



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53000940 - Definición de la acción sísmica

PLAN DE ESTUDIOS

05AR - Master Universitario En Ingeniería Sísmica: Dinámica De Suelos Y Estructura

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53000940 - Definición de la acción sísmica
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05AR - Master universitario en ingeniería sísmica: dinámica de suelos y estructura
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Maria Belen Benito Oterino (Coordinador/a)		mariabelen.benito@upm.es	- -
Amadeo Benavent Climent		amadeo.benavent@upm.es	Sin horario.

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Respuesta dinámica de suelos

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Estadística
- Análisis de regresión
- Mecánica y ondas

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE10 - Búsquedas de información relevante sobre los problemas objeto de estudio y validación del estado del arte antes de dar una solución al problema

CE21 - Capacidad para buscar la información necesaria para resolver los problemas y realizar análisis críticos de los mismos.

CE27 - .Capacidad para utilizar instrumentos informáticos para el análisis de la información y como soporte en la resolución de problemas

CE28 - Capacidad para desarrollar instrumentos avanzados para la realización de tareas relacionadas con el Máster.

CE4 - Modelos matemáticos de acciones sísmicas.

CE5 - Modelos probabilistas y deterministas de evaluación del peligro y el riesgo sísmico

CE6 - Medidas y cálculos

CG1 - 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

CG11 - Trabajo en contextos internacionales

CG2 - 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

CG3 - 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

CG4 - 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.

CG5 - Uso de la lengua inglesa

CG8 - Organización y planificación

4.2. Resultados del aprendizaje

RA76 - - Tratamiento de bases de datos

RA77 - - Simulación numérica

RA47 - Métodos de definición de la acción sísmica

RA78 - - Capacidad de interpretación en los dominios del tiempo y la frecuencia

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se compone de contenidos teórico-prácticos enfocados a conocer el fundamento de la caracterización sísmica en un cierto emplazamiento y la forma práctica de abordarlo en casos reales.

Se comienza con una introducción al fenómeno sísmico, respondiendo a las preguntas de ¿cómo? ¿Dónde? y ¿Cuándo? ocurren los terremotos y estableciendo conceptos clave que son básicos en ingeniería sísmica: mecanismo de generación de terremotos, tectónica de placas, medida del tamaño (intensidad y/o magnitud), registro de sismos (sismogramas y acelerogramas), propagación de ondas, etc. Se introduce después el concepto de peligrosidad o amenaza sísmica, enmarcada en la predicción a largo plazo y se establece la diferencia con el riesgo sísmico.

El resto de la asignatura aborda ya el problema de evaluación de la peligrosidad sísmica, es decir, el cálculo del movimiento esperado con una cierta probabilidad, en un cierto emplazamiento, para definir la acción sísmica de diseño. Dado que el movimiento es la acción integrada de los efectos de la fuente sísmica, propagación de ondas en la trayectoria fuente-emplazamiento y geología -topografía local, el cálculo de movimiento esperado (peligrosidad) requiere la cuantificación previa de cada uno de estos efectos, lo que supone definir los tres inputs de cálculo. Se describe pormenorizadamente lo referente a cada efecto y tras ello se procede al cálculo de la peligrosidad como la probabilidad de excedencia de un cierto nivel de movimiento del suelo, resolviendo una triple integral que recoge los términos correspondientes a los tres efectos mencionados. Se exponen también los principales métodos de cálculo existentes.

Por último se plantea el tema de caracterización de la acción sísmica en normativas, examinando los criterios y simplificaciones que éstas adoptan habitualmente. Se exponen ejemplos de normativas: Española, Eurocode 8, Fema, códigos de otros países.

Todos los contenidos se abordan mediante clases teóricas y prácticas, planteando éstas siempre como casos reales.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción al fenómeno sísmico
 - 1.1. Definiciones y parámetros
 - 1.2. Terremotos: ¿Donde? ¿Cómo? ¿Cuando?
 - 1.3. Tamaño de terremotos: Intensidad y magnitud
 - 1.4. Predicción, peligrosidad y riesgo sísmico .
 - 1.5. Caracterización de la acción sísmica
2. Estructura de la Tierra
 - 2.1. Tectónica de placas
 - 2.2. Márgenes tectónicos y fallas asociadas
 - 2.3. Mecanismo de generación de terremotos
 - 2.4. Propagación de ondas sísmicas
3. Sismicidad mundial
 - 3.1. Principales zonas sísmicas y márgenes tectónicos asociados
4. Registro de los sismos
 - 4.1. Sismógrafos y acelerógrafos. Interpretación de registros
 - 4.2. Redes sísmicas y acelerométricas
5. Factores que intervienen en el movimiento sísmico
 - 5.1. Fuente sísmica
 - 5.2. Propagación de ondas a través de la trayectoria
 - 5.3. Efecto local
 - 5.4. Caracterización del movimiento con fines de diseño: parámetros y formas de representación.
6. Cuantificación del efecto fuente en el cálculo de la peligrosidad
 - 6.1. Fallas y zonas sismogénicas
 - 6.2. Parámetros característicos de las fallas
 - 6.3. Parámetros característicos de las zonas
 - 6.4. Sumario: Inputs de cálculo de la peligrosidad en representación de la fuente
7. Cuantificación del efecto Propagación en el cálculo de la peligrosidad

- 7.1. Atenuación inelástica y atenuación geométrica
- 7.2. Modelos de atenuación o ecuaciones de predicción del movimiento fuerte
- 7.3. Consideraciones sobre la atenuación
- 8. Cuantificación del efecto local en el cálculo de la peligrosidad
 - 8.1. Efecto de sitio por la geología superficial y la topografía
 - 8.2. Manifestación del efecto local en acelerogramas y espectros
 - 8.3. Clasificación de suelos y factores de amplificación en los códigos sísmicos
 - 8.4. Cuantificación a escala local y regional.
- 9. El problema de evaluación de la peligrosidad sísmica
 - 9.1. Conceptos estadísticos previos
 - 9.2. La integral de peligrosidad: integración de los efectos fuente, propagación y sitio
 - 9.3. Cuantificación de incertidumbres: epistémicas y aleatorias
 - 9.4. Resultados: Curvas de peligrosidad y espectros de probabilidad uniforme (UHS)
- 10. Métodos de cálculo de la peligrosidad sísmica
 - 10.1. Métodos deterministas
 - 10.2. Métodos probabilistas
 - 10.3. Definición de escenarios sísmicos
 - 10.4. Desagregación de la peligrosidad: sismos de control
 - 10.5. Resultados de la estimación de peligrosidad: caracterización de la acción sísmica
- 11. Fundamento y aplicación de normativas
 - 11.1. Mapas de peligrosidad en normativas
 - 11.2. Construcción de espectros de diseño
 - 11.3. Probabilidades y periodos de retorno para estructuras de diferente importancia
 - 11.4. Ejemplos de normativas: NCSE-02, Eurocode 8, FEMA, etc.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Resumen del tema impartido (2:30 h) y estudio del tema (2:30 h) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
2	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 1: Propagación de ondas en un modelo de Tierra Plana Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Práctica 2 Propagación de ondas en un modelo de Tierra Esférica Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
3	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 3: elaboración de un catálogo sísmico y mapas de sismicidad. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
4	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 4: corrección de un acelerograma Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
5	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 5: Cálculo de un espectro de respuesta a partir de un acelerograma Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
6	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 6: Cálculo de un modelo de recurrencia de la fuente sísmica Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
7	Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 7: Aplicación de un modelo de atenuación o GMPE Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00

8	Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 7: Aplicación de un modelo de atenuación o GMPE Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
9	Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 8: Cálculo de espectro de respuesta incluyendo efecto local Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
10	Tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 9: resolución de la integral de peligrosidad Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
11	Tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 9: resolución de la integral de peligrosidad Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
12	Tema 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Practica 10: Cálculo probabilista con programa CRISIS Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
13	Tema 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Practica 10: Cálculo probabilista con programa CRISIS Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
14	Tema 11 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Práctica 11: Calculo de espectros por aplicación de una normativa Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
15				Presentación oral y escrita de un trabajo sobre alguno de los contenidos de la asignatura TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 05:00
16				Examen asignatura EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00 Examen EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 04:00 Entrega cuaderno de la asignatura TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final

17			Duración: 20:00
----	--	--	-----------------

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Resumen del tema impartido (2:30 h) y estudio del tema (2:30 h)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
2	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	CE28 CG8 CE27 CE5 CE10 CE21 CG11 CG3 CG1 CE6 CE4 CG2 CG5 CG4
3	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	CE27 CE5 CE10 CE21 CG11 CG3 CG1 CE6 CE4 CG2 CG5 CG4 CE28 CG8
4	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	

5	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
6	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
7	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
8	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
9	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
10	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
11	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
12	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
13	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
14	Resumen del tema impartido (1:30 h). Estudio del tema (1:30 h). Resolución de ejercicio práctico (2 h.)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	2.14%	5 / 10	
15	Presentación oral y escrita de un trabajo sobre alguno de los contenidos de la asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	30%	5 / 10	
16	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	40%	5 / 10	

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	40%	5 / 10	CE27 CE5 CE10 CE21 CE28 CG8 CG11 CG3 CG1 CE6 CE4 CG2 CG5 CG4
16	Entrega cuaderno de la asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	20:00	60%	5 / 10	

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Criterios de evaluación

La evaluación de la asignatura se efectuará en base a las siguientes acciones, con la consiguiente ponderación:

1. Examen final (40 %)

2. Presentación oral y escrita de un trabajo sobre alguno de los contenidos de la asignatura (30 %)

3. Presentación de un cuaderno con el resumen del temario impartido y la resolución de ejercicios prácticos (30 %).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Referencias propias	Bibliografía	Artículos y libros relacionados con los contenidos de la asignatura
Otras referencias	Bibliografía	Libros y artículos recomendados
Web sites	Recursos web	Páginas web recomendadas
Programas de cálculo	Otros	Programa de procesado de acelerogramas, cálculo de espectros de respuesta y evaluación probabilista de la peligrosidad sísmica