



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000454 - Comportamiento dinámico de materiales**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Segundo semestre



## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos .....	1
2. Profesorado .....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje .....	2
4. Descripción de la asignatura y temario .....	3
5. Cronograma .....	5
6. Actividades y criterios de evaluación .....	8
7. Recursos didácticos .....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

<b>Nombre de la Asignatura</b>	43000454 - Comportamiento dinámico de materiales
<b>Nº de Créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
<b>Curso Académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías*</b>
Francisco Galvez Diaz-Rubio (Coordinador/a)		f.galvez@upm.es	--
David Angel Cendon Franco		david.cendon.franco@upm.es	--
Rafael Sancho Cadenas		rafael.sancho@upm.es	--

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.3 Profesorado Externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Claudio Lopes	claudiosaul.lopes@imdea.org	IMDEA Materiales

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

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.

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

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

CE13 - - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Análisis y diseño estructural en régimen dinámico y/o no lineal.

CE15 - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Seguridad y durabilidad estructural.

CG1 - Polivalencia para extender a ámbitos afines las competencias generales adquiridas en el ámbito temático del título.

CG4 - Capacidad de comunicación académica de contenido técnico y científico, oral y escrita en lengua inglesa.

CG5 - Capacidad de utilización de los servicios de comunicación y de obtención de información para su transformación en conocimiento aplicable al ejercicio de las competencias específicas.

CT3 - Compromiso y capacidad de aplicación de los estándares de deontología en investigación y ejercicio profesional avanzado

### 3.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA8 - Utiliza con eficacia recursos de modelización predictiva en una o más de las materias del módulo

RA4 - Utiliza con eficacia recursos de información y comunicación

RA9 - Participa en debates en lengua inglesa

RA13 - Sintetiza e integra con polivalencia y autonomía las competencias específica de formación científico-técnica para iniciación en I+D+i, para la alta especialización y para la investigación doctoral.

RA3 - Interioriza los principios de deontología profesional para actividades de I+D+i

RA1 - Utiliza con eficacia, autonomía y polivalencia recursos de modelización predictiva en la temática de la materia

RA2 - Presenta comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente, en lengua española e inglesa

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1 Descripción de la asignatura

Introduction Dynamic behaviour of materials  
Numerical Methods and Numerical Simulation

Elastic Waves

Plastic Waves

Experimental Methods

Compression tests. (LAB EXPERIMENTS)

Shock waves

Blast and explosion

Introduction to ballistics

Analytical models for ballistics

Impact testing. (LAB EXPERIMENT)

Impact on composites

## 4.2 Temario de la asignatura

1. Introduction Dynamic behaviour of materials
2. Numerical Methods and Numerical Simulation
3. Elastic Waves
4. Plastic Waves
5. Experimental Methods
6. Compression tests. (LAB EXPERIMENTS)
7. Shock waves
8. Blast and explosion
9. Introduction to ballistics
10. Analytical models for ballistics
11. Impact testing. (LAB EXPERIMENT)
12. Impact on composites

## 5. Cronograma

### 5.1 Cronograma de la asignatura\*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	<p><b>Introduction</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Dynamic behaviour of materials</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
2	<p><b>Numerical Methods</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Numerical Simulation</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
3	<p><b>Elastic waves in solids</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Numerical Simulation</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
4	<p><b>Plastic waves in solids</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Exercises of waves in solids</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
5	<p><b>Experimental Methods</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Numerical Simulation</b> Duración: 00:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Evaluation Test</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 00:20</p>
6		<p><b>Numerical Simulation Groups B</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Experimental compression tests at different strain rates. Groups A</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Report Numerical Simulation 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo IndividualEvaluación continua Duración: 00:00</p>
7		<p><b>Numerical Simulation Groups A</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Experimental compression tests at different strain rates. Groups B</b> Duración: 02:00</p>		<p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>

		PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Shock Waves in solids</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Numerical Simulation</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00
9	<b>Blast and explosion</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Numerical Simulation</b> Duración: 00:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Evaluation Test</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 00:20  <b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00  <b>Report Experimental tests 1 and numerical Simulation 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo IndividualEvaluación continua Duración: 00:00
10	<b>Introduction to Ballistics</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Numerical Simulation</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00
11	<b>Analytical Models in Ballistics</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Exercises of Impact Mechanics</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00
12		<b>Experimental: Gas gun Impacts</b> Duración: 01:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Evaluation Test</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 00:20  <b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00
13	<b>Impact on composite materials</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00
14	<b>Impact on composite materials</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00  <b>Report Experimental tests 2 and numerical Simulation 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo IndividualEvaluación continua Duración: 00:00



15			<p><b>Evaluation Test</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 00:20</p> <p><b>Term project. Students presentations</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 01:40</p> <p><b>Class attendance</b> OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
16			<p><b>Final Exam</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p>

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
2	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
3	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
4	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
5	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
5	Evaluation Test	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	6.25%	/ 10	
6	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
6	Report Numerical Simulation 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	6.25%	/ 10	CB6 CB9 CB10 CG1 CG4 CG5 CT3 CE13 CE15
7	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	

8	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
9	Evaluation Test	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	6.25%	/ 10	CB6 CB9 CB10 CG1 CG4 CT3 CE13 CE15
9	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
9	Report Experimental tests 1 and numerical Simulation 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	6.25%	/ 10	CB6 CB9 CB10 CG1 CG4 CG5 CT3 CE13 CE15
10	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
11	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
12	Evaluation Test	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	6.25%	/ 10	
12	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
13	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
14	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	
14	Report Experimental tests 2 and numerical Simulation 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	6.25%	/ 10	

15	Evaluation Test	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:20	6.25%	/ 10	
15	Term project. Students presentations	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:40	12.5%	/ 10	CB6 CB9 CB10 CG1 CG4 CG5 CT3 CE13 CE15
15	Class attendance	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.67%	/ 10	

### 6.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Final Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CB6 CB9 CB10 CG1 CG4 CG5 CT3 CE13 CE15

### 6.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Final Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CB6 CB9 CB10 CG1 CG4 CG5 CT3 CE13 CE15

## 6.2 Criterios de Evaluación

Assessment criteria

### A. CONTINUUM ASSESSMENT

The final mark consists of continuous assessment and a term project. The final mark is obtained through the following items: class attendance and exercises (CA), several tests covering the lectures (TS), the simulation and lab exercises (SM) and term project (TP):

- o CA Class attendance and Proposed Exercises. 25%
- o TS Average of the marks obtained in the tests. 25%
- o SM Average of simulation / lab exercises. 25%
- o TP Term project (final work including presentation). 25%

Pass mark:  $0.25*CA+0.25*TS+0.25*SM+0.25*TP > 5$

### B. FINAL EXAM

The exam weights 100%.

## 7. Recursos didácticos

---

### 7.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Text book 1	Bibliografía	Meyers, M.A., Dynamic Behavior of Materials. John Willey & Sons. 1994
Text Book 2	Bibliografía	Zukas, N. Impact Dynamics. John Willey & Sons. 1982.
Text Book 3	Bibliografía	Zukas, N. High velocity Impact Dynamics. John Willey & Sons. 1990.
Text Book 4	Bibliografía	Johnson, W. Impact strength of materials. Edward Arnold Ed. 1972.
Laptop	Equipamiento	The student should bring his own laptop for the numerical simulations.
Experimental device 1	Equipamiento	Universal compression machine
Experimental device 2	Equipamiento	Compression Hopkinson Bar
Experimental Device 3	Equipamiento	Impact Gas Gun
License Server	Otros	License server of LsDyna for numerical simulations