

# MÉTODOS AVANZADOS DE RECONOCIMIENTO DE TERRENOS

Curso 2013-2014

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
OPTATIVIDAD ESPECIALIDAD CONSTRUCCIONES CIVILES	MÉTODOS AVANZADOS DE RECONOCIMIENTO DE TERRENOS	3	6º	6	Optativa
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prof. RACHID EL HAMDOUNI JENOUI (Coordinador)</li> <li>Prof. JESUS GARRIDO MANRIQUE</li> </ul>			Dpto. Ingeniería Civil, 4ª planta, E.T.S.C.C.P. Prof. Rachid El Hamdouni. Despacho nº 60. Correo electrónico: <a href="mailto:rachidej@ugr.es">rachidej@ugr.es</a> Prof. Jesús Garrido. Despacho nº 73. Correo electrónico: <a href="mailto:jega@ugr.es">jega@ugr.es</a>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>  Prof. Rachid El Hamdouni: Lunes (10-14h) y Martes (10-12h) Prof. Jesús Garrido: Jueves (11:30-13:30)		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en INGENIERÍA CIVIL (Especialidad: CONSTRUCCIONES CIVILES)					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Se recomienda tener cursadas las asignaturas: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> GEOLOGÍA</li> <li><input type="checkbox"/> MECÁNICA DEL SUELO Y ROCAS. GEOTECNIA</li> <li><input type="checkbox"/> CIMIENTOS EN LA INGENIERÍA CIVIL</li> <li><input type="checkbox"/> GEOTECNIA EN OBRAS CIVILES</li> </ul>					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Introducción al reconocimiento geotécnico del terreno. El proyecto geotécnico en edificación y en obras civiles. Propiedades geotécnicas del terreno. Estudios previos de reconocimiento del terreno. Prospección geofísica para estudios geotécnicos. Calcatas y sondeos. Ensayos "In Situ" de resistencia. Clasificación de macizos rocosos. Ensayos "In Situ" de deformabilidad y permeabilidad. Instrumentación geotécnica.					



## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### COMPETENCIAS GENERALES

- Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Civil y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
- Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
- Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el ejercicio de la profesión de Ingeniero Civil.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- Conocimiento teórico y práctico de las propiedades químicas, físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales más utilizados en construcción.
- Conocer los distintos métodos de reconocimiento del terreno, las condiciones de su ejecución, y la interpretación de datos obtenidos
- Planificar campañas eficaces de reconocimiento para obtener datos geotécnicos necesarios para un proyecto de edificación o de obras civiles.
- Elaboración de informes geotécnicos en base a los datos obtenidos de campañas de reconocimiento del terreno

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Análisis de la problemática derivada del estudio geotécnico del terreno, que comprende fundamentalmente los siguientes aspectos:

1. localización y distribución de los distintos materiales del subsuelo mediante la ejecución de diferentes campañas de reconocimiento,
2. determinación de las propiedades geotécnicas de los materiales identificados a partir de ensayos de laboratorio e "in situ" y
3. selección de las soluciones estructurales más adecuadas en función del tipo de terreno para los distintos tipos de proyectos geotécnicos.



## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1. INTRODUCCIÓN.** Importancia del reconocimiento del terreno en el marco de un proyecto geotécnico. Objetivos. Objetivos y Etapas. Normativas. OBTENCIÓN DE LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL TERRENO. Propiedades a determinar. Pruebas in situ y ensayos de laboratorio. 2h
- **Tema 2. ESTUDIOS PREVIOS.** Antecedentes. Revisión de la información previa (documentación publicada, datos básicos, información complementaria). Fotointerpretación. Teledetección. Reconocimiento geológico-geotécnico de campo. ESTACIONES GEOMECÁNICAS PARA CLASIFICACIÓN MACIZOS ROCOSOS. 4h
- **Tema 3. TÉCNICAS DIRECTAS DE RECONOCIMIENTO: CALICATAS Y SONDEOS.** Calicatas. Sondeos: Tipos de sondeos. Sondeos a percusión, sondeos a rotación, sondeos con barra helicoidal, sondeos por inyección de agua. Extracción de muestras. Tipos de muestras. Muestras en sondeos y calicatas. Testificación de sondeos: levantamiento de la columna estratigráfica. 4h
- **Tema 4. TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO: PROSPECCIÓN GEOFÍSICA.** Métodos eléctricos, métodos sísmicos, métodos electromagnéticos, métodos magnéticos, métodos gravimétricos. 6h
- **Tema 5. ENSAYOS "IN SITU".** Ensayos de resistencia a la rotura. Ensayos de resistencia en rocas: Esclerómetro o martillo Schmidt. Ensayo de carga puntual (PLT). Tilt test. Ensayos de resistencia en suelos: Ensayos de penetración: Tipos de ensayos: Penetración Dinámica (Borro, DPL, DPH, DPSH, SPT). Penetración Estática (CPT, CPTU o piezocono). Parámetros geotécnicos obtenidos. Ensayo de molinete o VaneTest. Ensayos de Deformabilidad y Permeabilidad. Ensayos de deformabilidad en rocas: Ensayo Dilatómetro. Ensayo de carga con placa. Ensayo de gato plano (flat jack). Métodos sísmicos. Ensayos de permeabilidad en rocas: Ensayo Lugeon. Ensayos de deformabilidad en suelos: Ensayo Presiométrico (Menard). Ensayo de carga con placa. Ensayos de permeabilidad en suelos: Ensayo de bombeo. E. Lefranc. E. Gilg-Gavard. E. Matsuo. E. Haefeli. 8h
- **Tema 6. INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA.** Medida de desplazamientos superficiales (lectura mecánica, lectura eléctrica, métodos geodésicos, nivelación). Desplazamientos profundos (inclinómetros, extensómetros, deformación y obturación en sondeos). Medida de presiones intersticiales (tubería piezométrica, piezómetro abierto, piezómetro cerrado). Medida de presiones (células de presión total, células de carga). 4h
- **Tema 7. EL RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO EN EL MARCO DEL PROYECTO GEOTECNICO EN EDIFICACIÓN Y EN OBRAS CIVILES.** Consideraciones generales. Tipos de estudios geotécnicos. Etapas de elaboración. Normativas vigentes. Planificación de campañas de reconocimiento: situación, densidad y profundidad de prospección. Informe geotécnico. 2h

### TEMARIO PRÁCTICO:

#### Seminarios/Talleres/ Problemas y ejercicios

- **Práctica G1.** Representación estereográfica de datos de discontinuidades. Determinación de familias de discontinuidades a partir de diagramas de densidad de polos. Clasificación geomecánica de macizos rocosos. 2h
- **Práctica G2.** Sondeos y calicatas. Interpretación de datos y ejercicios donde se manejan datos de sondeos y calicatas. Índice R.Q.D. Espaciamiento entre fracturas e influencia de orientación de sondeos. Densidad de fracturación. Caracterización de las discontinuidades a partir de testigos de sondeos. 2h
- **Práctica G3.** Prospección geofísica. Métodos eléctricos. Sondeos eléctricos verticales. 2h
- **Práctica G4.** Prospección geofísica. Sísmica refracción: Interpretación de los datos de campo para identificar la profundidad de los refractores y la velocidad de propagación de las ondas primarias (P) en las distintas capas reconocidas. 2h
- **Práctica G5.** Ensayos in situ de resistencia a la penetración. Penetración dinámica e estática. 2h
- **Práctica G6.** Ensayos in situ: Ensayo vane test. Ensayo de carga puntual en rocas. Placa de carga. Presiómetro. Dilatómetro. Ensayos de permeabilidad (Lefranc, Lugeon...). Tensiones naturales mediante ensayos de



hidrofracturación 2h

- **Práctica G7.** Instrumentación geotécnica: inclinómetros y extensómetros. Planificación de campañas geotécnicas: Planteamiento de un caso de estudio geotécnico donde dependiendo del tipo de construcción y aplicando la normativa vigente se propone una campaña de reconocimiento eficaz para garantizar la viabilidad técnica en económica. 2h
- **Práctica G8 (Seminario).** Presentación de trabajos optativos realizados y tutorías colectivas (resolución de dudas en aula del conjunto del temario). 2h

#### Prácticas de Laboratorio / Aula de ordenadores

**Práctica L2.** Testificación de sondeos geotécnicos e elaboración de columnas estratigráficas. Manejo de software de presentación e interpretación de datos geotécnicos de campo. 2h

**Práctica L1.** Realización de perfiles del Georadar. Adquisición e interpretación de datos mediante software específicos. 2h

#### Prácticas de Campo

**Práctica C1.** Salida a una obra para ver la ejecución de varios ensayos: Sísmica de refracción y pasiva, Georadar, Tomografía eléctrica, gravimetría. Clasificación de macizos rocosos: Estaciones geomecánicas. Martillo de Shmidt. Ensayo PLT. Tilt Test. Calicatas, Sondeos (Muestras inalteradas, SPT, presiómetro, vane test, ensayos de permeabilidad, inclinómetro), testificación de sondeos. Ensayos de placa de carga. Ensayos de penetración dinámica DPSH y estática CPTU/SCPTU. Instrumentación geotécnica: métodos geodésicos, extensómetros, piezómetros, células de presión total y de carga....etc. 5h

NOTA: Las actividades prácticas están diseñadas para un límite de 28 alumnos, que corresponde al número de puestos de trabajo del laboratorio de Ingeniería del Terreno.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- Chacón Montero, J. Irigaray, C. Lamas, F. El Hamdouni, R. y Jiménez-Perálvarez, J. et al. (2008): Prácticas y Ensayos de Mecánica de Suelos y Rocas. Área de Ingeniería del Terreno. Dpto. de Ingeniería Civil. Universidad de Granada. Servicio de Reprografía de la Facultad de Ciencias. ISBN84-96856-82-8.
- González de Vallejo, L. (Coordinador) (2002): Ingeniería Geológica. Prentice Hall.
- Suriol Castellví, J.; Lloret Morancho, A.; Josa García Tornel, A. (1995). Geotecnia. Reconocimiento del terreno. Edicions UPC. Barcelona.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

- González Caballero, M. (2001). El Terreno. Edicions UPC. Barcelona.
- Iglesias, C. (1997). Mecánica del suelo. Editorial Síntesis S.A., Madrid.
- Rodríguez Ortiz, J.M.; Serra Gesta, J. y Oteo Mazo, C. Curso aplicado de cimentaciones. Servicio de publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.
- Saxena, K.R. & Sharma, V.M. (Eds) (2003). In situ Characterization of Soils. India
- Mayne, P.; Barry, R. y Christopher, R. (2001). Manual on Subsurface Investigations. National Highway Institute. Publication nº FHWA NHI-01-031. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- Normas y recomendaciones técnicas para proyectos de edificación y obras civiles:  
-Normas UNE. Geotecnia (Ensayos de campo y de laboratorio). AENOR



- El Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006. modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008.
- Programa ROM (2005). Recomendaciones Geotécnicas para el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias. Puertos del Estado (Ministerio de Fomento).
- Normas Renfe Vía. (NRV)
- Pliegos de Prescripciones Técnicas de distintos organismos (GIASA, ADIF.).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG3)
- Ministerio de fomento 2004. Guía de cimentaciones en obras de carretera

#### **ENLACES RECOMENDADOS**

<http://geosystems.ce.gatech.edu/Faculty/Mayne/Research/index.html> (In-Situ Testing Group. Georgia Institute of Technology)

<http://www.geoengineer.org/books-investigation.html> (Geotechnical Investigations & In-situ testing).

#### **METODOLOGÍA DOCENTE**

- Presentación en el aula de los conceptos y procedimientos asociados a la asignatura, utilizando el método de la lección magistral.
- Prácticas de laboratorio y de campo.
- Desarrollo de actividades en el aula relativas al seguimiento individual o grupal para la adquisición de competencias genéricas y específicas de la materia y de los proyectos de despliegue de las mismas. Incluyen metodologías de proyectos, de estudio de casos, trabajo cooperativo y colaborativo que se desarrollarán de forma grupal.
- Tutorías (grupales o individuales) y evaluación.
- Estudio independiente del alumno.

#### **PROGRAMA DE ACTIVIDADES**



Segundo cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)						Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)			
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios / talleres prácticos (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
Semana 1	T1	2							3		
Semana 2	T2	2							3		
Semana 3	T2	2						1	3		
Semana 4	T3	2	2						4	1	
Semana 5	T3	2		2				1	4		
Semana 6	T4	2	2						4	2	
Semana 7	T4	2		2				1	4		
Semana 8	T4	2		2					5	1	
Semana 9	T5	2		2				1	5		
Semana 10	T5	2							5	2	
Semana 11	T5	2						1	5		
Semana 12	T5	2		2					5	1	
Semana 13	T6	2		2				1	6		
Semana 14	T6	2	5						6	2	
Semana 15	T7	2		2				1	6		
Semana 16-17				2	2	3			6		
<b>Total horas</b>		<b>30</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>7</b>	<b>74</b>	<b>9</b>	



## **EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

### **Evaluación continua**

- A final de curso, habrá un examen sobre el temario (teórico y práctico) impartido.
  - Examen de teoría (preguntas y/o ejercicios de aplicación): 50 %
  - Examen de prácticas (problemas y ejercicios): 50 %
- Los alumnos deberán presentar una memoria manuscrita con la resolución de las prácticas y actividades planteadas (Gabinete, Laboratorio y Campo).
- La asistencia, participación en clase y la calidad de las memorias presentadas se tendrá en cuenta en la evaluación continua y podría suponer una mejora de nota de hasta un 20 %.
- De forma optativa, se podrán presentar trabajos individuales o en pequeños grupos, sobre algunos de los aspectos incluidos en el temario. Los trabajos se presentarán al finalizar el temario de la asignatura. La puntuación de este trabajo representaría el 20 % de la puntuación total para los alumnos que optan por realizarlo.

### **Evaluación única final**

- Examen de teoría (preguntas y/o ejercicios de aplicación): 50 %
- Examen de prácticas (problemas y ejercicios): 50 %

## **INFORMACIÓN ADICIONAL**

