



POLITÉCNICA



# Biomecánica de Medios Continuos

## Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

### 1. Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	Biomecánica de Medios Continuos
<b>Materia</b>	Biomecánica
<b>Departamento responsable</b>	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
<b>Créditos ECTS</b>	6
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Titulación</b>	Graduado en Ingeniería Biomédica
<b>Curso</b>	2º
<b>Especialidad</b>	N/A

<b>Curso académico</b>	2013-2014
<b>Semestre en que se imparte</b>	Segundo
<b>Idioma en que se imparte</b>	Castellano
<b>Página Web</b>	<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a> <a href="http://www.mecanica.upm.es/bimc">http://www.mecanica.upm.es/bimc</a>



## 2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
José M. <sup>a</sup> Goicolea Ruigómez (Coordinador)	T9-7	<a href="mailto:jose.goicolea@upm.es">jose.goicolea@upm.es</a>
Sergio Blanco Ibáñez	T9-8	<a href="mailto:sergio.blanco@upm.es">sergio.blanco@upm.es</a>
M. <sup>a</sup> Dolores Gómez Pulido	T9-8	<a href="mailto:dpulido@ietcc.csic.es">dpulido@ietcc.csic.es</a>

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos de Biomecánica</li> <li>• Matemáticas I, II y III</li> <li>• Física</li> </ul>

## 4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG1-18	Competencias generales de la titulación	3
CE6	Comprender y saber calcular el equilibrio y la dinámica de sistemas mecánicos	3
CE7	Saber aplicar las ecuaciones elementales de la mecánica de fluidos en el cálculo de sistemas de conducción convencionales macroscópicos y en microfluídica.	2
CE44	Conocer las principales propiedades y comportamiento mecánico de los tejidos y sistemas fisiológicos animales, especialmente humanos	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Básico  
 Nivel de adquisición 2: Medio  
 Nivel de adquisición 3: Avanzado



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Conocer y comprender el concepto de medio continuo, así como comprender y analizar las tensiones como fuerzas internas en el mismo, sabiendo calcular sus distintas componentes y medidas	CE6	3
RA2	Conocer, comprender y analizar las medidas de las deformaciones y movimientos en un medio continuo	CE6	3
RA3	Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de la elasticidad como relaciones básicas del comportamiento de los sólidos y tejidos biológicos.	CE6	3
RA4	Conocer, aplicar y analizar las distribuciones de tensiones y deformaciones en problemas bidimensionales de elasticidad	CE6 CE44	3
RA5	Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de balance y principios de conservación que rigen el equilibrio y la dinámica en los medios continuos	CE6	2
RA6	Conocer comprender y analizar los modelos de materiales que dependen de la velocidad de deformación como los sólidos viscoelásticos y los fluidos Newtonianos	CE6, CE7, CE44	2
RA7	Conocer los tipos de tejidos del cuerpo humano y comprender su comportamiento mecánico, incluyendo los tejidos duros y blandos así como los el flujo sanguíneo	CE7, CE44	2

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento descriptivo  
Nivel de adquisición 2: Compresión/Aplicación  
Nivel de adquisición 3: Análisis/Síntesis/Implementación



## 5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Comprender los conceptos básicos de medios continuos y de tensiones y aplicarlos para calcular sus componentes e invariantes	RA1
I2	Comprender las medidas del movimiento y las deformaciones en los medios continuos y aplicarlas para calcular las deformaciones en casos prácticos	RA2
I3	Comprender las ecuaciones del comportamiento elástico y saberlas aplicar para expresar las relaciones entre tensiones y deformaciones y plantear el problema elástico	RA3
I4	Aplicar las ecuaciones de la elasticidad a casos bidimensionales sencillos obteniendo soluciones por métodos analíticos y numéricos con ayuda del ordenador	RA4
I5	Conocer las leyes que expresan la dinámica o el equilibrio a partir del balance de magnitudes cinéticas en los medios continuos	RA5
I6	Comprender y saber aplicar los modelos de comportamiento de fluidos Newtonianos y sus ecuaciones. Comprender y saber aplicar los modelos viscoelásticos.	RA6
I7	Conocer la estructura y propiedades mecánicas de los principales tejidos del cuerpo humano, calculando las magnitudes de tensiones y deformaciones en casos prácticos	RA7



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Resolución y entrega de ejercicios teóricos (tipo test) y problemas	Semanas 1 a 15	Aula de clase	15 %
Resolución y entrega de prácticas de laboratorio computacional	Semanas 4, 9, 13 y 14	Aula informática	10 %
Evaluación intermedia de la asignatura	Semana 10 08/04/2013	Aula de clase	25 %
Examen final de toda la asignatura	Convocatoria junio o julio	Aula de exámenes	50 %
			<b>Total: 100 %</b>

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
<p>Los alumnos serán evaluados en principio mediante evaluación continua, aunque el alumno que lo desee podrá ser evaluado únicamente mediante examen final.</p> <p>La calificación final se obtendrá a partir de 4 componentes: 1) El resultado del trabajo personal del alumno a lo largo del curso evaluado en controles breves semanales de tipo teórico (ejercicios tipo test de 10 min en clase) o prácticos (entrega de problemas); 2) el trabajo de los alumnos en las prácticas de laboratorio computacional; 3) la evaluación de una prueba intermedia; y 4) el examen final del curso.</p> <p>El objetivo principal de la evaluación no será el aprendizaje descriptivo o memorístico, sino la comprensión de los conceptos y modelos principales de mecánica de medios continuos en biomedicina por parte del estudiante, así como la capacidad de aplicación de los modelos y ecuaciones para problemas prácticos. Asimismo un objetivo importante será la capacidad de resolver problemas mediante modelos computacionales.</p> <p>La evaluación continua no podrá rebajar la nota del alumno en relación a la del examen final: en el caso de que la nota obtenida por evaluación continua ponderada fuese inferior a la del examen final como prueba única, se considerará esta última como nota del curso. En consecuencia, los alumnos que deseen ser evaluados mediante un único examen final en cumplimiento de la Normativa de la Universidad Politécnica de Madrid no necesitarán hacer ninguna solicitud especial ni renunciar a la evaluación continua, bastará que acudan a dicho examen final.</p>



## 6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 0: Preliminares matemáticos	Algebra vectorial. Bases y coordenadas. Productos escalar y vectorial. Tensores. Autovalores. Funciones de vectores y tensores. Derivadas. Teoremas integrales.	I1
Tema 1: Concepto de medio continuo y análisis de tensiones	Concepto de medio continuo. Tensiones. Ecuaciones de equilibrio. Concepto de medio continuo. Masa y densidad. Fuerzas y momentos. Fuerzas sobre una superficie. Tensor de tensiones de Cauchy. Condiciones de equilibrio. Tensiones principales. Tensiones normales y de corte. Presión y tensión desviadora. Representación mediante el círculo de Mohr. Espacio de tensiones principales.	I1
Tema 2: Cinemática y análisis de las deformaciones	Configuraciones, movimiento y deformación. Gradiente de deformación. Deformaciones homogéneas. Medidas de la deformación. Pequeñas deformaciones. Ecuaciones de compatibilidad en deformaciones. Derivadas materiales y espaciales. Transformación de áreas y superficies.	I2
Tema 3: Ecuaciones de la elasticidad	Concepto de elasticidad. Elasticidad lineal: Ley de Hooke generalizada. Constantes de Lamé. Planteamiento del problema elástico lineal. Termoelasticidad. Principios variacionales en elasticidad. Teoremas energéticos.	I3
Tema 4: Aplicaciones en elasticidad bidimensional	Deformación plana. Tensión plana. El problema elástico lineal en elasticidad bidimensional. Líneas isostáticas, isoclinas e isobaras. Función de Airy para el cálculo de tensiones.	I4



Tema 5: Leyes de balance y conservación	Conservación de la masa. Balance de cantidad de movimiento. Balance de momento cinético. Balance de energía. Descripciones locales Eulerianas y Lagrangianas. Formulaciones según volumen de control y volumen material. Teorema de transporte de Reynolds. Principios generales de los modelos constitutivos.	15
Tema 6: Fluidos y viscoelasticidad	Fluidos perfectos y fluidos viscosos Newtonianos. Ecuaciones de Navier-Stokes. Comportamiento reológico de los sólidos. Viscoelasticidad lineal. Funciones de fluencia y relajación. Planteamiento general del problema viscoelástico.	16
Tema 7: Aplicación para tejidos humanos duros	Tipos de huesos en el cuerpo humano. Fisiología, estructura y propiedades mecánicas. Remodelación. Mecanobiología ósea. Cálculo de tensiones y deformaciones	17
Tema 8: Aplicación para tejidos humanos blandos	Tipos de tejidos humanos blandos: músculo estriado, músculo liso, piel, arterias y venas, cartílagos, tendones. Fisiología, estructura y propiedades mecánicas. Comportamiento elástico no lineal. Aplicaciones cardiovasculares.	17
Tema 9: Aplicación para flujo sanguíneo	Circulación sanguínea en arterias y venas.	17
Prácticas en laboratorio computacional	P1. Maple: cálculo de tensiones P2. Maple: cálculo de respuesta elástica P3. Elementos finitos: cálculo de tensiones y deformaciones en huesos P4. Elementos finitos: cálculo de tensiones y deformaciones en tejidos blandos	11-17



## 7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

<b>CLASES DE TEORIA</b>	Se utilizará la lección magistral para la exposición verbal de los contenidos
<b>CLASES DE PROBLEMAS</b>	El profesor propondrá problemas que el alumno deberá realizar en casa y posteriormente se resolverán en la clase
<b>PRÁCTICAS</b>	El alumno deberá llevar la práctica leída al laboratorio. En él, el profesor explicará el uso del software a emplear, desarrollará un ejemplo de prueba e indicará a los estudiantes el trabajo adicional y resultados que deberán entregar al final de la clase en su informe.
<b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>	Los alumnos deberán realizar los problemas, ejercicios o demostraciones que se les proponga para practicar y afianzar los conocimientos aprendidos.
<b>TUTORÍAS</b>	Los alumnos que lo deseen se dirigirán al profesor responsable de su grupo para concretar fecha y lugar para la realización de la tutoría.





## 8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	Biomechanics. Concepts and computation. C.W.J. Oomens, M. Brekelmans y F. Baaijens. Cambridge University Press. 2009
	The elements of continuum biomechanics. M. Epstein. John Wiley & Sons. 2012
	Introductory biomechanics. From cells to organisms. C. Ross Ethier y Craig A. Simmons. Cambridge University Press. 2009
	Oliver, X. y Agelet de Saracibar, C. "Mecánica de medios continuos para ingenieros", ediciones UPC, Barcelona 2005
<b>RECURSOS WEB</b>	<a href="http://www.mecanica.upm.es/bimc">http://www.mecanica.upm.es/bimc</a>
	<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Biblioteca
	Aula de clase: Asignada por Jefatura de Estudios
	Aula informática



### 9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 0</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>		(6 h)			
Semana 2 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 0</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>		(6 h)			
Semana 3 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 1</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>		(6 h)			
Semana 4 (12 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 1</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>	Práctica P1 (Maple): cálculo de tensiones (2h)	(6 h)			
Semana 5 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 2</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>		(6 h)			
Semana 6 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 2</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>		(6 h)			
Semana 7 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 3</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>		(6 h)			
Semana 8 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 3</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>		(6 h)			
Semana 9 (12 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 4</li> <li>Teoría y ejercicios (4 h)</li> </ul>	Práctica P2 (Maple): cálculo de respuesta elástica (2h)	(6 h)			



Semana 10 (10 horas)	• Tema 4 Teoría y ejercicios (2 h)		(6 h)		Examen intermedio (2 h)	
Semana 11 (10 horas)	• Tema 5 Teoría y ejercicios (4 h)		(6 h)			
Semana 12 (10 horas)	• Tema 6 Teoría y ejercicios (4 h)		(6 h)			
Semana 13 (12 horas)	• Tema 7 Teoría y ejercicios (4 h)	Práctica P3 (Elementos Finitos): respuesta mecánica de huesos (2h)	(6 h)			
Semana 14 (12 horas)	• Tema 8 Teoría y ejercicios (4 h)	Práctica P4 (Elementos Finitos): respuesta mecánica de tejidos blandos (2h)	(6 h)			
Semana 15 (10 horas)	• Tema 9 Teoría y ejercicios (4 h)		(6 h)			
Semanas 16-17 (4 horas)					Examen final (4 h)	

162 horas

58 horas

8 horas

90 horas

6 horas

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.



POLITÉCNICA

