

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTR E | CRÉDITOS | TIPO |
|--|----------------------------------|-------|--|----------|--------|
| FORMACIÓN CIENTÍFICA | MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS | 1º | 1º | 4,5 | Básica |
| PROFESOR(ES) | | | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.) | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Javier Suárez Medina (fjsuarez@ugr.es) Guillermo Rus Carlborg (grus@ugr.es) | | | ETSI Caminos, Canales y Puertos. Campus de Fuentenueva. 4ª planta. Despachos: 10 y 13. (fjsuarez@ugr.es), (grus@ugr.es) | | |
| | | | HORARIO DE TUTORÍAS | | |
| | | | Consultar web: http://meih.ugr.es/ | | |
| MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE | | | OTROS MASTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR | | |
| MÁSTER DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | | | MÁSTER DE ESTRUCTURAS | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede) | | | | | |
| | | | | | |

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)

Cinemática del continuo: descripción del movimiento; descripción de la deformación; ecuaciones de compatibilidad. Análisis de tensiones. Leyes fundamentales de la Mecánica del continuo: ecuaciones de conservación-balance. Problemas de flujo: transferencia de calor. Elasticidad lineal. Plasticidad. Ecuaciones constitutivas en fluidos. Viscoelasticidad. Principios variacionales



COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias Específicas:

AFC-2. Comprensión y dominio de las leyes de la termomecánica de los medios continuos y capacidad para su aplicación en ámbitos propios de la ingeniería como son la mecánica de fluidos, la mecánica de materiales y la teoría de estructuras...etc.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Iniciar al alumno en el estudio de la Mecánica de los Medios Continuos.

La Mecánica de Medios Continuos (MMC) es una rama de la Mecánica que propone un modelo unificado para sólidos deformables, sólidos rígidos y fluidos (líquidos y gases), basado en la hipótesis fundamental de la continuidad del medio: se supone la materia distribuida de forma continua en cualquier porción de volumen que se considere. El término medio continuo se usa tanto para designar un modelo matemático, como cualquier porción de material cuyo comportamiento se puede describir adecuadamente por ese modelo.

Esta disciplina permite adquirir la base científica (matemática y física) necesaria para abordar una amplia gama de problemas que se plantean en campos de conocimiento que van desde la ingeniería mecánica y de estructuras, hasta la bioingeniería.

El curso pretende dar a conocer los conocimientos teóricos básicos de la mecánica del continuo (análisis de tensiones, cinemática, análisis de deformaciones, elasticidad lineal y leyes de balance y conservación), complementados con la resolución práctica de ejercicios con ordenador, y la realización de prácticas de laboratorio.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

Introducción al medio continuo. Evolución histórica. Conceptos previos. Notación matemática. El medio material. Hipótesis previa: la continuidad de la materia. Marco de referencia. Magnitudes extensivas e intensivas. Conceptos de homogeneidad e isotropía. Modelo matemático: el medio continuo. Propiedades del medio material continuo. Propiedades mecánicas: Densidad y peso específico. Clasificación de las fuerzas. Fuerza másica. Principio de tensión de Cauchy. El vector tensión. Deformaciones. Desplazamiento. Relación entre esfuerzos y deformaciones. Propiedades térmicas: Dilatación térmica. Conductividad térmica. Capacidad térmica y calor específico. Propiedades eléctricas y magnéticas. Modelos de comportamiento. Respuesta elástica. Módulo de Young (E). Módulo elástico volumétrico (K). Módulo de rigidez (G). Coeficiente de Poisson. Otros modelos constitutivos. Plasticidad. Termoelasticidad. Viscoelasticidad. Piezoelectricidad.

Análisis de tensiones. El vector tensión. Tensión sobre los planos coordenados. Estado tensional en el entorno de un punto. Relación entre el vector tensión y el tensor de tensiones. Simetría del tensor de tensiones. Leyes de transformación del tensor de tensiones. Tensiones principales. Invariantes de tensión. El triedro principal. Tensiones octaédricas. Valores extremos de la tensión tangencial. Valores extremos de la tensión normal. Elipsoide de tensiones. Superficie directriz. Estados tensionales: hidrostático, plano, uniaxial y de cisión pura. Tensores de tensión esférico y desviador. El Espacio de Haigh-Westergaard. El plano PI. Variación local



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 2

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 20:01:59 Página: 2 / 6



/SqOe9nzLo90Ql7fA73uln5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

del estado tensional. Análisis de tensiones en dos dimensiones.

Análisis de deformaciones. Partículas y Puntos. Configuración. Deformación y Flujo. Vector de posición. Vector desplazamiento. Descripciones Lagrangiana y Euleriana. Gradientes de deformación. Gradientes de desplazamiento. Tensores de deformación. Tensores de deformaciones finitas. Tensores de deformación infinitesimales. Desplazamiento relativo. Tensor de rotación lineal. Expresión vectorial de la deformación. Significado geométrico de las componentes del tensor de deformación. Ejes principales de deformación. Invariantes de deformación. Deformación volumétrica. Teoría de las deformaciones pequeñas. Deformación lineal: Análisis de la deformación de un elemento diferencial. Direcciones principales de deformación. Deformación normal y tangencial. Estudio local de la deformación. Componentes esférica y desviadora. Deformaciones octaédricas. Deformación volumétrica. Cambio del sistema de referencia. Deformación en dos dimensiones. Representaciones gráficas. Ecuaciones de compatibilidad para deformaciones lineales.

Leyes de balance y conservación. Postulados de conservación. Flujo por transporte de masa. Derivada local y derivada material. Conservación de la masa. Balance de cantidad de movimiento. Balance de energía. Ecuaciones constitutivas.

Introducción a la Elasticidad Lineal. Modelo de comportamiento. El ensayo de tracción. Módulo de elasticidad longitudinal. Coeficiente de Poisson. Ley de Hooke generalizada en materiales isotrópicos. Módulo de elasticidad tangencial. Ley general de comportamiento elástico-lineal. Índices pertenecientes a I3 e I6. Función densidad energía de deformación. Hiperelasticidad. Simetría elástica. Ortotropía. Isotropía elástica. Ecuaciones de Lamé. Ley de Hooke. Relación entre las constantes elásticas. Densidad de energía de deformación para medios isotrópicos. Módulo volumétrico. Planteamiento general del problema elástico. Condiciones de contorno. Campo de validez de las ecuaciones. Estrategia de solución. Formulación en desplazamientos. Ecuaciones de Navier-Cauchy. Formulación en tensiones. Ecuaciones de Beltrami Michell. Teorema de superposición. Ley de conservación de la energía interna. Unicidad de la solución. Teorema de Kirchoff. Principio de St. Venant. Solución elástica de una pieza cilíndrica sometida a su propio peso y a una carga axial P. Método semi-inverso. Solución mediante aplicación de las fórmulas de Resistencia de Materiales. Análisis de las hipótesis simplificativas. Estados bidimensionales. Estado plano. Estado altiplano.

Criterios de Plastificación. Deformaciones Elásticas-Inelásticas. Hipótesis de la Teoría de la Plasticidad. El Ensayo de tracción. Tensión y deformación verdadera. Condición de carga máxima. Endurecimiento por deformación. Efecto Bauschinger. Leyes tensión-deformación. Criterios de plastificación. Criterio de Tresca. Criterio de Von Mises. Criterio de Mohr-Coulomb. Criterio de Rankine.

Viscoelasticidad lineal. Respuesta viscosa. Respuesta plástica. Comportamiento viscoelástico. Proceso de deformación del hormigón. Modelo de Maxwell. Modelo de Kelvin-Voigt. Modelo de Burgers. Comportamiento elastoplástico.

Aplicación por ordenador. Introducción al MEF. Introducción al interfaz. Ejercicios: definición y solución analítica.

Prácticas de laboratorio.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 3

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 20:01:59 Página: 3 / 6



/SqOe9nzLo90Ql7fA73uln5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- *Mecánica del Medio Continuo*. George E. Mase Serie Schaum
- *Introducción a la Elasticidad Lineal*. Francisco Javier Suárez Medina. Editorial Universidad de Granada. 2010. ISBN 978-84-338-5132-1.
- *Física del Continuo*. Francisco Javier Suárez Medina. 2009. Apuntes. ISBN 84-689-1845-8.

BIIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- *Mécanique des milieux continus*. Coirier, J. Dunod. 2007. ISBN: 978-2100507054
- *Teoría de la Elasticidad*. Federico París. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. 1996. ISBN 88783-18-3.
- *Mecánica de medios continuos para ingenieros*. Xavier Oliver Olivella. Carlos Agelet de Saracibar Bosch. Ediciones UPC. 2002. ISBN: 9788483015827.
- *Mécanique du Continu. Tomes 1, 2 y 3*. Jean Salecon. ELLIPSES-Edition Marqueting 32 rue Bargue 75015 PARIS.
- *Continuum Mechanics For Engineers*. Mase & Mase, Crc Press. 1999.
- *Theory Of Viscoelasticity: An Introduction*. Christensen R.M. Academia Press, New York. 1971.
- *Plasticity Theory*. Jacob Lubliner, Mac Millan
- *Mechanics of Continua*. Eringen, A. Cemel (2nd edition edición). Krieger Pub Co. ISBN 0-88275-663-X. 1980.
- *Nonlinear Continuum Mechanics and Large Inelastic Deformations*. Dimitrienko, Yuriy. Springer. ISBN 978-94-007-0033-8. 2011.
- *A First Course in Continuum Mechanics (2nd edition edición)*. Fung, Y. C. Prentice-Hall, Inc. ISBN 0-13-318311-4. 1977.
- *An Introduction to Continuum Mechanics*. Gurtin, M. E. New York: Academic Press. 1981.
- *The Thermomechanics of Nonlinear Irreversible Behaviors: An Introduction*. Singapore: World Scientific. Maugin, G. A. 1999.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 4

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 20:01:59 Página: 4 / 6



/SqOe9nzLo90Ql7fA73uln5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

METODOLOGÍA DOCENTE

La docencia, de carácter teórico-práctico, se desarrollará en las siguientes fases:

- *Estudio previo a las clases teóricas:* el alumno acudirá a clase habiendo consultado previamente la materia objeto de la misma a partir de la bibliografía indicada por el profesor para el desarrollo de cada tema.
- *Clases teóricas:* serán fundamentalmente expositivas; durante las mismas el profesor se centrará en los conceptos fundamentales, propiciando la participación del alumnado.
- *Clases prácticas:* durante las clases prácticas se resolverán ejercicios propuestos por el profesor, de forma individual y en grupo; se propiciará la generación de debates, que hagan reflexionar sobre los conceptos fundamentales.
- *Ejercicios de curso:* propuestos por el profesor.
- *Prácticas de laboratorio:* son clases prácticas donde se realizarán ensayos reales en bancos de ensayo para contrastar resultados teóricos estudiados previamente en clase con resultados experimentales. Se formarán grupos de alumnos. El profesor explicará los conceptos teóricos y describirá el procedimiento a seguir por los alumnos, que realizarán ellos mismos la práctica bajo la supervisión del profesor.
- *Seminarios:* Asistencia a conferencias, seminarios, workshops, congresos, charlas sobre temáticas relacionadas con la materia, que fomenten el debate y la reflexión en el alumnado.
- *Estudio posterior:* el alumno deberá estudiar lo suficiente para acabar de comprender y fijar los conceptos teóricos y ser capaz de aplicarlos a casos prácticos similares a los tratados en las clases de problemas.
- *Tutorías:* Con ellas se favorece la interacción directa entre el estudiante y el profesor. Su objetivo es supervisar el trabajo autónomo y grupal del alumnado, reorientar a los alumnos en aspectos que lo necesiten y orientar la formación académica-integral del estudiante.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 5

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 20:01:59 Página: 5 / 6



/SqOe9nzLo90Ql7fA73uln5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

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

- **Evaluación continua:** la evaluación del rendimiento del alumno se realizará de forma continua durante el desarrollo del curso, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Asistencia, participación y realización de ejercicios prácticos propuestos por el profesor.
- Pruebas de control realizadas durante las clases.
- Prácticas de ordenador.
- Prácticas de laboratorio.
- Ejercicios de curso.
- Examen final.

Para superar la asignatura será condición necesaria y suficiente realizar las prácticas de laboratorio, realizar las prácticas de ordenador, y aprobar el examen final.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

El alumno podrá solicitar la modalidad Evaluación Única Final, que consistirá en un examen teórico práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro.

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Se facilitará la comunicación electrónica entre el alumno y el profesor a través de la *Plataforma de Recursos de Apoyo a la Docencia de la UGr, PRADO2*.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 6

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 20:01:59 Página: 6 / 6



/SqOe9nzLo90Ql7fA73uIn5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.