



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Diligencia para hacer constar que las siguientes páginas de este documento se corresponden con la información que consta en la Secretaria de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla relativa al programa oficial de la asignatura “Cálculo Avanzado de Estructuras” (1140033) del curso académico “2007-2008”, de los estudios de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Mecánica (Plan 2001)”.

Regina M<sup>a</sup> Nicaise Fito

Gestora de Centro

Código:PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF.  
Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF	PÁGINA	1/11

DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA			
TITULACIÓN:	<i>I.T.I., especialidad Mecánica</i>		
NOMBRE:	<i>Cálculo Avanzado de Estructuras</i>		
NOMBRE (INGLÉS):	<i>Avanced calculation of structures</i>		
CÓDIGO:	<i>1140033</i>	AÑO DE PLAN ESTUDIO:	<i>2001</i>
TIPO:	<i>Optativa</i>		
CRÉDITOS:	Totales	Teóricos	Prácticos
L.R.U.	7.5	4.5	3.0
E.C.T.S.	6.5		
CURSO:	<i>TERCERO</i>	CUATRIMESTRE:	<i>C2</i>
		CICLO:	<i>1º</i>

COORDINADOR DESIGNADO POR EL DEPARTAMENTO: <i>Dr.D. Enrique José Nieto García</i>
--

DATOS BÁSICOS DE LOS PROFESORES			
NOMBRE:	<i>Dr.D. Enrique José Nieto García</i>		
CENTRO/DEPARTAMENTO:	<i>EUP/Mecánica de los Medios Continuos</i>		
ÁREA:	<i>Teoría de Estructuras</i>		
Nº DE DESPACHO:	<i>B19</i>	TELÉFONO:	<i>954552829</i>
E-MAIL:	<i>teycieup@us.es</i>		
URL WEB:			
NOMBRE:			
CENTRO/DEPARTAMENTO:			
ÁREA:			
Nº DE DESPACHO:		TELÉFONO:	
E-MAIL:			
URL WEB:			

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA	
<b>1. Descriptores según BOE</b>	

2. Situación	
<b>2.1. Conocimientos y destrezas previos</b>	
Se considera que el alumno debe conocer en primer lugar todas las formas de aplicación del Equilibrio Estático a los conjuntos de sólidos, así como los conceptos fundamentales tanto de la Mecánica como de la Elasticidad y de la Resistencia de Materiales. También es conveniente un conocimiento de la operatoria matricial así como de los conceptos desarrollados en Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales.	

## **2.2. Contexto dentro de la titulación**

La asignatura está planteada como una ampliación de los contenidos desarrollados en la asignatura troncal de Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales, de manera que permite al alumno profundizar en las metodologías de cálculo más complejas como son el cálculo matricial y el método de los elementos finitos.

El programa se estructura alrededor de los contenidos fundamentales del cálculo matricial de estructuras y la metodología de elementos finitos.

Se pretende dar al alumno una formación en los procedimientos de cálculo de estructuras más recientes y que aportan:

- En el caso de la metodología matricial una herramienta para la resolución de estructuras de barras de una mayor complejidad (emparrillados, espaciales,...) que no son calculables por otros procedimientos.

- En el caso del M.E.F. aporta una metodología para el análisis del comportamiento mecánico de los medios continuos y que no se puede realizar con los modelos de estructuras de barras, resolubles por la metodología matricial.

Es una asignatura fundamental para el bloque de intensificación en estructuras por cuanto aporta los conocimientos necesarios para poder calcular las estructuras superficiales y espaciales de barras así como los fundamentos para poder llevar a efecto cálculos y análisis en medios continuos elásticos.

## **2.3. Recomendaciones**

Son convenientes conocimientos básicos de Álgebra y Cálculo.

## **2.4. Adaptaciones para estudiantes con necesidades especiales (estudiantes extranjeros, estudiantes con alguna discapacidad,...):**

## **3. Competencias que se desarrollan**

### **3.1. Genéricas o transversales**

Incluir listado de competencias en formato tabla y valorar de 0 a 4 el grado de entrenamiento de cada una: 0, no se entrena; 1, se entrena débilmente; 2, se entrena de forma moderada; 3, se entrena de forma intensa; 4, entrenamiento definitivo de la competencia (no se volverá a entrenar después).

Código:PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF	PÁGINA	3/11

<b>COMPETENCIAS INSTRUMENTALES</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1. Capacidad de análisis y síntesis.					X
2. Capacidad de organizar y planificar.			X		
3. Conocimientos generales básicos.			X		
4. Conocimientos básicos de la profesión.				X	
5. Comunicación oral y escrita en la propia lengua.			X		
6. Conocimiento de una segunda lengua.		X			
7. Habilidades básicas de manejo del ordenador.					X
8. Habilidades de gestión de la información.					X
9. Resolución de problemas.					X
10. Toma de decisiones.			X		
<b>COMPETENCIAS INTERPERSONALES</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1. Capacidad crítica y autocrítica.				X	
2. Trabajo en equipo.				X	
3. Habilidades interpersonales.			X		
4. Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar.			X		
5. Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.			X		
6. Apreciación de la diversidad y de la multiculturalidad.		X			
7. Habilidad para trabajar en un contexto internacional.		X			
8. Compromiso ético.		X			
<b>COMPETENCIAS SISTÉMICAS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.					X
2. Habilidades de investigación.					X
3. Capacidad de aprender.					X
4. Capacidad para adaptarse a las nuevas situaciones.				X	
5. Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad).			X		
6. Liderazgo.		X			
7. Conocimiento de culturas y costumbres de otros países.		X			
8. Habilidad de trabajo autónomo.					X
9. Diseño y gestión de proyectos.				X	
10. Iniciativa y espíritu emprendedor.			X		
11. Preocupación por la calidad.					X
12. Motivación de logro.					X

### 3.2. Específicas

Incluir listado de competencias en formato tabla y valorar de 0 a 4 el grado de entrenamiento de cada una: 0, no se entrena; 1, se entrena débilmente; 2, se entrena de forma moderada; 3, se entrena de forma intensa; 4, entrenamiento definitivo de la competencia ( no se volverá a entrenar después).

#### **Cognitivas (saber):**

- 

#### **Procedimentales/Instrumentales (saber hacer):**

- 

#### **Actitudinales (ser):**

- 

Nota: Puede hacerse un único listado de competencias (transversal y específico).

### 4. Objetivos

- 

Código:PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF	PÁGINA	4/11

5. Metodología	
<b>Número de horas de trabajo del alumno</b>	
<b>5.1. Primer Semestre</b>	Nº de horas
Clases teóricas	
Clases prácticas	
Exposiciones y seminarios	
Tutorías especializadas	A) Colectivas
	B) Individuales
Realización de actividades académicas dirigidas:	
A) Con presencia del profesor:	
B) Sin presencia del profesor:	
Otro trabajo personal Autónomo:	
A) Horas de estudio:	
B) Preparación de Trabajo Personal:	
C)	
D)	
E)	
F)	
Realización de exámenes:	
Examen escrito:	
Exámenes orales (control del trabajo personal):	
Otros:	
<b>Trabajo total del estudiante</b>	

<b>5.2. Segundo Semestre</b>	Nº de horas
Clases teóricas	
Clases prácticas	
Exposiciones y seminarios	
Tutorías especializadas	A) Colectivas
	B) Individuales
Realización de actividades académicas dirigidas:	
A) Con presencia del profesor:	
B) Sin presencia del profesor:	
Otro trabajo personal Autónomo:	
A) Horas de estudio:	
B) Preparación de Trabajo Personal:	
C)	
D)	
E)	
F)	
Realización de exámenes:	
Examen escrito:	
Exámenes orales (control del trabajo personal):	
Otros:	
<b>Trabajo total del estudiante</b>	

Código:PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF	PÁGINA	5/11

<b>6. Técnicas docentes</b>		
(Señale con una X las técnicas que va a utilizar en el desarrollo de su asignatura. Puede señalar más de una. También puede sustituirlas por otras):		
Sesiones académicas teóricas:	Exposición y debate:	Tutorías especializadas:
Sesiones académicas prácticas:	Visitas y excursiones:	Controles de lectura obligatoria:
Otras (especificar):		
<b>6.1. Desarrollo y justificación</b>		

<b>7. Bloques temáticos</b>
(Dividir el temario en grandes bloques temáticos. No hay número mínimo ni máximo.) En cada bloque temático, se pueden indicar los aspectos de contenido instrumentales y actitudinales que se van a entrenar)
•

<b>8. Bibliografía y otras fuentes documentales</b>
<b>8.1. General</b>
- Normas NBE, NTE, UNE, EUROCODIGOS Y CTE.
<b>8.2. Específica</b>
- NIETO, E. (1998) Estructuras arquitectónicas e industriales: su cálculo. Madrid. Editorial Tébar. - ARGUELLES, R. (1981) Cálculo de estructuras. Madrid. E.T.S.I. Montes - ARGUELLES, R. (1992) Fundamentos de Elasticidad y su programación por elementos finitos. Madrid. Editorial Bellisco. - FORNONS, J.M <sup>a</sup> . (1982) El método de los Elementos Finitos en la Ingeniería de Estructuras. Edita: Univ. Politécnica de Barcelona. - OÑATE, E. (1992) Cálculo de estructuras por el Método de los elementos finitos. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.

<b>9. Técnicas de evaluación</b>
Enumerar tomando como referencia el catálogo de la correspondiente guía común.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se plantea como aspecto importante estimular la participación del alumno en el desarrollo de las clases. Se considera que la asistencia es especialmente importante en una asignatura de contenidos de un mayor nivel y por tanto donde la guía del profesor por el discurrir del programa es más necesaria. El hecho de ser una asignatura de profundización lleva a un ratio razonable de alumnos/profesor que hace que una asistencia, sobre todo participativa y activa, del alumno sea muy fructífera.</li> <li>Se considera de la mayor importancia que el desarrollo de la asignatura se corresponda con la problemática práctica del cálculo de estructuras y por ello se hace especial hincapié en los ejercicios, en los problemas, etc. como medio de reflexión y análisis acerca del comportamiento físico de las estructuras.</li> <li>La primera parte de la asignatura (Cálculo Matricial) se desarrolla utilizando un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje (EVEA) con implementación de las TIC (Tecnologías de la información y comunicación), con la colaboración del SAV de la Universidad de Sevilla. Se plantean una serie de actividades a realizar en el EVEA durante el curso para que el alumno desarrolle un conjunto de aplicaciones prácticas de cálculo matricial de estructuras.</li> </ul>
<b>9.1. Criterios de evaluación y calificación</b>
- El estudiante deberá poner de manifiesto el proceso de aprendizaje que va realizando y por tanto se valorará la correcta realización de los trabajos que se propongan a lo largo del curso.

Para que el alumno aplique los conocimientos desarrollados se propondrán aplicaciones teóricas y numéricas basadas en las clases recientes, con el objetivo de propiciar un proceso de aprendizaje y para poder realizar un seguimiento del alumno.

- Se valorará la participación del alumno en el aula, en especial la asistencia a las clases teóricas y prácticas, mediante notas de clase, en función de cómo se desarrolle el programa a lo largo del curso. Se valorará la asistencia a las actividades complementarias relacionadas con la asignatura que se programen durante el curso. Los trabajos presentados y aprobados tendrán validez durante todo el curso académico.

- Se valorará la presentación de un trabajo individual y personalizado, de aplicación bien del cálculo matricial o del MEF y que habrá de realizarse correctamente.

- La calificación final será un promedio ponderado de las calificaciones parciales antes referidas.

Código:PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF	PÁGINA	7/11

**10. Organización docente semanal** (Sólo indicar el número de horas que a ese tipo de sesión va a dedicar el estudiante cada semana)

	Sesiones Teóricas		Sesiones Prácticas		Actividad 1 Ponderador (P):		Actividad 2 Ponderador (P):		Actividad 3 Ponderador (P):		Actividad 4 Ponderador (P):		Exámenes	Temas del temario a tratar
	H	HXP	H	HXP	H	HXP	H	HXP	H	HXP	H	HXP		
<b>1<sup>er</sup> Cuatr</b>														
1ª Semana														
2ª Semana														
3ª Semana														
4ª Semana														
5ª Semana														
6ª Semana														
7ª Semana														
8ª Semana														
9ª Semana														
10ª Semana														
11ª Semana														
12ª Semana														
13ª Semana														
14ª Semana														
15ª Semana														
16ª Semana														
17ª Semana														
18ª Semana														
19ª Semana														
20ª Semana														
<b>Total de horas</b>														
<b>Total de ECTS</b>														

Actividad 1	
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4	

Distribuya el número de horas que ha respondido en el punto 5 en 20 semanas para una asignatura cuatrimestral y 40 anuales



	Sesiones Teóricas		Sesiones Prácticas		Actividad 1 Ponderador (P):		Actividad 2 Ponderador (P):		Actividad 3 Ponderador (P):		Actividad 4 Ponderador (P):		Exámenes	Temas del temario a tratar
	H	HXP	H	HXP	H	HXP	H	HXP	H	HXP	H	HXP		
<b>2<sup>er</sup> Cuatr</b>														
<b>1ª Semana</b>														
<b>2ª Semana</b>														
<b>3ª Semana</b>														
<b>4ª Semana</b>														
<b>5ª Semana</b>														
<b>6ª Semana</b>														
<b>7ª Semana</b>														
<b>8ª Semana</b>														
<b>9ª Semana</b>														
<b>10ª Semana</b>														
<b>11ª Semana</b>														
<b>12ª Semana</b>														
<b>13ª Semana</b>														
<b>14ª Semana</b>														
<b>15ª Semana</b>														
<b>16ª Semana</b>														
<b>17ª Semana</b>														
<b>18ª Semana</b>														
<b>19ª Semana</b>														
<b>20ª Semana</b>														
<b>Total de horas</b>														
<b>Total de ECTS</b>														

Actividad 1	
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4	

## 11. Temario desarrollado

(Con indicación de las competencias que se van a trabajar en cada tema).

### TEMARIO

#### 1. PROGRAMA de CÁLCULO MATRICIAL

TEMA 1: Introducción al cálculo matricial de estructuras

Metodología: Concepto y ámbito de aplicación. Operatoria con matrices. Matriz de rigidez, vector carga y vector desplazamiento. Aplicación al caso de barra isostática empotrada-libre. Ejercicios.

TEMA 2: Cálculo matricial de barras I

Matriz de rigidez de una barra en el plano, con nudos articulados. Matriz de rigidez de una barra en el plano, con nudos rígidos. Matriz de rigidez de una barra en el plano: otros casos. Sistema de numeración. Submatrices. Ecuaciones matriciales de estado. Obtención de las submatrices:  $\{K11\}$ ,  $\{K12\}$ ,  $\{K21\}$  y  $\{K22\}$ . Matriz de flexibilidad de una barra. Ejercicios.

TEMA 3: Cálculo matricial de barras II

La matriz de equilibrio  $\{H\}$ . Aplicación al caso de barras, planas y espaciales, de directriz recta, con nudos articulados. Aplicación al caso de barras, planas y espaciales, de directriz recta, con nudos rígidos. Ejercicios.

TEMA 4: Cálculo matricial de estructuras de nudos articulados I

Coordenadas locales y globales. Matriz de transformación. Definición topológica de una estructura. Matriz de conexión. Transformación de los desplazamientos. Transformación de la matriz de rigidez. Ensamblaje de la matriz de rigidez. Ejercicios.

TEMA 5: Cálculo matricial de estructuras de nudos articulados II

Caso de estructura espacial de nudos articulados. Caso de vínculos parciales. Los vectores desplazamiento en nudos. Los esfuerzos en barras. Las reacciones en vínculos. Ejercicios.

TEMA 6: Cálculo matricial de estructuras planas de nudos rígidos

Coordenadas locales y globales. Matriz de transformación. Vector carga equivalente. Matriz de rigidez para estructuras planas de nudos rígidos. Caso de vinculación parcial. Caso de estructuras mixtas. Determinación de desplazamientos y giros. Determinación de esfuerzos en barras. Ejercicios.

TEMA 7: Cálculo matricial de emparrillados

Matriz de rigidez de una barra de emparrillado. Determinación de desplazamientos y giros. Determinación de esfuerzos en barras. Interpretación de resultados: Diagramas de solicitaciones. Ejercicios.

TEMA 8: Cálculo matricial de estructuras espaciales de nudos rígidos

Definición topológica y notación. Matrices de transformación. Matriz de rigidez de una barra en globales. Ensamblaje de la matriz de rigidez de la estructura espacial. Determinación de desplazamientos y giros. Vector de esfuerzos de barras en locales. Interpretación de resultados: Diagramas de solicitaciones. Ejercicios.

#### 2. PROGRAMA sobre el MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

TEMA 9: Introducción al Método de los Elementos Finitos (MEF)

Planteamiento general del problema elástico: principios fundamentales, ecuaciones de compatibilidad y condiciones de contorno. Aplicaciones del MEF: sistemas discretos. Conceptos generales del MEF: discretización, ensamblaje y análisis. Transformación de coordenadas. Descripción general del proceso.

TEMA 10: Estado de tensiones en los medios continuos elásticos: aplicación al MEF

Código:PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF	PÁGINA	10/11

Teorema fundamental y corolarios. Estado espacial. Estado de tensiones plano. Formulación tensorial.

TEMA 11: Estado de deformaciones en los medios continuos elásticos: aplicación al MEF  
Deformaciones de un paralelepípedo elemental. Matrices de deformación y de giro. Formulación tensorial. Ecuaciones de Beltrami o de compatibilidad. Propiedades constitutivas: ley de Hooke generalizada y ecuaciones de Lamé. Características elásticas de los materiales estructurales.

TEMA 12: Energía potencial de deformación: aplicación al MEF  
Energía potencial de deformación en función de los tensores de tensiones y deformaciones. Derivadas de la energía de deformación. Coeficientes de influencia. Aplicación al MEF del P.T.V., teoremas de Castigliano y teoremas de la reciprocidad. Aplicación a piezas prismáticas.

TEMA 13: MEF en un medio continuo elástico: Formulación directa  
Discretización de la estructura. Generación de malla. Tipologías de elementos finitos: barra, triangulares, rectangulares, cuadrilátero, tetraédricos, hexaédricos, curvos y axisimétricos. Aproximación de la función desplazamiento de los puntos interiores: funciones de forma. Estado de deformación en función de los desplazamientos nodales. Estado tensional en función de los desplazamientos nodales. Matriz tensión. Fuerzas nodales equivalentes. Vector elemental de cargas nodales equivalentes.

TEMA 14: Estudio de las funciones de forma en el MEF  
Requisitos de las funciones de forma: Compatibilidad, complitud y discontinuidad admisible. Aproximación polinomial de los corrimientos. Aplicación a diferentes elementos: barra, triángulo, rectángulo, tetraedro y hexaédrico. Ensamblado de elementos finitos con nodos interiores. Fórmulas de integración. Comprobación de la formulación. Elementos isoparamétricos. Aplicaciones.

TEMA 15: MEF en un medio continuo elástico: Elemento barra  
Matriz de rigidez: elemental del elemento barra. Equilibrio nodal. Matriz de rigidez global. Criterios de convergencia de las funciones de aproximación de los desplazamientos. Compatibilidad en las deformaciones. Proceso general del método.

TEMA 16: Los elementos finitos en elasticidad plana  
Estado de tensión plana. Estado de deformación plana. Matriz de rigidez del elementos finito triangular. Ensamblaje. Condiciones de contorno. Matriz de rigidez del elementos finito rectangular. Ensamblaje. Condiciones de contorno.  
Apoyos: concordantes, deslizantes no concordantes y elásticos. Desplazamientos forzados. Fuerzas nodales equivalentes. Tensiones y deformaciones del elemento. Aplicaciones.

## 12. Mecanismos de control y seguimiento

(al margen de los contemplados a nivel general para toda la experiencia piloto, se recogerán aquí los mecanismos concretos que los docentes propongan para el seguimiento de cada asignatura).

- 

Código:PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM801DVWJI7J1RxR0nyWGmQ2CNF	PÁGINA	11/11