

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Auscultacion dinamica in-situ

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Auscultacion dinamica in-situ
<b>Titulación</b>	05AR - Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	53000949
<b>Nombre en inglés</b>	In situ dynamic testing

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	3	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Cálculo dinámico

Introducción a matlab

## Competencias

---

- CE17 - La combinación efectiva de los conocimientos para resolver problemas multidisciplinares
- CE24 - Capacidad para diseño de cadenas de medida en campo y laboratorio.
- CE9 - Análisis cuantitativo y cualitativo del funcionamiento y mejora de la respuesta dinámica

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA5 - Entender los principales inconvenientes y problemas que pueden darse en proceso de digitalización de la señal, su influencia en los resultados y técnicas para evitarlos o minimizarlos
- RA3 - Poder realizar la planificación detallada de los ensayos in situ
- RA4 - Realizar el análisis de señal en el dominio de la frecuencia
- RA1 - Comprender el funcionamiento de equipos de auscultación dinámica
- RA2 - Saber seleccionar y manejar los equipos de auscultación dinámica para problemas concretos
- RA6 - Facilidad para Interpretar las normativas de auscultación y los indicadores dinámicos que se manejan
- RA7 - Utilización de software y desarrollo del mismo para realizar el análisis de la señal

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Fraile De Lerma, Alberto <b>(Coordinador/a)</b>	Esc-4; planta 4	alberto.fraile@upm.es	V - 16:30 - 18:30  Concertar las tutorías por correo electrónico indicando preferencias cualquier día de la semana.

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

## Descripción de la Asignatura

---

En la actualidad vivimos en un mundo altamente tecnificado donde la sensorización de las magnitudes físicas que nos rodean se incrementa año tras año por la aparición de nuevas tecnologías con costes cada vez más reducidos. Es suficiente con observar la cantidad de sensores que incorporan los coches o los teléfonos móviles y la última moda de los wearables.

La dinámica estructural no queda ajena a estos avances y son cada vez más las estructuras que se encuentran monitorizadas y los sistemas de vigilancia ambiental entre los que se incorporan las estaciones de seguimiento de sismos y movimientos del terreno.

La asignatura Auscultación Dinámica in-situ trata de dar una visión al alumno de los diferentes aspectos relacionados con el mundo de la instrumentación en campo.

En primer lugar se realiza una descripción de los sensores generalmente empleados en la instrumentación, sus características y problemática habituales. Se trata de que el alumno sea capaz de distinguirlos y seleccionar en su futuro profesional sobre las opciones existentes en el mercado.

La segunda parte del curso está encaminada al análisis de señal, es decir, una vez recibidos los datos de los sensores como se puede trabajar con ellos, tipos de señales esperables, problemáticas que pueden surgir y magnitudes habitualmente empleadas.

La última parte del curso está encaminada al análisis de aplicaciones particulares. Se han seleccionado 4 aplicaciones de dinámica estructural e ingeniería sísmica de aplicación profesional directa. Con ellas se pretende iniciar al alumno en los métodos de trabajo, las normativas de aplicación, el análisis de los datos y conclusiones sobre los resultados, al mismo tiempo que se abre un espectro de posibilidades en diferentes campos de la ingeniería con similitudes a las explicadas.

## Temario

---

1. Instrumentación empleada en campo
2. Planificación de ensayos
3. Análisis de resultados
4. Aplicaciones
  - 4.1. Prospección geofísica
  - 4.2. Vibraciones transmitidas por el transporte
  - 4.3. Auscultación dinámica de estructuras
  - 4.4. Medición de la acción sísmica en estructuras. Toma de decisiones

## Cronograma

**Horas totales:** 53 horas y 30 minutos

**Horas presenciales:** 29 horas y 30 minutos (37.8%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 00:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Instrumentación empleada en campo. Sensores típicos</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Planificación de ensayos. Selección de equipos. Digitalización de la señal. Aliasing. Filtrado de la señal.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Selección de equipo de medida en una situación específica de campo</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 3		<p><b>Instrumentación y planificación de ensayos. Ejemplo aplicación.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Determinación de las propiedades de la viga a partir de los datos de ensayo</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 4	<p><b>Análisis de resultados. Clasificación de las señales. Paso al dominio de la frecuencia. Magnitudes típicas para la definición de la señal en el dominio del tiempo. Transformada de Fourier de la señal periódica. Transforma discreta de Fourier.</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Uso de Matlab para la obtención de la FFT</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Determinación de la transformada de Fourier de una señal periódica continua. Uso de Matlab para la obtención de la DFT</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 5	<p><b>Análisis de resultados. Transformada de Fourier de la señal transitoria. Densidades de Fourier. Escalado de la señal. Aumento de la resolución en la señal</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Uso de Matlab para la obtención de la FFT</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Determinación de la transformada de Fourier de una señal transitoria continua. Uso de Matlab para la obtención de la DFT.</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 6	<p><b>Análisis de resultados. Señales aleatorias. Funciones de correlación mutua y autocorrelación. Densidad espectrales de Fourier. Relaciones con las transformadas de Fourier</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Uso de Matlab para la obtención de funciones de correlación y densidad espectral</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Determinación de la densidad espectral de Fourier de una señal aleatoria. Uso de Matlab para la obtención de las funciones de correlación y PDS</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>

Semana 7	<p><b>Análisis de resultados. Problemas asociados al trabajo en frecuencia. Leakage. Reducción de la varianza del estimador de la densidad espectral. Uso de ventanas móviles, método de Welch para la estimación de la densidad espectral.</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Uso de Matlab para la obtención de la densidad espectral por el método Welch</b></p> <p>Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Determinación de la densidad espectral de Fourier mediante el método de Welch usando Matlab. Análisis del efecto de leakage y la influencia de las ventanas en la respuesta</b></p> <p>Duración: 03:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 8	<p><b>Aplicaciones. Prospección geofísica. Métodos para la realización de prospección geofísica. Descripción del método SASW (Spectral Analysis of Surface Waves). Análisis en frecuencia. Función de coherencia entre dos medidas.</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</b></p> <p>Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 9			<p><b>Ejemplo de aplicación. Práctica en el entorno de la Escuela para la determinación de las propiedades del suelo (perfil de G con la profundidad). Realización de la toma de datos en campo</b></p> <p>Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Determinación de las propiedades del suelo (perfil de G con la profundidad) con los datos tomados en campo</b></p> <p>Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 10	<p><b>Aplicaciones. Vibraciones transmitidas por el transporte. Normativa de aplicación: Internacional y nacional. Espectros en tercios de octava. Ventajas e inconvenientes</b></p> <p>Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</b></p> <p>Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Evaluación de los espectros en tercios de octava de la señal registrada en el interior de una vivienda por el paso de un tren en las proximidades. Influencia de la ventana de cálculo en el resultado de los espectros</b></p> <p>Duración: 03:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 11	<p><b>Aplicaciones. Vibraciones transmitidas por el transporte. Indicador Law. Valor RMS móvil y RMS móvil con promediado exponencial</b></p> <p>Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Aplicación de filtros en el dominio del tiempo y la frecuencia empleando Matlab</b></p> <p>Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Evaluación de indicadores RMS móviles de la señal registrada en el interior de una vivienda por el paso de un tren en las proximidades. Comparación de resultados con diferentes técnicas de filtrado</b></p> <p>Duración: 03:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 12	<p><b>Aplicaciones. Auscultación dinámica de estructuras. Equipos para la generación de vibraciones. Técnicas para la determinación de las propiedades dinámicas de la estructura. Funciones de transferencia.</b></p> <p>Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</b></p> <p>Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	

Semana 13			<p><b>Auscultación dinámica de estructuras Práctica en el gimnasio de la Escuela para la toma de datos.</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Cálculo en frecuencia de la respuesta en distintos puntos de la estructura a partir de la estimación de funciones de transferencia experimentales con los datos de los ensayos y la generación de una excitación numérica</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 14	<p><b>Aplicaciones. Uso de la instrumentación como medio para toma de decisiones tras un evento sísmico. Ejemplo de aplicación.</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p><b>Examen Final</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Trabajos para evaluación final</b></p> <p>Duración: 60:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad no presencial</p>

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

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Selección de equipo de medida en una situación específica de campo	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
3	Determinación de las propiedades de la viga a partir de los datos de ensayo	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
4	Determinación de la transformada de Fourier de una señal periódica continua. Uso de Matlab para la obtención de la DFT	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
5	Determinación de la transformada de Fourier de una señal transitoria continua. Uso de Matlab para la obtención de la DFT.	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
6	Determinación de la densidad espectral de Fourier de una señal aleatoria. Uso de Matlab para la obtención de las funciones de correlación y PDS	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
7	Determinación de la densidad espectral de Fourier mediante el método de Welch usando Matlab. Análisis del efecto de leakage y la influencia de las ventanas en la respuesta	03:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
9	Determinación de las propiedades del suelo (perfil de G con la profundidad) con los datos tomados en campo	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
10	Evaluación de los espectros en tercios de octava de la señal registrada en el interior de una vivienda por el paso de un tren en las proximidades. Influencia de la ventana de cálculo en el resultado de los espectros	03:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
11	Evaluación de indicadores RMS móviles de la señal registrada en el interior de una vivienda por el paso de un tren en las proximidades. Comparación de resultados con diferentes técnicas de filtrado	03:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
13	Cálculo en frecuencia de la respuesta en distintos puntos de la estructura a partir de la estimación de funciones de transferencia experimentales con los datos de los ensayos y la generación de una excitación numérica	03:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	8%	4 / 10	
17	Examen Final	01:30	Evaluación continua y sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	20%	4 / 10	CE17, CE24, CE9
17	Trabajos para evaluación final	60:00	Evaluación sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	80%	4 / 10	CE17, CE24, CE9

## Criterios de Evaluación

La evaluación se realiza de manera continua mediante la elaboración individual de los 10 trabajos del curso con un peso global del 80% (8%\*10) y un examen con un peso del 20%.

Quien renuncie a la evaluación continua tiene la opción de solicitarlo y su evaluación constará del mismo examen final con el mismo peso del 20% y un trabajo acordado con el profesor de la asignatura que cubrirá los diferentes aspectos que se han desarrollado en el curso y que tendrá un peso equivalente al conjunto de trabajos desarrollados en la modalidad de evaluación continua (80%).

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Acelerómetros	Equipamiento	Sensores para la medición de la aceleración
Geófonos	Equipamiento	Equipos de medición de la velocidad
Acondicionador de señal	Equipamiento	Acondicionadores de señal compatibles con los acelerómetros
Amplificadores de señal	Equipamiento	Amplificadores de señal
DAQs	Equipamiento	Sistemas de adquisición de datos compatibles con los equipos de medición
Excitador electrodinámico	Equipamiento	Sistema de excitación para estructuras de carácter armónico y equipo auxiliar: amplificador de potencia y generador de señal.
Excitador impulsivo	Equipamiento	Martillo instrumentado para la generación de excitación de tipo impulsivo sobre las estructuras.
Presentaciones transparencias	Otros	Presentaciones en transparencia que ayudan a la explicación de los contenidos del curso.
Software matlab	Otros	Programas en matlab para el desarrollo de los contenidos del curso que se irán explicando con ejemplos durante el curso