo que significa Soft Computing y las técnicas de Inteligencia Artificial que comprende
- El significado de la Lógica y los conjuntos difusos, como una representación de la forma en que el cerebro biológico procesa la información, y como una extensión de los conceptos clásicos.
- Manejar sistemas de reglas difusos sencillos
- Algunas aplicaciones con técnicas difusas en el ámbito de la ingeniería civil
- Lo que son las redes neuronales, como un modelo matemático de las redes de neuronas biológicas y su capacidad para "aprender" a partir de ejemplos
- Los Modelos importantes de Redes Neuronales
- Algunas aplicaciones de las redes neuronales en el ámbito de la ingeniería civil
- Lo que son los Algoritmos Genéticos y más en general, la Computación Evolutiva
- Los Componentes y el Funcionamiento de los Algoritmos Genéticos
- Algunas aplicaciones de computación evolutiva en el ámbito de la ingeniería civil
- Conocer otras técnicas de optimización basadas en la naturaleza

El alumno será capaz de:

- Manejar las técnicas de Soft Computing y entender como se pueden aplicar a diversos problemas.
- Manejar Sistemas de Reglas Difusas y aplicarlas en situaciones y problemas de la Ingeniería civil
- Manejar los modelos básicos de redes neuronales y aplicarlos en situaciones y problemas de la Ingeniería civil
- Manejar Algoritmos Genéticos y aplicarlos en situaciones y problemas de la Ingeniería civil
- Entender la aplicación en Ingeniería Civil de otras técnicas de optimización basadas en la naturaleza.



TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA	
	<p>Programa:</p> <p>Inteligencia Artificial y Lógica Difusa - Sistemas Difusos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la Inteligencia Artificial • Teoría de Conjuntos Difusos • Sistemas Difusos • Aplicaciones en el ámbito de la ingeniería <p>Redes Neuronales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a las Redes Neuronales • Modelos de Redes Neuronales • Aplicaciones en el ámbito de la ingeniería <p>Algoritmos Genéticos y Bioinspirados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la Computación Evolutiva • Algoritmos Genéticos • Colonias de Hormigas • Algunas aplicaciones en el ámbito de la ingeniería
	<p>BIBLIOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konar, Computational Intelligence: Principles, Techniques and Applications. Springer-Verlag, 2005. • GJ Klir, B Yuan .Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA. 1994. • O. Cordón, F. Herrera, F. Hoffmann, L. Magdalena, Genetic Fuzzy Systems. Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases. World Scientific, 2001. • J. Feldman, R. Rojas. Neural Networks: A Systematic Introduction. Springer, 1996. • SANCHEZ CAMPEROS, EDGAR NELSON y ALANIS GARCIA, ALMA YOLANDA. REDES NEURONALES. PRENTICE-HALL 2006 • R. L. Haupt, S.E. Haupt, Practical Genetic Algorithms, Wiley, 2004. • Lourdes Araujo, Carlos Cervigón. Algoritmos evolutivos. Un enfoque práctico. (RA-MA EDITORIAL, 2009) • A.E. Eiben and J.E. Smith. Introduction to Evolutionary Computing. (Springer, 2003)
	<p>ENLACES RECOMENDADOS</p> <p> http://www.itcon.org/ http://pubs.asce.org/default.htm http://www.sciencedirect.com/science/journal/14740346 http://www.blackwellpublishing.com/ http://www.blackwellpublishing.com/ http://itc.fgg.uni-lj.si/ http://itc.scix.net/ http://w78.civil.aau.dk/program_ws/index.html http://econpapers.repec.org/article/tafconmgt/v_3A20_3Ay_3A2002_3Ai_3A6_3Ap_3A465-472.htm INSPEC (UGR → Biblioteca → Biblioteca electrónica → Bases de Datos → listado alfabético → INSPEC) </p>
	<p>METODOLOGÍA DOCENTE</p>



Metodología:

El curso se organizará mediante clases magistrales y trabajos de los estudiantes asociados a la aplicación de las técnicas de Soft Computing en el ámbito de la ingeniería civil.

A través del coordinador del Máster, se realizan contactos con los profesores del Master, para que las aplicaciones utilizadas en este curso en el ámbito de la Ingeniería Civil, se encuadren en la línea de los Objetivos generales del Master. En concreto se utilizará lo indicado en la siguiente tabla

MD0	Lección magistral/expositiva	x
MD1	Sesiones de discusión y debate	x
MD2	Resolución de problemas y estudio de casos prácticos	x
MD3	Prácticas de laboratorio o clínicas	
MD4	Seminarios	x
MD5	Ejercicios de simulación	x
MD6	Análisis de fuentes y documentos	x
MD8	Realización de trabajos individuales	x
MD9	Seguimiento del TFM	

Actividades formativas y su relación con las competencias:

- Clase presencial sobre el concepto de Soft Computing y los paradigmas que la componen. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CB2, CB4)
- Clase presencial sobre los fundamentos e ideas básicas de los conjuntos difusos y de la lógica difusa. Se revisa bibliografía con aplicaciones en la ingeniería civil. Se explica como utilizar estos conceptos para resolver problemas concretos en ingeniería civil. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CE12, CB2, CB4)
- Clase presencial sobre los fundamentos de las RNA y se describen los modelos más importantes. Se revisa la literatura sobre aplicaciones de RNAs en la ingeniería civil. Se explica como utilizar estos conceptos para resolver problemas concretos en ingeniería civil. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CE12, CB2, CB4)
- Clase presencial sobre los fundamentos de la computación evolutiva y se detalla el funcionamiento de los algoritmos genéticos como paradigma más importante. Se revisa bibliografía con aplicaciones en la ingeniería civil. Se explica como utilizar estos conceptos para resolver problemas concretos en ingeniería civil. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CE12, CB2, CB4)
- Prácticas tutoradas sobre todas las materias (CE3, CE12, CE17, CB1, CB2, CB4)
- Trabajo individual (CE3, CE12, CE17, CB1, CB2, CB3, CB4)



EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos con la ponderación indicada

Código	Descripción del Sistema de Evaluación	% mín	% máx
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente	0	80
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	0	80
E3	Pruebas escritas	0	80
E4	Presentaciones orales	0	80
E5	Memorias	0	80
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de clases, seminarios de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	0	30
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Máster	0	0

En definitiva, la evaluación tiene como base:

1. Asistencia y Participación en las sesiones presenciales (hasta 30%).
2. Realización de Trabajos o Exámenes (hasta 80%).

Antes de empezar la asignatura, en cada curso académico, el profesorado comunicará a los alumnos, el tipo de trabajos/exámenes y los porcentajes concretos de cada aspecto.

INFORMACIÓN ADICIONAL



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DINAMICA DE ESTRUCTURAS

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Fundamentos de Ingeniería	Dinámica de Estructuras	1º	1º	3,6	Obligatoria
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Conocimientos de resistencia de materiales y elasticidad. Conocimientos de estática de estructuras y cálculo matricial.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<p>Presentar conocimientos fundamentales de dinámica y métodos que permitan al alumno evaluar la respuesta determinista de las estructuras en régimen lineal, bajo cargas dinámicas arbitrarias. El curso está orientado hacia las estructuras civiles y de edificación. Se estudian sistemas de un grado de libertad y sistemas discretos de múltiples grados de libertad. Se formulan las ecuaciones del movimiento a partir del Principio de los Trabajos Virtuales y empleando funciones de interpolación. Se abordan sistemas con propiedades elásticas, másicas y de amortiguamiento tanto distribuidas como concentradas.</p>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p>Competencias generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CB1: 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. • CB2: 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. • CB3: 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. • CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CE1: Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras • CE2: Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones 					



estructurales

- CE7: Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga
- CE12: Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural
- CE15: Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos
- CE18: Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

Los fundamentos de la dinámica y los métodos de cálculo que le permiten evaluar la respuesta dinámica determinista de estructuras en régimen lineal, bajo cargas generales variables en el tiempo, abarcando:

- Formulación de las ecuaciones del movimiento a partir del Principio de los Trabajos Virtuales y del empleo de Funciones de Interpolación.
- Sistemas con propiedades másicas, de rigidez y de amortiguamiento tanto concentradas como distribuidas.
- Cálculo de la respuesta de sistemas de un grado de libertad en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
- Cálculo de la respuesta de sistemas de múltiples grados de libertad mediante el método de superposición modal.

El alumno será capaz de:

- Obtener manualmente las matrices de rigidez, masa y amortiguamiento globales de estructuras de barras en 2D, a partir de las matrices elementales.
- Obtener las frecuencias propias y modos propios de vibración de sistemas de múltiples grados de libertad.
- Obtener manualmente la respuesta dinámica de problemas sencillos aplicando el método de superposición modal.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Respuesta de sistemas de 1 grado de libertad bajo cualquier tipo de cargas dinámica. Análisis en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Transformadas de Fourier. Espectros de respuesta.
- Tema 2. Ecuaciones de campo en piezas monodimensionales sometidas a cargas dinámicas. Sistemas continuos y sistemas discretos.
- Tema 3. Sistemas discretos de N grados de libertad con propiedades elásticas,



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

másicas y de amortiguamiento distribuidas y concentradas. Planteamiento de las ecuaciones de equilibrio dinámico empleando el Principio de los Trabajos Virtuales y funciones interpolación.

Expresiones analíticas de la matriz de rigidez y de las matrices de masas y amortiguamiento consistentes, de una barra y de toda la estructura. Construcción sistemática de las matrices de rigidez, masa y amortiguamiento de toda la estructura empleando la matriz de conexiones.

- Tema 4. Sistemas discretos de N grados de libertad con propiedades elásticas, másicas y de amortiguamiento distribuidas y concentradas. Vibraciones libres. Frecuencias y modos propios. Ortogonalidad. Coordenadas normales.
- Tema 5. Método de superposición modal. Matriz de amortiguamiento de Rayleigh. Respuesta en desplazamiento y esfuerzos en cada instante. Caso particular de vector de cargas separables.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Clough y Penzien: Dynamics of Structures. Segunda Edición, Mc Graw Hill, N. Y., 1993
- Humar. Dynamics of Structures. Balkema. 2005
- Chopra Anil K.: Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering. New York, Prentice-Hall, 2001.
- Hurty, Rubinstein: Dynamics of Structures. Prentice-Hall, 1964

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Hart, Gary C. y Kevin Wong: Structural dynamics for structural engineers. New York: Wiley, 1999.
- Meskouris, Konstantin: Structural dynamics: models, methods, examples. Berlín: Ernst and Sohn, 2000
- Cheng, Franklin Y.: Matrix analysis of structural dynamics: applications and earthquake engineering. New York : Marcel Dekker, 2000.

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

Metodología docente:

- Lección magistral/expositiva
- Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- Ejercicios de simulación
- Realización de trabajos individuales

Actividades formativas:

Código	Descripción	Horas	% Presencialidad
AF1	Clases teóricas	24	100
AF2	Clases prácticas	0	0
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)			
Código	Descripción	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	0	0
E3	Pruebas escritas	60	70
E4	Presentaciones orales	0	0
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	0	0
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Máster	0	0
INFORMACIÓN ADICIONAL			

E1-E7



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA PROCESOS ESTOCÁSTICOS

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Nombre del módulo	Procesos estocásticos	1º	1º	3,6	Obligatoria
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos de nivel de grado sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Teoría de la probabilidad • Estadística 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
Los contenidos se orientan a preparar al alumno para comprender y evaluar la incertidumbre intrínseca de los procesos y manejar técnicas de tratamiento de señales en los dominios de la frecuencia y del tiempo.					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<u>Competencias generales</u> <ul style="list-style-type: none"> • CB1 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. • CB2 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. • CB3 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. • CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <u>Competencias específicas</u> <ul style="list-style-type: none"> • CE4 Conocer y emplear los fundamentos matemáticos de la descripción estocásticas de variables • CE5 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico • CE6 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo estático • CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos 					



OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)El alumno conocerá y comprenderá:

Los conceptos básicos para evaluar la incertidumbre intrínseca de los procesos y manejar técnicas de tratamiento de señales en los dominios de la frecuencia y del tiempo, abarcando:

- Procesos estocásticos estacionarios y ergódicos.
- Desarrollo en serie trigonométrica (serie de Fourier).
- Transformada de Fourier.
- Transmisión de vibraciones aleatorias a través de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Métodos frecuencial y de la respuesta impulsiva.
- Autocorrelación, correlación cruzada y coherencia entre señales.

El alumno será capaz de:

- Analizar funciones teóricas en el dominio de la frecuencia.
- Analizar con un lenguaje de programación una señal en el dominio de la frecuencia y del tiempo.
- Calcular analíticamente las funciones de transferencia de sistemas lineales invariantes en el tiempo definidos a través de una ecuación diferencial ordinaria.
- Estimar a partir de dos series temporales discretas la función de transferencia que las liga a través de un sistema lineal utilizando un lenguaje de programación.
- Calcular la función de correlación cruzada y la función de coherencia entre dos series temporales discretas utilizando un lenguaje de programación.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURATEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Fundamentos de la Teoría de la Probabilidad. Espacios de probabilidad. Variables aleatorias y vectores aleatorios.
- Tema 2. Procesos estocásticos y series temporales. Introducción. Definiciones. Función media y función de autocorrelación. Procesos estocásticos estacionarios y débilmente estacionarios. Procesos estocásticos ergódicos. Función de autocorrelación y espectro.
- Tema 3. Transmisión de vibraciones aleatorias. Señales y sistemas. Transmisión de vibraciones aleatorias a través de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Método de la respuesta frecuencial y método de la respuesta impulsiva. Cálculo de la respuesta frecuencial e impulsiva en un sistema definido por una ecuación diferencial ordinaria. Sistemas causales. Cargas estáticas.
- Tema 4. Autocorrelación, correlación cruzada y coherencia entre señales. Función de correlación cruzada y función de densidad espectral. Estimación de la función de densidad espectral a través del de los coeficientes de la transformada de Fourier. Función de coherencia.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Análisis con Matlab de señales temporales. Cálculo de: espectros, función de transferencia, función de coherencia.

BIBLIOGRAFÍA

ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

<p>BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benjamin, J., A. Cornell, and H. Shaw. Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers. Mcgraw-Hill. 1970. pp. 684 • Newland, D.E. An introduction to random vibrations, spectral and wavelet analysis, 1993 Longman Scientific & Technical pp 478. <p>BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bendat, J.S. and A. G. Piersol. Random Data: Analysis & Measurement Procedures. Wiley-Interscience; 3rd edition. 2000. pp. 594 • Kottegoda, N.T. and Rosso, R. Probability, statistics and reliability for civil and environmental engineers. Mc Graw Hill, 1997 pp.735
<p>ENLACES RECOMENDADOS</p>
<p>METODOLOGÍA DOCENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • MD0 Lección magistral/expositiva • MD2 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos • MD8 Realización de trabajos individuales
<p>EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • E1 Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso (%MIN, %MÁX)= 30, 40 • E2 Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) (%MIN, %MÁX)= 40, 50 • E3 Pruebas escritas (%MIN, %MÁX)= 15, 25 • E6 Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas (%MIN, %MÁX)=5, 10
<p>INFORMACIÓN ADICIONAL</p>

B-17



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**SEMINARIOS DE CIENCIA E INGENIERÍA DE ESTRUCTURA**

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA	Seminarios de ciencia e ingeniería de estructura	1º	1º y 2º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<p>La información sobre las actividades del Seminario, es ampliamente difundida a través de página web y cartelera con indicación de resumen de contenidos y reseña biográfica del conferenciante, lugar y fecha, en el ámbito universitario y en colectivos profesionales, con registro histórico de seminarios, correctamente enlazada en la web del máster. Además, se realizarán seminarios concretos sobre manejo de los programas LaTeX y MatLab.</p>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p><u>Competencias generales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CG1 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural CG2 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño CG3 - Calcular la respuesta dinámica de las estructuras, comprender la naturaleza de las cargas sísmicas a las que están sometidas y utilizar metodologías avanzadas de diseño CG4 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta CG5 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado <p><u>Competencias básicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CB6 - 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 CB7 - 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 					



- CB8 - 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
- CB9 - 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
- CB10 - 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.

Competencias específicas

- CE1 - Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras.
- CE16 - Conocer la estructura de los documentos científicos y aplicarla en la redacción de trabajos de esta índole.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Manejo básico de herramienta de edición de textos técnico-científico LaTeX.
- Manejo básico de herramienta de cálculo técnico-científico MatLab
- Manejo básico de herramientas de búsqueda bibliográfica
- Panorama nacional e internacional de aspectos avanzados y aplicados del I+D+i en Ingeniería de Estructuras.

El alumno será capaz de:

- Manejo básico de herramienta de edición de textos técnico-científico LaTeX.
- Manejo básico de herramienta de cálculo técnico-científico MatLab
- Manejo básico de herramientas de búsqueda bibliográfica
- Sintetizar y valorar seminarios de aspectos avanzados y aplicados del I+D+i en Ingeniería de Estructuras.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

Anualmente se realiza una decena de seminarios, entre las que pueden destacarse:

1. De la Mecánica Racional a la del Medio Continuo. Marcelo Epstein (University of Calgary, Canada).
2. Modelo discreto de dislocaciones en redes cristalinas. P. Ariza (Caltech, EEUU).
3. Seismic performance of modern concentrically braced frames. P. Uriz (University of Berkeley, CA, USA).
4. Nonlinear Static (Pushover) Analysis and Seismic Response Prediction. M. Aschheim (Santa Clara University, USA).
5. Application of advanced composites in civil structures. Dr. Sang-Youl Lee (University of Seoul, Republic of Korea).
6. Últimos avances de la investigación experimental en ingeniería sísmica en Japón: la nueva mesa sísmica E-DEFENSE. Prof. Satoshi Yamada (Tokyo Institute of Technology, Japan).
7. North American Railroad Structures: Overview and Design Methods. R. Edwards (University of Illinois, USA).
8. NDE of prestressed tendons. Dr. Byeong Hwa Kim. Steel Structure Research Laboratory, Re-



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

- search Institute of Industrial Science & Technology (RIST), Korea.
9. Simulación numérica mediante el MEF de zonas costeras de gran impacto ambiental. Prof. Ignasi Colominas, Universidad de A Coruña.
 10. Índice de daño por sismo y capacidad de deformación lateral en columnas de hormigón armado sometidas a cargas laterales cíclicas. Prof. Mario Rodríguez, Universidad Autónoma Nacional de México.
 11. Crack Initiation at Stress Concentration Points in Brittle Materials. Prof. D. Leguillon. Institut JLRA – CNRS UMR 7190 Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), France.
 12. Energy-Momentum Algorithms for the Dynamics of Elastoplastic Solids. AProf. Francisco Armero, University of California at Berkeley, USA.
 13. Modelling the Motion of Material Interfaces. Prof. Rohan Abeyaratne Massachusetts Institute of Technology, USA & MIT-Singapore Alliance for Research and Technology (SMART) Singapore.
 14. Micro and Macro Modeling of Contact and Friction. Prof. Alan Needleman. Department of Materials Science & Engineering at the University of North Texas, Denton, Texas, USA.
 15. Patrones 3D en grietas cerámicas ante impacto. Prof. Raul Radovitzky, Dept. Of Aeronautics and Astronautics, MIT, Cambridge, MA, EE.UU.

BIBLIOGRAFÍA

ENLACES RECOMENDADOS

<http://masteres.ugr.es/iestructuras/pages/noticia>



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR

<http://grados.ugr.es>

METODOLOGÍA DOCENTE			
Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	%Presencialidad
AF1	Clases teóricas	8	100
AF2	Clases prácticas	8	100
AF3	Trabajos tutorizados	20	30
AF4	Tutorías	4	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	36	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
AF8	Asistencia a seminarios	10	100
Horas totales y presenciales		90	30

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)			
Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	40	45
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	40	45
E3	Pruebas escritas	0	0
E4	Presentaciones orales	0	0
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	15	25
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Master	0	0

INFORMACIÓN ADICIONAL



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**ANÁLISIS MODAL Y DETECCIÓN DE DEFECTOS**

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
CALIDAD Y DAÑO	Análisis modal y detección de defectos	1º	2º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES					
Haber cursado las asignaturas "Procesos estocásticos", "Dinámica de Estructuras", "Mecánica Computacional I: Elementos Finitos"					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
El objetivo del programa es familiarizar a los alumnos con el Análisis modal de estructuras, en su vertiente teórica como experimental, y tanto en su enfoque clásico como operacional, así como los métodos derivados de este análisis para la identificación de parámetros mecánicos y defectos en estructuras reales y capacitar al mismo para su utilización en sistemas estructurales simples.					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<u>Competencias generales</u> <ul style="list-style-type: none"> CG3 - Calcular la respuesta dinámica de las estructuras, comprender la naturaleza de las cargas sísmicas a las que están sometidas y utilizar metodologías avanzadas de diseño CG1 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural CG2 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño CG4 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta CG5 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado CB6 - 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 <u>Competencias básicas</u> <ul style="list-style-type: none"> CB7 - 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 CB8 - 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

- CB9 - 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
- CB10 - 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.

Competencias específicas

- CE3 - Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos.
- CE7 - Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga.
- CE9 - Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras.
- CE11 - Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural.
- CE12 - Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural.
- CE18 - Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Análisis modal teórico y experimental
- Análisis en frecuencia de señales vibratorias
- Métodos de ajuste de parámetros
- Validación de los modelos
- Uso de los parámetros modales
- Instrumentación y montajes para el análisis modal
- Aspectos prácticos del análisis modal experimental
- Diferencias entre análisis modal experimental (AME) y operacional (OMA)
- Identificación de sistemas estructurales mediante OMA.
- Actualización de modelos basados en Elementos Finitos.
- Detección de daño estructural basado en OMA.

El alumno será capaz de:

- Realizar un análisis modal experimental de una estructura simple
- Aplicar el análisis modal operacional a un sistema simple

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

1. Análisis modal
 - (a) Análisis modal teórico y experimental
 - (b) Métodos de ajuste de parámetros
 - (c) Validación de los modelos
 - (d) Uso de los parámetros modales



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

- (e) Instrumentación y montajes para el análisis modal
 - (f) Aspectos prácticos del análisis modal experimental
 - (g) Análisis en frecuencia de señales vibratorias
 - (h) Práctica de análisis modal experimental de una estructura simple
2. Análisis modal operacional (OMA)
- (a) Diferencias entre análisis modal experimental y operacional.
 - (b) Identificación de sistemas estructurales mediante OMA.
 - (c) Actualización de modelos basados en Elementos Finitos.
 - (d) Detección de daño estructural basado en OMA.
 - (e) Ejemplo de aplicación práctica de análisis modal operacional.

BIBLIOGRAFÍA

- ROSSITER, J.A., Model based predictive control, CRC PRESS, 2003
- WENZEL, H.; PICHLER, D., Ambient vibration monitoring, 2005, Wiley
- DOEBLING, S.W., et al, damage identification and Health Monitoring of Structural and Mechanical System form changes in their Vibration characteristics: A literature Review, Los Alamos Natl Lab, 1996
- W. HIELEN, W.; LAMMERS, S.; SAS, P., Modal Analysis Theory and Testing, Katholieke Universiteit Leuven, 1997
- EWINS, D.J., Modal Testing: Theory, Practice and Application (2ª ed.), Research Studies Press, 2000
- MAIA, N.M.M.; SILVA, J.M.M., Theoretical and Experimental Modal Analysis, Research Studies Press, 2000
- WENZEL, H., Health Monitoring of Bridges, 2009, Wiley
- PEETERS, B., System Identification and Damage Detection in Civil Engineering, PhD thesis, Department of Civil Engineering, K.U.Leuven, Belgium, December 2000.

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	%Presencialidad
AF1	Clases teóricas	18	100
AF2	Clases prácticas	6	100
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	40	50
E3	Pruebas escritas	15	25
E4	Presentaciones orales	0	0
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	5	10

INFORMACIÓN ADICIONAL

km 173



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA Y CALIDAD EN ESTRUCTURAS**

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Calidad y Daño	Evaluación No Destructiva y Calidad en Estructuras	1º	1º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> Elasticidad y mecánica Ecuaciones diferenciales 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
Se pretende difundir el crecimiento en la importancia de los conceptos de seguridad y control de calidad. Se muestran el espectro de técnicas existentes para monitorizar daño, y se profundiza en la basada en ultrasonidos, como paradigma especialmente desarrollado. A continuación se proporciona una visión de los últimos avances comerciales y en investigación. Se complementa el curso con practicas de laboratorio, en la que se caracterizan materiales y su deterioro mediante equipos de ultrasonidos.					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
Competencias generales <ul style="list-style-type: none"> CB1 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. CB2 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. CB3 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. CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. Competencias específicas					



- CE3 Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos
- CE5 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico
- CE8 Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas
- CE10 Conocer modelos de daño estructural
- CE11 Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural
- CE12 Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural
- CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos
- CE18 Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno conocerá y comprenderá:

Se pretende difundir el crecimiento en la importancia de los conceptos de seguridad y control de calidad. Se muestran el espectro de técnicas existentes para monitorizar daño, y se profundiza en la basada en ultrasonidos, como paradigma especialmente desarrollado. A continuación se proporciona una visión de los últimos avances comerciales y en investigación. Se complementa el curso con practicas de laboratorio, en la que se caracterizan materiales y su deterioro mediante equipos de ultrasonidos.

El alumno será capaz de:

- Diseñar y proyectar sistemas de evaluación no destructiva eligiendo correctamente la técnica adecuada
- Analizar datos de sistemas de evaluación no destructiva

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Introducción a la END
- END clásica
- Introducción a Problemas Inversos
- END basada en modelos
- Técnicas ultrasónicas avanzadas
- Técnicas ultrasónicas en desarrollo

TEMARIO PRÁCTICO:

- Ponencia de trabajos de investigación

Prácticas de Laboratorio

- Caracterización por ultrasonidos de propiedades mecánicas.



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

BIBLIOGRAFÍA**BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- J. Krautkrämer and H. Krautkrämer. Ultrasonic testing of materials (4th edition). Springer-Verlag, 1990.
- Ronnie K. Miller. Nondestructive testing handbook, volume 5. American society for nondestructive testing, 5 edition, 1986.
- Y. H. Pao and C. C. Mow. Diffraction of elastic waves and dynamic stress concentrations. New York, Crane, Russak, 1973.
- Igor Aleksandrovich Viktorov. Rayleigh and Lamb Waves. Plenum Press, New York, 1967.
- K. F. Graff. Wave motion in elastic solids. Dover, 1975.
- S. Kubo, editor. Inverse Problems. Atlante Technology Publications, 1993.
- K. Aki and P. Richards. Quantitative seismology. Theory and methods. Vol I. Freeman, 1986.
- G. W. Farnell and E. L. Adler. Physical Acoustics, principles and methods, Vol. XI. W. P. Mason and R. N. Thurston, 1972.
- C. R. Hill, J. C. Bamber, and G. R. Haar, editors. Physical principles of medical ultrasonics. Wiley, second edition edition, 2004.
- G. R. Liu and X. Han, editors. Computational Inverse Techniques in Nondestructive Evaluation. CRC Press, 2003.
- P. N. Marty, M. J. S. Lowe, and P. Cawley. Finite element predictions of guided ultrasonic wave fields generated by piezoelectric transducers. In D. O. Thompson and D. E. Chimenti, editors, Review of Progress in Quantitative
- A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer. Discrete-time signal Processing. Englewood Cliffs, New Jersey Prentice Hall, 1989.

B-1-B

ENLACES RECOMENDADOS

Contenidos y material de la asignatura disponible para descarga en la web del profesor:
http://www.ugr.es/~grus/docencia_end.htm

METODOLOGÍA DOCENTE

Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	% Presencialidad
AF1	Clases teóricas	20	100
AF2	Clases prácticas	4	100
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Horas totales y presenciales		90	30
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)			
Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	0	10
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	0	10
E3	Pruebas escritas	0	0
E4	Presentaciones orales	50	80
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	10	20
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Máster	0	0
INFORMACIÓN ADICIONAL			

km 173
 B



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
FIABILIDAD Y DAÑO CONTINUO

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Calidad y Daño	Fiabilidad y Daño	1º	1º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> Elasticidad y mecánica Evaluación No Destructiva Probabilidad 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
Se pretende proporcionar a los alumnos los conocimientos y práctica necesarios para el análisis de fiabilidad estructural. El enfoque principal del curso es en las aplicaciones prácticas de la fiabilidad estructural, proporcionando los conceptos básicos, su interpretación y demostrando su uso mediante ejemplos y aplicaciones de interés ingenieril.					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<u>Competencias generales:</u> <ul style="list-style-type: none"> CB1 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. CB2 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. CB3 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. CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <u>Competencias específicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> CE3 Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos CE5 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias 					



- estructurales en el proyecto y cálculo dinámico
- CE10 Conocer modelos de daño estructural
- CE12 Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural
- CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos
- CE18 Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno conocerá y comprenderá:

Los conocimientos y práctica necesarios para el análisis de fiabilidad estructural. El enfoque principal del curso es en las aplicaciones prácticas de la fiabilidad estructural, proporcionando los conceptos básicos, su interpretación y demostrando su uso mediante ejemplos y aplicaciones de interés ingenieril.

El alumno será capaz de:

- Resolver manualmente problemas de cálculo de fiabilidad estructural
- Resolver mediante software matemático computacional problemas completos de cálculo de fiabilidad



TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA	
<p>TEMARIO TEÓRICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al fallo • Incertidumbre • Concepto de fiabilidad • Cálculo computacional de fiabilidad • Cálculo analítico de fiabilidad • Modelos de daño no lineales <p>TEMARIO PRÁCTICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo computacional de fiabilidad. Prácticas computacionales 	<p>BIBLIOGRAFÍA</p> <p>BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SUNDARARAJAN, C., Probabilistic Structural Mechanics Handbook. CHAPMAN & HALL, 1995 • CRUSE, T. A., Reliability Based Mechanical Design, Marcel Dekker, 1997 • CASCIATI, F. & FAVARELLI, L., Fragility Analysis of Complex Structural Systems, J. Wiley, 1991 • AUGUSTI, G., BARATTA, A. & CASCIATI, F., Probabilistic Methods in Structural Engineering, Chapman and Hall, 1984 • BIROLINI, A., Reliability engineering: theory and practice, Springer, 1999 • DITLEVSEN & MADSEN, Structural reliability Methods, Wiley, 1996 • HALDAR & MAHADEVAN, Reliability Assessment using Stochastic Finite Element Analysis, Wiley, 2000 • NOWAK & COLLINS, Reliability of Structures, McGraw-Hill, 2000 • SCHEINER, Introduction to safety and reliability of structures, IABSE-AIPC-IVBH, 1997 • LARSON, H.J, Introduction to probability theory and Statistical Inference. Wiley, New York, 1982. <p>Artículos importantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ang A, Cornell C.A., 1974. Reliability bases of structural safety and design. Journal of the structural division. Vol. 100, No ST9, pp. 1755-1769. • Hasofer A, Lind N., 1974. Exact and invariant second-moment code format. J of the engng mechanics division. Vol. 100, No EM1, pp. 111-121.
ENLACES RECOMENDADOS	
<p>Contenidos y material de la asignatura disponible para descarga en la web del profesor: http://www.ugr.es/~grus/docencia_fiabilidad.htm</p>	



METODOLOGÍA DOCENTE			
Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	% Presencialidad
AF1	Clases teóricas	20	100
AF2	Clases prácticas	4	100
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30

3-17-13

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)			
Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	0	50
E3	Pruebas escritas	0	20
E4	Presentaciones orales	10	50
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	40	80
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Máster	0	0

INFORMACIÓN ADICIONAL



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
EXCITACIÓN SÍSMICA DEL TERRENO

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Sísmica y dinámica estructural	Excitación sísmica del terreno	1º	2º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener cursadas las asignaturas del Máster: <ul style="list-style-type: none"> • Procesos estocásticos • Dinámica de Estructuras 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión de los fenómenos involucrados en la generación de movimientos sísmicos y de su transmisión a la superficie y los factores que influyen en la severidad de la sacudida. 2. Conocimiento de las técnicas de detección y análisis de los sismos. 3. Interpretación de los parámetros que definen el movimiento intenso del suelo y estudio de su relación con los daños a estructuras. 4. Discusión de los métodos de estima de los movimientos sísmicos probables en localizaciones determinadas. 					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<u>Competencias generales</u> CB1 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. CB2 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. CB3 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. CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.					
<u>Competencias específicas</u>					



<p>CE5 Conocer y emplear la descripción estocástica de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico</p> <p>CE9 Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras</p> <p>CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos</p> <p>CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos</p>
<p>OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)</p>
<p><i>El alumno conocerá y comprenderá:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los factores que influyen en la sacudida sísmica: radiación de la fuente, propagación y atenuación y efectos locales. • Los conceptos de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo sísmico. • Las técnicas de medida y registro del movimiento del suelo y manejo de acelerogramas. • El significado de las escalas de intensidad sísmica y de los parámetros obtenidos instrumentalmente que caracterizan la sacudida: PGA, PGV, espectros de respuesta y de energía de entrada, SI, etc. Relación entre ellos. <p><i>El alumno será capaz de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar mapas de peligrosidad sísmica. • Obtener parámetros y funciones característicos del movimiento del suelo a partir de un registro sísmico o acelerograma. • Estimar de forma básica las características probables del movimiento sísmico del suelo en una zona. • Calcular la respuesta de un modelo de estructura geológica local de capas frente a la acción sísmica.
<p>TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA</p>
<p>TEMARIO TEÓRICO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo sísmico. Factores que influyen. Características y efectos de las sacudidas sísmicas. Fenómenos inducidos. 2. Radiación de la fuente sísmica en campo próximo y lejano. Atenuación sísmica. Efectos de sitio. Detección y análisis del movimiento del suelo. Caracterización: leyes de escala, valores pico y dominantes, parámetros espectrales. 3. Predicción del movimiento del terreno. Aceleración básica. Métodos de estima teóricos, semiempíricos y empíricos de la respuesta de sitio. Escenarios sísmicos. Lecciones aprendidas en terremotos. <p>TEMARIO PRÁCTICO (Prácticas de Laboratorio):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de acelerogramas mediante un programa en PC. 2. Obtención de parámetros de la sacudida. 3. Estima de la respuesta local. <p>Prácticas de Campo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de un acelerógrafo y de un sismógrafo para registro de ruido sísmico.



BIBLIOGRAFÍA**BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- AKI, K.; RICHARDS, P. G., (2002): Quantitative Seismology (second edition). University Science Books. Sausalito, Cal.
- The Architectural Institute of Japan: Earthquake motion and ground condition. Ed. Maruzen Ltd. Tokyo 1993
- COBURN A. & SPENCE R. (1992, 2002). Earthquake protection. John Wiley & Sons Ltd.
- KANAI, K. (1983): Engineering Seismology. University of Tokyo Press. Tokyo
- Lee, W.K.; H. Kanamori; P.J. Jennings; C. Kisslinger (editores) (2002): International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology. Academic Press
- MENA, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Tesis Doctoral. Univ. Pol. Cataluña. Consultable en: <http://www.tesisenxarxa.net/>
- PROVIDAKIS, C. P.; YEROYANNI, M., Earthquake strong ground motion evaluation. European Commission. DGS
- REITER, L., Earthquake Hazard Analysis. Columbia University Press, N. Y., 1991

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- LAY, T& T. WALLACE (1996). Modern Global Seismology. Academic Press, 1995
- SHEARER, P. M. (1999): Introduction to Seismology. Cambridge University Press.
- TIEDEMANN, H. (1992). Earthquakes and volcanic eruptions: a handbook on risk assesment. Swiss reinsurance Co. Zurich, Switzerland.
- WALD, D. J.; B. C. WORDEN, V. QUITORIANO, AND K. L. PANKOW (2005). ShakeMap Manual: Technical Manual, User's Guide, and Software Guide Techniques and Methods 12-A1 U.S. Department of the Interior . U.S. Geological Survey . 134 pp. Consultable en: <http://earthquake.usgs.gov/shakemap>

ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.springer.com/cn/book/9783642353437> (Encyclopedia of Earthquake Engineering)

http://www.isesd.hi.is/ESD_Local/frameset.htm (Internet Site for European Strong Motion Data)

<http://portal.share-eu.org:8080/opencms/opencms/share/Get-Data/StrongMotionDatabase.html> (parametric strong motion database)

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD0 Lección magistral/expositiva
- MD2 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD3 Prácticas de laboratorio o clínicas
- MD4 Seminarios
- MD5 Ejercicios de simulación
- MD8 Realización de trabajos individuales

ACTIVIDADES FORMATIVAS	horas	presencialidad %
AF1 Clases teóricas	18	100
AF2 Clases prácticas	6	100
AF3 Trabajos tutorizados	10	0



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF7	Evaluación	4	100

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Codif	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	20	30
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	40	50
E3	Pruebas escritas	15	25
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	5	10

INFORMACIÓN ADICIONAL

2-17-13



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

PROYECTO SISMORRESISTENTE AVANZADO

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Sísmica y dinámica estructural	Proyecto Sismorresistente avanzado	1º	2º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
"Dinámica de Estructuras". Se recomienda también tomar los cursos de "Vibraciones en sistemas continuos" y "Excitación sísmica del terreno".					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<p>Se estudia en profundidad al cálculo sísmico basado en fuerzas empleando el análisis modal espectral ampliamente implementado en las normativas sísmicas actuales. Se expone la metodología alternativa del proyecto sismorresistente basado en el balance energético de Housner-Akiyama. Para ello se estudian los espectros de energía, las ecuaciones de balance energético y la caracterización del daño estructural.</p> <p>Se estudia el paradigma del Proyecto Basado en Prestaciones y metodologías para alcanzar sus objetivos. Se abordan el método de cálculo sísmico basado en los desplazamientos.</p> <p>Se estudian técnicas avanzadas de proyecto sismorresistente: aislamiento de base, sistemas de control pasivo, sistemas de control activo y sistemas híbridos.</p>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p>Competencias generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • CB1 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. • CB2 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. • CB3 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. • CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. 					



<p>Competencias específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • CE5 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico • CE8 Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas • CE9 Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras • CE10 Conocer modelos de daño estructural • CE13 Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural • CE14 Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero • CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos
<p>OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)</p>
<p>El alumno sabrá/comprenderá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las diferentes metodologías de proyecto sismorresistente existentes, tanto las convencionales que se emplean actualmente en la mayoría de normativas sísmicas, como las avanzadas que se han empezado a implementar en países como Japón, abarcando: • Los métodos basados en el cálculo modal espectral y los factores reductores de resistencia. • Los métodos basados en el balance energético de Housner Akiyama. • Los sistemas estructurales sismorresistentes convencionales y las estructuras avanzadas con sistemas de control pasivo o con aisladores de base. <p>El alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el cálculo sísmico de una estructura empleando el cálculo modal espectral. • Estimar la resistencia lateral requerida en una estructura aplicando los métodos basados en el balance energético de Housner-Akiyama. • Realizar un proyecto conceptual de estructuras con sistemas de control pasivo.
<p>TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA</p>
<p>TEMARIO TEÓRICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tema 1. Respuesta sísmica de sistemas de masas concentradas. Vector de arrastre.Masa movilizada. Análisis modal espectral. • Tema 2. Metodología de proyecto sismorresistente basada en el balance energético de Housner-Akiyama. Espectros de energía. Ecuaciones de balance energético. Estimación de energías. Procedimiento de proyecto. • Tema 3. Proyecto Basado en Prestaciones. Métodos basados en el desplazamiento. Análisis estáticos no lineales aplicando el método del empuje incremental. Cálculo por capacidad. • Tema 4. XXXXX. Sistemas sismorresistentes avanzados. Aislamiento de base. Sistemas de control pasivo, activo e híbrido.



BIBLIOGRAFÍA			
BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:			
<ul style="list-style-type: none"> • Clough & Penzien, Dynamics of Structures. Segunda Edición, Mc Graw Hill, N. Y., 1993 • Chopra Anil K, Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering. New York, Prentice-Hall, 2001 • Akiyama, Hiroshi. Metodología de proyecto sismorresistente de edificios basada en el balance energético. Barcelona: Reverté S.A., 2003 • Bozzo, L. M. , Barbat A. Diseño sismorresistente de edificios: técnicas convencionales y avanzadas. Barcelona: Reverté S.A., 1999 			
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:			
<ul style="list-style-type: none"> • Soong, T.T.; Dargush, G.F. Passive energy dissipation systems in structural engineering. New York: Wiley, 1997. 			
ENLACES RECOMENDADOS			
METODOLOGÍA DOCENTE			
Metodología docente:			
<ul style="list-style-type: none"> • Lección magistral/expositiva • Resolución de problemas y estudio de casos prácticos • Ejercicios de simulación • Realización de trabajos individuales 			
Actividades formativas			
Código	Descripción	Horas	% Presencialidad
AF1	Clases teóricas	24	100
AF2	Clases prácticas	0	0
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)			



Código	Descripción	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	0	0
E3	Pruebas escritas	60	70
E4	Presentaciones orales	0	0
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	0	0
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Máster	0	0
INFORMACIÓN ADICIONAL			

B-17-B



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

VIBRACIONES DE SISTEMAS CONTINUOS

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Sísmica y Dinámica Estructural	Materias Aplicadas	1º	2º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
<p>Se recomienda tener cursada la asignatura de Dinámica de Estructuras. Es recomendable tener conocimientos adecuados de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geometría diferencial de curvas y superficies. • Ecuaciones Diferenciales. <p>En la asignatura se introducirán no obstante todos los fundamentos matemáticos necesarios.</p>					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<p>Se presenta un tratamiento analítico (exacto) de las vibraciones en sistemas de masa y elasticidad distribuida, cuyos ejemplos más representativos son, por orden de dificultad creciente, los cables, vigas, membranas, placas y sólidos. Se presentan los métodos clásicos (newtonianos) para formular las ecuaciones diferenciales del movimiento y, a continuación, la metodología unificada o lagrangiana. Se resolverán ejemplos ilustrativos, propios de la ingeniería civil, mediante desarrollo manual y también empleando códigos numéricos y simbólicos basados en Python, C++, Matemática y Matlab.</p>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p><u>Competencias básicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • CB1: 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. • CB2: 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. • CB3: 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.

- CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas

- CE7: Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga.
- CE8: Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas.
- CE9: Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras.
- CE14: Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno conocerá y comprenderá:

- Planteamientos clásico y variacional de los problemas vibratorios en sistemas continuos.
- Método de separación de variables. Ecuaciones diferenciales ordinarias en problemas vibratorios. Concepto de Funcional. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Formulación unificada.
- Resolución numérica aproximada de problemas vibratorios: métodos de Ritz y Galerkin. Cociente de Rayleigh.
- Problemas vibratorios con planteamiento clásico en casos 1D: cuerda vibrante, vibraciones axiales y torsionales en barras. Vibraciones lineales y no lineales. Amortiguamiento y fuentes de amortiguamiento.
- Problemas vibratorios en vigas. Viga de Bernoulli-Euler. Influencia de la masa rotacional y viga de Rayleigh. Viga de Timoshenko con inercia rotacional.
- Problemas vibratorios en membranas, placas y láminas.
- Problemas vibratorios en sólidos. Contraste con soluciones para sistemas continuos 1D, 2D, 3D.
- Programación de problemas de vibraciones en distintos entornos: orientado a objetos (C++, Python), simbólicos (Mathematica), Interpretado (Matlab).

El alumno será capaz de:

- Plantear un problema de vibraciones en un sistema continuo general, independiente del método particular de resolución numérica.



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

- Obtener numéricamente frecuencias naturales y modos de vibración mediante métodos numéricos o analíticos.
- Plantear e implementar en entorno computacional de cálculo simbólico y numérico (Mathematica, Python, Matlab, Maxima, C++) problemas vibratorios en sistemas continuos.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

PARTE I: FORMULACIÓN CLÁSICA O NEWTONIANA

- Tema 1. Conceptos previos: ecuaciones diferenciales ordinarias; oscilador de 1 GDL; concepto de funcional, ecuaciones de Euler-Lagrange.
- Tema 2. Concepto de sistema continuo.
- Tema 3. Vibraciones transversales en cuerdas.
- Tema 4. Vibraciones longitudinales y torsionales en barras.
- Tema 5. Vibraciones transversales en vigas.
- Tema 6. Vibraciones en membranas.
- Tema 7. Vibraciones en placas.
- Tema 8. Vibraciones en láminas.
- Tema 9. Vibraciones en sólidos.

PARTE II: FORMULACIÓN VARIACIONAL O LAGRANGIANA

- Tema 1. Modelado geométrico y mecánico 1D de las piezas alargadas.
- Tema 2. Aplicación al estudio de la torsión mixta y de las vibraciones transversales y axiles de la viga recta.
- Modelado geométrico y mecánico 2D de las láminas delgadas.
- Aplicación a la placa recta y a la lámina cilíndrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Vibrations of Continuous Systems. *A. W. Leissa and M. H. Qatu.*
- Vibration of Solids and Structures under Moving Loads. *L. Fryba.*
- Dynamics of Structures. *J.L. Humar*
- Analytical Methods in Vibrations. *Leonard Meirovitch*
- Vibration of Plates. *Arthur Leissa*
- Formulas for Natural Frequency and Mode Shape. *R.D. Blevins*
- Ingeniería de Puentes. Análisis Estructural. *Salvador Monleón*
- Curso de Puentes. *Salvador Monleón*
- Análisis de vigas, arcos, placas y láminas: una presentación unificada. *Salvador Monleón*
- Vibration Problems in Engineering. *W. Weaver, S.P. Timoshenko, D.H. Young*
- Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. *A.K. Chopra*
- Dynamics of Structures. *R.W. Clough, J. Penzien*



ENLACES RECOMENDADOS
METODOLOGÍA DOCENTE
<ul style="list-style-type: none"> • Lección Magistral / Expositiva. Se expondrán los contenidos teóricos, con ejemplos explicativos. Clase presencial. • Resolución de problemas y estudio de casos prácticos. Se realizará parte en clase, y parte mediante trabajo individual del alumno, con entregas de ejercicios resueltos por parte del alumno. Parte de estos ejercicios tendrá contenido computacional. • Realización de dos trabajos individuales, uno para cada parte de la asignatura.
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)
<p>La asignatura se evaluará como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistencia a clase y resolución de tareas con fecha de entrega prefijada, y la participación del alumno en las clases (30% de la nota final) • Realización de dos trabajos individuales (uno para cada parte de la asignatura) en el que deberán aplicar los conocimientos adquiridos (70% de la nota final).
INFORMACIÓN ADICIONAL

B-17-B



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**APLICACIONES DE LA MECÁNICA DE LA FRACTURA AL HORMIGÓN ESTRUCTURAL**

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
CÁLCULO AVANZADO	Aplicaciones de la Mecánica de la Fractura al Hormigón Estructural	1º	2º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES					
Tener conocimientos previos sobre Mecánica de los Medios Continuos. Deberá haber cursado la asignatura "Mecánica Computacional II: Elementos Finitos"					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<p>La mecánica de la fractura aplicada al hormigón estructural ofrece soluciones y métodos de análisis para el comportamiento de este material alternativas a las obtenidas con métodos elementales basados en la mecánica de medios continuos y comportamiento elástico-lineal del material. En este curso se introduce esta disciplina exponiendo los conceptos de la MF para materiales cuasifrágiles, incluyendo modelos cohesivos y se analiza el denominado "efecto tamaño". Se muestran los modelos de comportamiento para este material disponibles en ABAQUS y su aplicación al hormigón estructural. El curso se complementa con ensayos de laboratorio donde se obtiene la energía a fractura del hormigón, se observa el crecimiento de grieta y se analiza el efecto tamaño mostrado por la zona de ligamento del material.</p>					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p><u>Competencias generales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CG3 - Calcular la respuesta dinámica de las estructuras, comprender la naturaleza de las cargas sísmicas a las que están sometidas y utilizar metodologías avanzadas de diseño CG2 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño CG4 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta CG5 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado <p><u>Competencias básicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CB6 - 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

- CG1 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural
- CB7 - 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
- CB8 - 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
- CB9 - 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
- CB10 - 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.

Competencias específicas

- CE2 - Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales.
- CE6 - Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo estático.
- CE11 - Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural.
- CE13 - Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural.
- CE18 - Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras.



OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Necesidad de aplicación de la mecánica de la fractura al hormigón estructural.
- Modelos de fisura cohesiva de Barenblatt.
- Modelos cohesivos aplicables al hormigón estructural.
- El efecto tamaño en el hormigón estructural.
- Ensayos de determinación de parámetros de fractura en hormigón: Aplicabilidad de la MFEL.
- Aplicación de los modelos cohesivos mediante el MEF.
- Modelos para hormigón en ABAQUS I.
- Modelos para hormigón en ABAQUS II.
- Modelos multiescala.
- Aplicación a hormigones de altas prestaciones.

El alumno será capaz de:

- Aplicar a problemas de hormigón estructural los modelos adecuados de mecánica de la fractura
- Resolver problemas de fractura aplicados al hormigón estructural utilizando modelos computacionales simples y avanzados.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

1. Necesidad de aplicación de la mecánica de la fractura al hormigón estructural.
2. Introducción. Modelos de fisura cohesiva de Barenblatt.
3. Modelos cohesivos aplicables al hormigón estructural.
4. El efecto tamaño en el hormigón estructural.
5. Ensayos de determinación de parámetros de fractura en hormigón: Aplicabilidad de la MFEL.
6. Aplicación de los modelos cohesivos mediante el MEF.
7. Modelos para hormigón en ABAQUS I.
8. Modelos para hormigón en ABAQUS II.
9. Modelos multiescala.
10. Aplicación a hormigones de altas prestaciones.

BIBLIOGRAFÍA**BIBLIOGRAFÍA:**

- Anderson T.L. Fracture mechanics. Fundamental and applications. CRC Press, 1991.
- Bazant Z.P. and Planas J. Fracture and size effect in concrete and other quasibrittle materials. CRC Press, 1998.
- Bazant Z.P. Scaling of structural strength. Elsevier, 2002.
- Bazant Z.P. and others. Fracture mechanic of concrete: Concepts, models and determination of material properties. Commite 446 ACI, 1992.
- Carpinteri A. Applications of fracture mechanics to reinforced concrete. Elsevier, 1992.
- Hillerborg A., Modí@er M. and Petersson P.E. Analysis of crack formation and crack growth in concrete by means of fracture mechanics and finite elements. Cement and Concrete Research V.6. pp: 773-782, 1976.
- Maekawa K., Pimanmas A. and Okamura H. Nonlinear mechanics of reinforced concrete. Spon Press, 2003.
- Karihaloo B.L. Fracture mechanics and structural concrete. Longman Scientific & Technical, 1995.
- Shah, S.P. and Carpinteri, A. Fracture mechanics. Test methods for concrete. RILEM Report 5. Chapman and Hall, 1991.



- Shah, S.P., Swartz S.E. and Ouyang C. Fracture mechanics of concrete: Applications of fracture mechanics to concrete , rock and other quasibrittle materials. John Wiley and Sons, 1995.
- Van Mier, J.G.M. Fracture Processes of Concrete. CRC Press, 1997.
- Varios. Determination of the fracture energy of mortar and concrete by mean of three-point bend tests on notched beams. 50-FMC RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.18. pp: 285-290, 1985.
- Varios. Determination of fracture parameters (KIC s and CTODc) of plain concrete using treepoint bend tests. RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.23. pp: 457-460, 1991.
- Varios. Size-effect method for determining fracture energy and process zone size of concrete. TC-89-FMT RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.23. pp: 461-465, 1991.
- Varios. Quasibrittle fracture scaling and size effect. RILEM Final Report. Materials and Structures V.37. Pp: 547-568, 2004.

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	%Presencialidad
AF1	Clases teóricas	18	100
AF2	Clases prácticas	6	100
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	40	50
E3	Pruebas escritas	15	25
E4	Presentaciones orales	0	0
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	5	10

INFORMACIÓN ADICIONAL



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

DEFORMACIÓN EN HORMIGÓN ESTRUCTURAL

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Cálculo avanzado	Deformación en Hormigón Estructural	1º	2º	3,6	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados sobre: mecánica de estructuras y hormigón estructural					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<ul style="list-style-type: none"> • Modelos tensión-deformación del Hormigón • Fluencia y retracción • Modelos de hormigón confinado • Diagramas tensión-deformación del acero • Ecuaciones de equilibrio • Diagramas momento curvatura • Deformación a largo y corto plazo 					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p><u>Competencias generales</u></p> <p>CB1 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.</p> <p>CB2 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.</p> <p>CB3 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.</p> <p>CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.</p> <p><u>Competencias específicas</u></p>					



<p>CE1 Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras, CE2 Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales CE13 Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos</p>
<p>OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)</p>
<p>El alumno conocerá y comprenderá:</p> <p>Los fenómenos básicos que intervienen en la deformación de elementos de hormigón estructural, así como su formulación mecánica y matemática:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comportamientos tensión-deformación del hormigón a corto y largo plazo en todo el rango de deformaciones • Planteamiento de las ecuaciones de equilibrio • Construcción de gráficas momento-curvatura a nivel sección transversal • Integración de curvaturas por diferencias finitas <p>El alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver numéricamente problemas de deformación de elementos de hormigón armado y pretensado.
<p>TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA</p>
<p>TEMARIO TEÓRICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tema 1. Modelos tensión deformación de Hormigón • Tema 2. Fluencia y retracción • Tema 3. Modelos de hormigón confinado • Tema 4. Diagramas de acero a compresión • Tema 5. Diagramas momento curvatura • Tema 6. Deformación a largo y corto plazo <p>TEMARIO PRÁCTICO:</p> <p>Cada tema teórico tendrá varios problemas prácticos que resolver, bien en clase o bien como tarea de casa.</p>
<p>BIBLIOGRAFÍA</p>
<p>BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hormigón Estructural. Hernández Montes, Enrique. Editorial Universidad de Granada. 2002 • Seismic design of Reinforced Concrete. Paulay and Priestley. Ed. Wiley and Sons. New York. 1992 • Prestressed Concrete Structures. Collins and Mitchell. Ed. Prentice may. New Jersey. 1991
<p>ENLACES RECOMENDADOS</p>



METODOLOGÍA DOCENTE			
Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	%Presencialidad
AF1	Clases teóricas	18	100
AF2	Clases prácticas	6	100
AF3	Trabajos tutorizados	10	0
AF4	Tutorías	2	100
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	50	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	4	100
Horas totales y presenciales		90	30

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)			
Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	30	40
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	30	40
E3	Pruebas escritas	0	0
E4	Presentaciones orales	25	35
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas	5	10
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Máster	0	0

INFORMACIÓN ADICIONAL



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

UNIONES METÁLICAS SEMIRRÍGIDAS

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Módulo aplicado: Cálculo avanzado	UNIONES METÁLICAS SEMIRRÍGIDAS	1º	2º	3,6	Optativa

MÁSTER EN QUE SE IMPARTE: MÁSTER DE ESTRUCTURAS

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)

Tener cursadas las asignaturas básicas y obligatorias relativas a Estructuras Metálicas

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

Estudio de las uniones semirrígidas. Estudio de su comportamiento. Ventajas de este tipo de uniones. Dimensionamiento de uniones metálicas semirrígidas.

1. Introducción. Clasificación de las uniones.
2. Modelización de las uniones.
3. Uniones soldadas.
4. Uniones atomilladas: componentes básicos.
5. Ductilidad de las uniones. Diagrama momento curvatura de una unión.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias generales

- CB1: 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.
- CB2: 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.
- CB3: 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.
- CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

CE14 : Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero

CE15 : Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos

CE16 : Conocer la estructura de los documentos científicos y aplicarla en la redacción de trabajos de esta índole

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Los conceptos básicos del método de los componentes para su aplicación y con objeto de obtener los diagramas momento-curvatura de la unión tanto para uniones soldadas como atornilladas. Para ello, el alumno será capaz de:
 - Identificar las zonas de una unión viga-columna
 - Identificar los focos de deformación
 - Calcular la rigidez y la resistencia de cada componente
 - Ensamblar los componentes
 - Generar la curva momento-rotación de la unión

El alumno será capaz de:

- Manejar la normativa en vigor relativa a uniones semirrígidas: Eurocódigo 3 Parte 1-8
- Interpretar la salida de los programas comerciales que implementan uniones semirrígidas.
- Clasificar la unión de acuerdo a la normativa
- Diseñar uniones compatibles con el modelo adoptado en el cálculo del elemento estructural

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Cálculo de uniones metálicas: soldadura y tornillos no pretensados.
- Tema 2. Unión metálica viga-columna.
- Tema 3. Estudio de la rigidización de la unión. Rigidizadores.
- Tema 4. Uniones viga-columna soldadas.
- Tema 5. Uniones viga-columna atornilladas (chapa frontal/angulares).
- Tema 6. El método de los componentes.

TEMARIO PRÁCTICO:

Prácticas

Práctica 1. Dimensionamiento de una unión viga-columna soldada.

Práctica 2. Obtención del diagrama momento-rotación de una unión viga-columna soldada.

Práctica 3. Dimensionamiento de una unión viga-columna atornillada.

Práctica 4. Obtención del diagrama momento-rotación de una unión viga-columna atornillada con chapa frontal.



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Handbook of structural steel connection design and details. Akbar R. Tamboli. McGraw-Hill.
- Structural steel semirigid connections. Faella, Piluso and Rizzano. CRC.
- Eurocódigo 3, Parte 1-8.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Artículos

ENLACES RECOMENDADOS

--

METODOLOGÍA DOCENTE

Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres)	Descripción de la Actividad Formativa	Horas	%Presencialidad
AF1	Clases teóricas	15	100
AF2	Clases prácticas	12	100
AF3	Trabajos tutorizados	15	0
AF4	Tutorías	2	0
AF5	Trabajo autónomo del estudiante	43	0
AF6	Trabajo del estudiante en el centro de prácticas	0	0
AF7	Evaluación	3	100
Horas totales y presenciales		90	30

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Codificación / número	Descripción del Sistema de Evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso	50	60
E2	Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)	25	40
E3	Pruebas escritas	10	15
E4	Presentaciones orales	0	0
E5	Memorias	0	0
E6	Aportaciones del alumno en las sesiones prácticas y	5	10



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

	actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas		
E7	Defensa pública del Trabajo Fin de Máster	0	0

INFORMACIÓN ADICIONAL

--

E7

**ugr** | Universidad
de Granada**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**
<http://grados.ugr.es>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA PRÁCTICAS EN EMPRESA

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
PRÁCTICAS EXTERNAS	Prácticas en empresas	1º	2º	3,6 ó 7,2	Optativa
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Asignaturas obligatorias de los módulos de Fundamentos					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
Los contenidos/tareas específicas se establecerán mediante acuerdo entre el tutor de prácticas y la empresa receptora del becario, y estarán relacionados con las competencias generales y específicas a alcanzar en el Máster.					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
<p><u>Competencias generales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CG3 - Calcular la respuesta dinámica de las estructuras, comprender la naturaleza de las cargas sísmicas a las que están sometidas y utilizar metodologías avanzadas de diseño CG1 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural CG2 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño CG4 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta CG5 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado <p><u>Competencias básicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CB6 - 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 CB7 - 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 CB8 - 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

- CB9 - 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
- CB10 - 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.

Competencias específicas

- CE2 - Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales.
- CE3 - Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos.
- CE8 - Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas.
- CE9 - Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras.
- CE11 - Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural.
- CE13 - Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural.
- CE14 - Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero.
- CE18 - Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- El estudiante se integrará en un equipo de trabajo dentro de la empresa (competencias CB1, CB2).
- De acuerdo con el co-tutor asignado dentro de la misma, participará en labores técnicas que se le asignen y rendirá cuenta de las mismas a dicho co-tutor (competencias CE13, CE14, CB3).
- También se incorporará a todas aquellas funciones/tareas en las que pueda colaborar, aunque sean de otra índole, tales como relaciones con las administraciones y clientes (competencias CE13, CE14, CB1, CB4).
- Cada quince días presentará al tutor académico un informe de actividades, indicando los avances realizados, la relación de sus tareas con las materias impartidas en el Master así como el plan de trabajo para la siguiente quincena (competencias CB3).

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

Los contenidos/tareas específicas se establecerán mediante acuerdo entre el tutor de prácti-



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

cas y la empresa receptora del becario. El alumno tendrá un horario de 5 horas/día, y la empresa ha de permitirle realizar otras actividades académicas del Máster. Según la duración de la Práctica (1 mes o 2 meses), así será la equivalencia en ECTS (3,6 o 7,2, respectivamente)
BIBLIOGRAFÍA
ENLACES RECOMENDADOS
METODOLOGÍA DOCENTE
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)
El estudiante redactará informes quincenales de actividades y un informe final que, tras recibir el visto bueno del co-tutor en la empresa, será evaluado por el tutor académico.
INFORMACIÓN ADICIONAL

2-1-3



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	1º	2º	24	Obligatoria
MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:		MÁSTER DE ESTRUCTURAS			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
36 créditos ECTS según la propuesta de materias reflejada en el plan de estudios del título.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<p>Los contenidos concretos se ajustarán a las líneas de investigación que a continuación se listan.</p> <p>Líneas para la realización del Trabajo Fin de Master</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptación del modelo de tensión-deformación propuesto por el eurocódigo-2 a hormigón confinado (calculo avanzado) • Estudio de vigas de acero de alma aligerada para zonas sísmicas (calculo avanzado) • Estudio comparativo de los modelos de cortante de hormigón armado (calculo avanzado) • Optimización de pórticos metálicos introduciendo el efecto de las uniones (cálculo avanzado) • Localización experimental de defectos mediante ultrasonidos (calidad y daño) • Diagnóstico y pronóstico de daño estructural (calidad y daño) • Programación y Aplicaciones avanzadas del Método de los Elementos de Contorno (calidad y daño) • Optimización e identificación de parámetros en estructuras (calidad y daño) • Movimiento intenso del suelo en terremotos (sísmica y dinámica estructural) • Estrategias avanzadas de proyecto sismorresistente utilizando sistemas de control pasivo (sísmica y dinámica estructural) • Comportamiento Dinámico de Estructuras Sometidas a Cargas Móviles 					



- (sísmica y dinámica estructural)
- Fiabilidad estructural ante acciones eólicas (calidad y daño)
- Fiabilidad estructural ante acciones hidráulicas (calidad y daño)
- Ingeniería civil y redes neuronales artificiales: aplicaciones (calculo avanzado)
- Aplicación de los algoritmos genéticos en la ingeniería civil (calculo avanzado)
- Técnicas difusas para problemas de ingeniería (calculo avanzado)

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias básicas

- CB1: 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.
- CB2: 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.
- CB3: 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.
- CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas

- CE15: Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos
- CE16: Conocer la estructura de los documentos científicos y aplicarla en la redacción de trabajos de esta índole
- CE17: Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos
- CE18: Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno será capaz de:

- Realizar tareas de búsqueda de información
- Proponer objetivos específicos dentro de los generales que se le hayan plantea-



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

- do
- Desarrollar las técnicas/métodos necesarios para la consecución de los objetivos propuestos en el trabajo, bien de índole experimental, analítico o computacional, o bien de carácter más aplicado
 - Desarrollar una memoria escrita, según el formato adecuado al carácter de su trabajo, bien aplicado, bien de iniciación a la investigación
 - Resumir el trabajo desarrollado para su presentación y defensa pública

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

BIBLIOGRAFÍA

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

- Tutorías con el tutor asignado
- Tutorías de otros profesores del Master que mayor relación puedan tener con las actividades que esté realizando dentro de la Línea de Investigación Propuesta.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

El estudiante realizará informes orales y/o escritos al tutor del trabajo. Redactará una memoria final de trabajo y, tras el visto bueno del tutor, la presentará ante un tribunal para su defensa y evaluación en acto público.

INFORMACIÓN ADICIONAL



ugr | Universidad
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>