



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 “2008-2009”, de los estudios de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Mecánica (Plan 2001)”.

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

Gestora de Centro

Código:PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX.  
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	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	1/9



00000119733437749126L

**CURSO ACADÉMICO 2008/2009**

Escuela Universitaria Politécnica

Dep. Mecánica de los Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del T.

Cálculo Avanzado Estructuras

**DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA****Titulación:** INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL.ESPECIALIDAD EN MECÁNICA (Plan 2001) (2001)**Nombre:** CALCULO AVANZADO ESTRUCTURAS**Código:** 1140033**Año del plan de estudio:** 2001**Tipo:** Optativa**Créditos totales (LRU):** 7,50**Créditos LRU teóricos:** 4,50**Créditos LRU prácticos:** 3,00**Créditos totales (ECTS):** 6,50**Créditos ECTS teóricos:** 0,00**Créditos ECTS prácticos:** 0,00**Horas de trabajo del alumno por crédito ECTS:** 26,67**Curso:** 3**Cuatrimestre:** 2<sup>o</sup>**Ciclo:** 1**DATOS BÁSICOS DE LOS PROFESORES**

Nombre	Departamento	Despacho	email
ENRIQUE JOSE NIETO GARCIA	Mecánica Med. Cont.,T <sup>o</sup> .Estruc.e Ing.Terr	B19	teycieup@us.es

**DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA****2. Situación:****2.1. Conocimientos y destrezas previos:**

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 metodología 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.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	2/9

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.

## 3. Competencias:

### 3.1. Competencias transversales/genéricas:

- 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).

Competencias	Valoración			
	Referencia	1	2	3
Capacidad de análisis y síntesis				✓
Capacidad de organizar y planificar		✓		
Conocimientos generales básicos		✓		
Solidez en los conocimientos básicos de la profesión			✓	
Comunicación oral en la lengua nativa		✓		
Comunicación escrita en la lengua nativa		✓		
Conocimiento de una segunda lengua	✓			
Habilidades elementales en informática				✓
Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes				✓
Resolución de problemas				✓
Toma de decisiones		✓		
Capacidad de crítica y autocrítica			✓	
Trabajo en equipo			✓	
Habilidades en las relaciones interpersonales		✓		
Habilidades para trabajar en un equipo interdisciplinario		✓		
Habilidad para comunicar con expertos en otros campos		✓		
Habilidad para trabajar en un contexto internacional	✓			
Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad	✓			
Compromiso ético	✓			
Capacidad para aplicar la teoría a la práctica				✓
Habilidades de investigación				✓
Capacidad de aprender				✓
Capacidad de adaptación a nuevas situaciones			✓	
Capacidad de generar nuevas ideas		✓		
Liderazgo	✓			
Comprensión de culturas y costumbres de otros países	✓			
Habilidad para trabajar de forma autónoma				✓
Planificar y dirigir			✓	
Iniciativa y espíritu emprendedor		✓		
Inquietud por la calidad				✓
Inquietud por el éxito				✓

### 3.2. Competencias específicas:

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	3/9

Cognitivas(saber):

- Calcular solicitaciones y desplazamientos en estructuras planas y espaciales de barras
- Introducción a los métodos numéricos aplicados a la ingeniería de estructuras para el medio continuo

Procedimentales/Instrumentales(saber hacer):

- Metodología matricial: rigidez
- Método de los elementos finitos

Actitudinales(ser):

- Desarrollar la capacidad de análisis y de comprensión
- Manejo de fuentes de documentación

#### 4. Objetivos:

Aplicaciones de la metodología matricial en estructuras planas de nudos articulados

Aplicaciones de la metodología matricial en estructuras planas de nudos rígidos

Aplicaciones de la metodología matricial en estructuras espaciales de nudos articulados

Aplicaciones de la metodología matricial en estructuras espaciales de nudos rígidos

Aplicaciones de la metodología matricial en emparrillados

Aplicaciones del M.E.F. en elementos barra

Aplicaciones del MEF en medios continuos en estados de tensión plana y en estados de deformación plana

#### 5. Metodología:

5.1. Primer Semestre Nº de horas

Clases teóricas 22

Clases prácticas 15

Exposiciones y seminarios

Tutorías especializadas A) Colectivas

B) Individuales 5

Realización de actividades académicas dirigidas:

A) Con presencia del profesor:

B) Sin presencia del profesor: 25

Otro trabajo personal Autónomo:

A) Horas de estudio: 10

B) Preparación de Trabajo Personal: 4,3

C)

D)

E)

F)

Realización de exámenes:

Examen escrito:

Exámenes orales (control del trabajo personal):

Otros:

Trabajo total del estudiante 81,3

5.2. Segundo Semestre Nº de horas

Clases teóricas 22

Clases prácticas 15

Exposiciones y seminarios

Tutorías especializadas A) Colectivas

B) Individuales 5

Realización de actividades académicas dirigidas:

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	4/9

A) Con presencia del profesor:

B) Sin presencia del profesor: 25

Otro trabajo personal Autónomo:

A) Horas de estudio: 10

B) Preparación de Trabajo Personal: 4,3

C)

D)

E)

F)

Realización de exámenes:

Examen escrito:

Exámenes orales (control del trabajo personal):

Otros:

Trabajo total del estudiante 81,3

### 5.a Número de horas de trabajo del alumno

SEGUNDO SEMESTRE. Actividades y horas:

- Teoría (Horas presenciales + Horas no presenciales = Total de horas):  $0,00 + 0,00 = 0,00$
- Prácticas (Horas presenciales + Horas no presenciales = Total de horas):  $0,00 + 0,00 = 0,00$
- Exámenes (Total de horas): 0,00

### 6. Técnicas Docentes:

Sesiones académicas teóricas: [X]

Exposición y debate: [X]

Tutorías especializadas: [X]

Sesiones académicas prácticas:[X]

Visitas y excursiones: []

Controles de lecturas obligatorias: []

Otras:

Prácticas de laboratorio

Utilización de plataforma Web-CT y Entorno Virtual Enseñanza-Aprendizaje

### 7. Bloques Temáticos:

Metodología matricial (Rigidez)

Método de los Elementos Finitos

### 8. Bibliografía

#### 8.1. General:

A continuación se lista la bibliografía general de la asignatura

- Normas NBE, NTE, UNE, EUROCODIGOS Y CTE.

#### 8.2. Específica :

- 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.Mª. (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.

### 9. Técnicas de evaluación:

Enumerar tomando como referencia el catálogo de la correspondiente guía común.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	5/9

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.

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.

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.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN:**

- 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.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	6/9

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

H: Horas presenciales

HORAS SEMANALES	Teoría		Prácticas		Exámenes	Temario
	H	Total	H	Total		
Segundo Semestre					Total	-
1ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
2ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
3ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
4ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
5ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
6ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
7ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
8ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
9ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
10ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
11ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
12ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
13ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
14ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
15ªSemana	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
Nº total de horas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-

**11. Temario desarrollado**

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.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	7/9

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

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, continuidad 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.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	8/9



Apoyos: concordantes, deslizantes no concordantes y elásticos. Desplazamientos forzados. Fuerzas nodales equivalentes. Tensiones y deformaciones del elemento. Aplicaciones.

## 12. Mecanismo de control y seguimiento

Desarrollo de un proceso de aprendizaje guiado basado en un conjunto de actividades

## 13. Horarios de clases y fechas de exámenes

Los horarios y fechas de exámenes serán los acordados por la Junta de Facultad o Escuela y publicados por la misma

Código:PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX.  
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	PFIRM916TGPKVrEuEzbf/PTW5edzX	PÁGINA	9/9