



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I en Topografía, Geodesia  
y Cartografía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**123000703 - Sismología**

### PLAN DE ESTUDIOS

12AR - Máster Univ. Análisis del Riesgo Sísmico Mediante Tecnologías Geoespaciales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - 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.....	3
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	123000703 - Sismología
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	12AR - Máster Univ. Análisis del Riesgo Sísmico Mediante Tecnologías Geoespaciales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	12 - E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Rosa María García Blanco (Coordinador/a)	414	rosamaria.garcia@upm.es	L - 10:30 - 13:30 M - 11:30 - 12:30 X - 15:30 - 17:30
Juan Jose Rueda Nuñez	413	juanjose.rueda@upm.es	L - 17:30 - 18:30 M - 17:30 - 18:30 J - 17:30 - 18:30

\* 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

El plan de estudios Máster Univ. Análisis del Riesgo Sísmico Mediante Tecnologías Geoespaciales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- fundamentos de sismología

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE02 - Definir y caracterizar las fuentes sísmicas usando los datos geológicos, geofísicos y geodésicos y de otras TIGs.

CE05 - Elaborar bases de datos geoespaciales específicas para aplicaciones de riesgo sísmico a partir repositorios de datos generales.

CG01 - Aplicar conocimientos de ciencias de la Tierra y tecnologías de la información geoespacial en la evaluación del riesgo sísmico.

CT02 - Liderazgo de equipos.

CT03 - Creatividad.

CT04 - Organización y planificación.

CT05 - Gestión de la información.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA8 - Identificar fuentes sísmicas y establecer parámetros de fallas activas (utilizando datos sísmicos, tectónicos y paleosísmicos).

RA9 - Preparación de parámetros de actividad de fallas para su incorporación a las cadenas de cálculos de peligrosidad sísmica.

RA19 - Conocer el fenómeno sísmico y el desarrollo de la propagación de ondas

RA21 - Realizar determinaciones experimentales de VS30

RA20 - Aplicar métodos de localización hipocentral y determinación de parámetros focales

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Con la asignatura de Sismología se pretende dotar al alumno de los conocimientos necesarios sobre la generación, propagación y efectos de un terremoto, para poder abordar en otras asignaturas los problemas derivados del riesgo.

Se comienza estudiando y profundizando matemáticamente en la fuente sísmica y la propagación de ondas, se continúa resolviendo el problema de la localización de terremotos y estimación de sus parámetros y se finaliza la asignatura profundizando en los efectos y la forma de evaluarlos. Así mismo, se ha planificado un tema específico para el estudio de la instrumentación sísmica y su calibración.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. 1. Propagación de ondas
  - 1.1. Ecuación de movimiento en un medio elástico, homogéneo e isotrópico
  - 1.2. Funciones potencial de los desplazamientos
  - 1.3. La ecuación de ondas
  - 1.4. Ondas sísmicas internas
  - 1.5. Desplazamiento de las ondas P y S
  - 1.6. Reflexión y refracción en medios estratificados
  - 1.7. Teoría de rayos
  - 1.8. Ondas sísmicas superficiales, dispersión, velocidad de fase y de grupo
  - 1.9. Atenuación geométrica y anelástica
  - 1.10. Factor de calidad Q
2. Fuente sísmica
  - 2.1. Funciones de Green, tensor momento sísmico
  - 2.2. Fallas y terremotos
  - 2.3. Modelos cinemático y dinámico
  - 2.4. Fuerzas equivalentes
  - 2.5. Fuente puntual
  - 2.6. Modelos de fractura, Haskell y Brune
  - 2.7. Cuadro de radiación
  - 2.8. Representación geométrica de los distintos tipos de falla
  - 2.9. Propagación de la ruptura
  - 2.10. Barreras y asperezas
  - 2.11. Polarización de la onda S
  - 2.12. Directividad de la fuente sísmica
  - 2.13. Espectro en la fuente
  - 2.14. Caída de esfuerzos
  - 2.15. Ley de escala

- 2.16. Transferencia de esfuerzos de Coulomb
- 3. Determinación de los parámetros focales de un terremoto y estimación de la intensidad
  - 3.1. Localización de hipocentros, métodos absolutos y relativos
  - 3.2. Técnicas de array
  - 3.3. Limitaciones en la localización, estructura, geometría de la red
  - 3.4. Determinación de la magnitud, escalas, relaciones
  - 3.5. Momento sísmico
  - 3.6. Magnitud momento
  - 3.7. Intensidad sísmica, escalas, estimación
  - 3.8. Energía
  - 3.9. Mecanismo focal
  - 3.10. Inversión del tensor momento sísmico
  - 3.11. Determinación de la distribución del deslizamiento en el plano de falla
- 4. Instrumentación sísmica
  - 4.1. Sismómetro mecánico, electromagnético y de banda ancha
  - 4.2. Ecuación del movimiento
  - 4.3. Funciones de respuesta
  - 4.4. Calibración
  - 4.5. Corrección instrumental
  - 4.6. Redes Sísmicas
  - 4.7. Sistemas de alerta temprana
  - 4.8. Redes GNSS para la medida de la deformación
- 5. Parámetros del movimiento fuerte
  - 5.1. Desplazamiento, velocidad y aceleración
  - 5.2. Interpretación y análisis de acelerogramas
  - 5.3. Espectros de Fourier y de respuesta
  - 5.4. Parámetros del movimiento: aceleración, velocidad y desplazamiento pico
  - 5.5. Parámetros espectrales
  - 5.6. Intensidad sentida

- 5.7. Intensidad de Arias
- 5.8. CAV
- 5.9. Mapas de sacudida
- 6. Efecto local en el registro de las ondas sísmicas
  - 6.1. Importancia del conocimiento del efecto local en ingeniería
  - 6.2. Fundamentos de la amplificación o atenuación de las ondas por la geología y la topografía
  - 6.3. Carácter no lineal del efecto local
  - 6.4. Caracterización del efecto local: VS30 y otros parámetros
  - 6.5. Definición y métodos de obtención directa de VS30 (SPT, crosshole, downhole), métodos no invasivos (relación de amplitudes, dispersión de ondas superficiales: SASW, MASW, ReMi)
- 7. Iniciativas nacionales e internacionales relacionadas con sismología. Fuentes de datos
  - 7.1. Global Earthquake model (GEM), Euromediterranean seismological Center (CSEM), Red Iris, USGS, otros
  - 7.2. Búsqueda de datos sísmicos en las redes: formas de onda, catálogos
  - 7.3. Iniciativas para vigilancia sísmica: apps, cuestionarios on-line, aplicaciones en red

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5	<p><b>Clase tema 1</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 1</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Clase tema 1</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 1</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
6	<p><b>Clase tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 2</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 3</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Clase tema 2</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 2</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 3</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
7	<p><b>Prácticas tema 3</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 4</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 4</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 5</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 5</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prácticas tema 3</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 4</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 4</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 5</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 5</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	

8	<p><b>Clase tema 6</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 6</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas tema 6</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Clase tema 6</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 6</b> Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas tema 6</b> Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
9	<p><b>Clase tema 7</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 7</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Clase tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 7</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>examen oral con tribunal, rúbrica y acta</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 02:00</p> <p><b>examen tipo test</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p> <p><b>entrega memoria de prácticas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
9	examen tipo test	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	50%	5 / 10	CE05 CG01 CT05 CT03 CT04 CE02
9	entrega memoria de prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CT05 CE02 CE05 CG01 CT02 CT03 CT04

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	examen oral con tribunal, rúbrica y acta	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE02 CE05 CG01 CT02 CT03 CT04 CT05

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Un alumno supera una prueba si obtiene una calificación de 5,0 o más puntos.

Se entregará un documento individual por cada una de las prácticas realizadas. En este documento se recogerá al menos la metodología, los datos obtenidos, el procesado y el análisis de los resultados.

Es obligatoria la asistencia a las clases prácticas y es un requisito necesario realizar todas las entregas.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Agustín Udías y Julio Mezcuca. Fundamentos de geofísica. Alianza Universidad. 476 pp.	Bibliografía	
Keiiti Aki and Paul G. Richards. Quantitative Seismology. University Science Books. 700 pp.	Bibliografía	
Peter M. Shearer. Introduction to Seismology. Cambridge University Press. 396 pp.	Bibliografía	
Agustín Udías. Principles of Seismology. Cambridge University Press. 475 pp.	Bibliografía	

Frank Scherbaum. Of Poles and Zeros. Kluwer Academic Publishers. 256 pp.	Bibliografía	
Jens Havskov and Gerardo Alguacil. Instrumentation in Earthquake Seismology. Springer. 365 pp.	Bibliografía	