

19-20

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA SÍSMICA

CÓDIGO 28801373

**19-20**

**MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA  
SÍSMICA**

**CÓDIGO 28801373**

# **ÍNDICE**

**PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN**  
**REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA**  
**EQUIPO DOCENTE**  
**HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE**  
**COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE**  
**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**  
**CONTENIDOS**  
**METODOLOGÍA**  
**SISTEMA DE EVALUACIÓN**  
**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**  
**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**  
**RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA**

Nombre de la asignatura	MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA SÍSMICA
Código	28801373
Curso académico	2019/2020
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
Nº ETCS	15
Horas	375.0
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La línea de investigación en la que aquí se encuadra el Trabajo Fin de Máster es la de Métodos numéricos en ingeniería sísmica. Desde el punto de vista académico y científico la Ingeniería Sísmica es una disciplina integradora en la que confluyen áreas diversas, razón por la que además de su propio interés, contribuirá al avance de otras disciplinas relevantes del propio programa.

Dejando fuera de este contexto el número de muertes que por causa de terremotos se producen en el mundo, en España y aún sin ser una zona de especial atención, el riesgo sísmico es cierto y así lo reconoce la normativa oficial. Esto unido a que la preparación de nuestros técnicos debe atender a la globalización en la ingeniería, muy importante en ese sector industrial de nuestro país, justifica una línea de investigación de estas características en un Máster de investigación en tecnologías industriales.

La disciplina es amplia, pero en el caso de esta línea concreta de investigación se ha buscado una coherencia con el resto del programa, por lo que la idea es centrarse únicamente en aquellos aspectos relacionados con la utilización de métodos numéricos, dejando fuera aspectos como las técnicas de ensayo de laboratorio, auscultación in situ, la rehabilitación o acondicionamiento de estructuras, etc. Por tanto la línea de interés se centrará en la definición de la acción sísmica en los dominios del tiempo y la frecuencia, lo que supondrá el manejo de bases de datos y simulación numérica; la utilización de los métodos numéricos ya estudiados en el Máster (MEF, MEC y MM) para la modelización de estructuras y suelos (para los que por ejemplo, está muy indicado el MEC y las posibilidades del "Boundary nodal Method" (BNM) abre un interesantísimo campo de investigación).

En esta línea de investigación se trabajará dentro del Grupo de Investigación en Ingeniería Sísmica de la Universidad Politécnica de Madrid.

La *Línea de Investigación* y el *Trabajo Fin de Máster* constituyen la actividad esencial de todo Máster de Investigación, en general, y del *Máster en Investigación en Tecnologías Industriales*, en particular. Además de consolidar conocimientos comunes y destrezas en técnicas de investigación en el campo de las Tecnologías Industriales, por su propia esencia la investigación debe ser desempeñada en un campo concreto del saber. Por ello el Máster comprende un doble nivel de despliegue explícito de contenidos que admite un tercer nivel interno –tal como sucede en este caso- dentro de cada *Línea de investigación*. A continuación se desarrolla lo anterior en relación a la *Línea de Investigación* y el *Trabajo Fin de Máster* aquí considerados:

Primer nivel: Los itinerarios.- En el Máster se han previsto 5 itinerarios curriculares; el itinerario en que se encuentra incluida la línea de investigación considerada es:

Ingeniería de Construcción y Fabricación

Segundo nivel: Las líneas de investigación.- El Máster comprende 24 líneas de investigación. Por su parte el itinerario de Ingeniería de Construcción y Fabricación tiene las tres siguientes:

L09 Ingeniería de los procesos de fabricación

L10 Métodos numéricos en mecánica de medios continuos y estructuras

L11 Métodos numéricos en ingeniería sísmica

Tercer nivel: Los campos concretos de investigación.- Se han considerado –con carácter no excluyente- los siguientes campos concretos de investigación:

- Métodos de análisis y simulación de la acción sísmica.
- Métodos numéricos para el cálculo dinámico de suelos y estructuras.

En ambos campos de investigación se utilizará de forma exhaustiva la metodología estudiada en las asignaturas de Métodos computacionales en ingeniería (P025) y Análisis actual de problemas de mecánica de medios continuos: método de los elementos finitos, método de los elementos de contorno y métodos sin malla (P003).

Con la realización del Trabajo Fin de Máster en –preferentemente- uno de los campos concretos de investigación se debe producir la integración del conocimiento y de las destrezas investigadoras, así como el desarrollo de la capacidad crítica en la *Tecnologías Industriales*, en general, y en la *utilización de Métodos numéricos en ingeniería sísmica*, en particular.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para acceder a la realización del Trabajo Fin de Máster en la línea de investigación sobre *Métodos numéricos en ingeniería sísmica*, el estudiante ha de seleccionar las asignaturas a cursar de acuerdo a las siguientes directrices:

### MODULO I: CONTENIDOS TRANSVERSALES (18 créditos ECTS)

Asignaturas obligatorias:

- P001 Metodología de la investigación tecnológica (4,5 ECTS)
- P015 Métodos de análisis no lineal en ingeniería (4,5 ECTS)
- P023 Ingeniería ambiental avanzada (4,5 ECTS)
- P025 Métodos computacionales en ingeniería (4,5 ECTS)

### MODULO II: CONTENIDOS ESPECÍFICOS OBLIGATORIOS DE ITINERARIO (13,5 cr. ECTS) Itinerario en Ingeniería de Construcción y Fabricación

Asignaturas obligatorias para el Itinerario:

P002 Ingeniería de la calidad (4,5 ECTS)

P003 Análisis actual de problemas de mecánica de medios continuos: método de los elementos finitos, método de los elementos de contorno y métodos sin malla (4,5 ECTS)

P004 Análisis de procesos de deformación plástica de los materiales metálicos (4,5 ECTS)

### **MODULO III: CONTENIDOS ESPECÍFICOS OPTATIVOS DE ITINERARIO (13,5 ECTS)**

#### **Itinerario en Ingeniería de Construcción y Fabricación**

Asignatura obligatoria para la Línea de Investigación *L11 Métodos numéricos en ingeniería sísmica*:

P017 Análisis avanzado de vibraciones en máquinas (4,5 ECTS)

Asignaturas optativas para la Línea de Investigación *L11 Métodos numéricos en ingeniería sísmica* (a elegir 2 de entre las 9 ofertadas):

P009 Aplicaciones industriales de las comunicaciones y sistemas ópticos (4,5 ECTS)

P014 Programación multiobjetivo (4,5 ECTS)

P013 Optimización no lineal(4,5 ECTS)

P016 Optimización convexa en ingeniería (4,5 ECTS)

P018 Biodinámica y biomateriales (4,5 ECTS)

P019 Diseño avanzado de transmisiones por engranajes (4,5 ECTS)

P020 Simulación numérica de flujos de fluidos en ingeniería (4,5 ECTS)

P023 Bioindicadores de contaminación ambiental (4,5 ECTS)

P024 Tecnologías de materiales polímeros: Procesado, reciclado e incidencia ambiental (4,5ECTS).

También resulta necesario tener conocimientos de inglés técnico.

## **EQUIPO DOCENTE**

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JUAN J. BENITO MUÑOZ (Coordinador de asignatura)  
jbenito@ind.uned.es  
91398-6457  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico

EDUARDO SALETE CASINO  
esalete@ind.uned.es

Teléfono  
Facultad  
Departamento

91398-9474  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Horario de atención al estudiante:

Lunes de 10h a 14h y de 16:30h a 20:30h. Juan del Rosal,14, 28040, Madrid, Despacho 4 (Edificio de CC de la Educación).

Tels.: 91 398 6457

Email: jbenito@ind.uned.es

Aula virtual.

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

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

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

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

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.

### Competencias Generales:

CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica

CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación

CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico

CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

### Competencias Específicas:

CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los

sistemas industriales

CE4 - Planificar las actividades de investigación

CE5 - Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

En esta línea de investigación se pretende, fundamentalmente, que el alumno adquiera destrezas en las actividades de investigación científico-técnica en el campo genérico de las *Tecnologías Industriales* y en el desarrollo y aplicación de Métodos Numéricos en ingeniería sísmica; así como que elabore y defienda un trabajo de investigación (Trabajo Fin de Máster) y adquiera una preparación adecuada para poder abordar la inmediata realización de la Tesis Doctoral. Como objetivos complementarios se tienen los siguientes:

- Desarrollar los conocimientos, destrezas y técnicas aprendidas a lo largo del Máster.
- Aumentar su conocimiento en los Métodos numéricos más utilizados en ingeniería sísmica.
- Profundizar en el conocimiento de alguno de los métodos citados.
- Realización de una memoria escrita sobre las actividades de investigación realizadas.
- Exponer oralmente y defender el trabajo de investigación desarrollado.
- Realizar una búsqueda bibliográfica eficiente en un tema de investigación concreto, desplegar la información obtenida y valorar críticamente dicha información.
- Alcanzar una preparación en técnicas de investigación adecuada para la realización de la ulterior Tesis Doctoral.

## CONTENIDOS

Trabajo Fin de Máster

## METODOLOGÍA

El plan de trabajo incluye básicamente dos etapas que serán objeto de evaluación independiente. Etapas de aprendizaje.- Abarca los tres primeros puntos del apartado de Contenidos, esto es:

- 1.- Definición y motivación de la actividad de investigación objeto del Trabajo Fin de Máster.
- 2.- Definición y justificación de la metodología de resolución del problema seleccionada.
- 3.- Búsqueda bibliográfica y selección de contenidos.

Se estiman: 50 horas de relación profesor-estudiante, 80 horas de trabajo autónomo y 5 de evaluación. Total 135 h.

Etapas de ejecución.- Comprende los restantes seis puntos de los Contenidos:

- 4.- Diseño del desarrollo computacional, analítico o metodológico del trabajo específico.
- 5.- Obtención, validación y discusión de los resultados obtenidos.



- 6.- Elaboración de la memoria del trabajo de investigación.
- 7.- Definición de las conclusiones, aportaciones y desarrollos futuros.
- 8.- Preparación de la presentación pública del trabajo de investigación.
- 9.- Presentación y defensa del trabajo de investigación.

Se estiman: 55 horas de relación profesor-estudiante, 175 horas de trabajo autónomo y 10 de evaluación (se incluyen 3 horas para la exposición y defensa del Trabajo Fin de Máster).  
Total 240 h.

Se estiman: 55 horas de relación profesor-estudiante, 175 horas de trabajo autónomo y 10 de evaluación. Total 240 h.

TOTAL: 375h

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen Examen de desarrollo

Preguntas desarrollo

Duración del examen 120 (minutos)

Material permitido en el examen

Ninguno.

Criterios de evaluación

Los indicados por el Tribunal

% del examen sobre la nota final

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

Comentarios y observaciones

### TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen<sup>2</sup> No hay prueba presencial

Preguntas desarrollo

Duración del examen (minutos)

Material permitido en el examen

Criterios de evaluación

% del examen sobre la nota final

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

Comentarios y observaciones



**CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS**

Requiere Presencialidad Si

Descripción

Presentación y defensa del Trabajo Fin de Máster

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La nota final es la establecida por el Tribunal.

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

La bibliografía básica está constituida por documentación específica para el trabajo concreto de investigación de cada estudiante, recomendada por el profesor de dicho trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Se puede considerar como bibliografía complementaria de partida, el conjunto de referencias bibliográficas contenidas en las Guías de las siguientes asignaturas del Máster:

P001 Metodología de la investigación tecnológica

P002 Ingeniería de la calidad

- P003 Análisis actual de problemas de mecánica de medios continuos: método de los elementos finitos, método de los elementos de contorno y métodos sin malla
- P015 Métodos de análisis no lineal en ingeniería
- P017 Análisis avanzado de vibraciones en máquinas
- P025 Métodos computacionales en ingeniería

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Es necesario que los estudiantes dispongan –o al menos tengan posibilidad de acceso regular- de un ordenador personal con capacidad de conexión a internet. En el caso de tener que instalar aplicaciones específicas de comunicación por red, se darán al estudiante instrucciones adecuadas, así como direcciones de acceso a software libre disponible.

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.