

# Guía docente

## 250820 - 250820 - Modelos Numéricos en Ingeniería Geotécnica

Última modificación: 25/01/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL TERRENO (Plan 2015). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2023

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Castellano

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** ALBERTO LEDESMA VILLALBA

**Otros:** ALBERTO LEDESMA VILLALBA, PERE PRAT CATALAN

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

La asignatura consta de 3 horas/semana de clases presenciales en un grupo reducido. De éstas, aproximadamente 2 horas/semana se corresponden a clases de teoría y el resto a clases prácticas o de ejemplos en ordenador.

Se facilita material adicional a través de la web ATENEA, incluyendo también el material presentado en las clases.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

Conceptualizar los suelos y las rocas como medios porosos regidos por conceptos de Mecánica de Sólidos y de Fluidos.

Caracterizar el entorno geológico y su interacción con obras civiles.

Interpretar ensayos de laboratorio y observaciones de campo para identificar los mecanismos responsables de la respuesta del terreno. Planificar programas de experimentación en el laboratorio.

Formular y programar modelos numéricos Elementos Finitos y Diferencias Finitas para analizar los procesos que rigen la respuesta del terreno, interpretar la información de campo y predecir la respuesta del terreno.

Analizar, discriminar e integrar en estudios y proyectos la información geológica y geotécnica disponible.

Analizar, desde la visión de un experto, casos de rotura en Ingeniería Geotécnica. Reportar las evidencias, identificar los mecanismos responsables de la rotura y comprobarlos mediante modelos de retro-análisis. Aportar eventualmente soluciones de reducción del riesgo. (Competencia específica de la especialidad Ingeniería Geotécnica).

Usar de forma discriminada programas comerciales de cálculo numérico para proyectar y acompañar, si cabe, el monitoreo de estructuras geotécnicas. (Competencia específica de la especialidad Ingeniería Geotécnica).

\* Aplica conceptos avanzados de medios continuos y mecánica de materiales a suelos y rocas.

\* Usa leyes de comportamiento avanzadas para modelar la respuesta tensio-deformacional de los suelos y las rocas.

\* Discrimina la respuesta de los suelos reconstituidos en el laboratorio de la de los suelos naturales. Interpreta correctamente la respuesta de estos últimos

\* Usa leyes de comportamiento que incluyen el efecto de las variables ambientales.

\* Usa de forma discriminada programas de cálculo para modelar problemas de ingeniería geotécnica.

- Introducción. Método de los Elementos Finitos.

- Modelos constitutivos en suelos

- Problemas y condiciones de contorno especiales. Tensiones efectivas. Excavaciones. Construcción de terraplenes. Laderas naturales.

- Problemas de mecánica de rocas.

- Estructura y uso de un programa de Elementos Finitos.



## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	9,8	7.83
Horas grupo mediano	9,8	7.83
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95

**Dedicación total:** 125.1 h

## CONTENIDOS

### Introducción. El Método de los Elementos Finitos.

**Descripción:**

Breve presentación de la asignatura y de los métodos numéricos en el contexto de la Ingeniería Geotécnica  
Recordatorio de los conceptos básicos del Método de los Elementos Finitos  
Ejemplos de aplicación del método de elementos finitos a problemas de elasticidad, en 2 dimensiones.

**Objetivos específicos:**

Presentación de la asignatura.  
Recordar los conceptos del Método de los Elementos Finitos en general.  
Ilustrar la teoría del Método de los Elementos Finitos con ejemplos sencillos

**Dedicación:** 14h 23m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo mediano/Prácticas: 1h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m

### Ecuaciones constitutivas. Modelos elásticos y Elasto-plásticos.

**Descripción:**

Concepto de ley constitutiva. Modelo elástico en 2D y 3D. Geometría axisimétrica. Anisotropía transversal. Modelo hiperbólico.  
Descripción de los modelos de estado crítico  
Descripción de otros modelos típicos en Geotecnia. El modelo elástico - plástico perfecto de Mohr-Coulomb. Endurecimiento y reblandecimiento. Modelos visco-elásticos y visco-plásticos.  
Algunos ejemplos de aplicación de ecuaciones constitutivas.

**Objetivos específicos:**

Papel de las ecuaciones constitutivas en el análisis numérico. Descripción del modelo elástico y sus variantes.  
Entender los rasgos fundamentales de los modelos de estado crítico y su capacidad para simular el comportamiento mecánico del suelo.  
Entender las otras familias de modelos constitutivos a partir de los modelos básicos de plasticidad.  
Ilustración de aspectos teóricos descritos en el tema

**Dedicación:** 24h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 14h



### Interacción Fluido-sólido. Formulación de Biot

**Descripción:**

Ecuaciones generales de la formulación de Biot. Formulación u-p y planteamiento de la solución por elementos finitos.  
Aplicación de la formulación u-p a problemas de flujo y consolidación.  
Aplicación de la formulación u-p a problemas de dinámica de suelos.  
Ejemplos de aplicación: hundimiento de Venecia, problemas de flujo en presas de tierra, La presa de San Fernando en California.

**Objetivos específicos:**

Entender el concepto de formulación del problema acoplado H-M y el caso particular de la formulación u-p.  
Entender un caso particular de aplicación de la formulación u-p  
Ver la aplicación de la formulación u-p a problemas de ingeniería sísmica en el contexto de la Geotecnia.  
Ilustrar la formulación u-p en problemas reales complejos

**Dedicación:** 26h 24m

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 15h 24m

### Problemas de contorno en Ingeniería Geotécnica

**Descripción:**

Aspectos específicos de los problemas geotécnicos: tensiones iniciales, tensiones efectivas y disipación de presiones de agua.  
Aspectos específicos a considerar en problemas de construcción y excavación

**Objetivos específicos:**

Entender algunos aspectos propios de la Ingeniería Geotécnica en el campo de la simulación de problemas reales por elementos finitos.  
Entender los aspectos específicos a considerar en problemas geotécnicos, cuando se resuelven por elementos finitos

**Dedicación:** 14h 23m

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m

### Ejemplos de aplicación

**Descripción:**

Ilustración de los conceptos explicados en problemas diversos

**Objetivos específicos:**

Entender la aplicación de los métodos numéricos en casos reales de Ingeniería Geotécnica.

**Dedicación:** 21h 36m

Grupo mediano/Prácticas: 9h

Aprendizaje autónomo: 12h 36m

### Evaluación

**Dedicación:** 7h 11m

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m



## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

Examen final de la asignatura al final del cuatrimestre. Se hará un examen adicional al cabo de al menos una semana para aquellos alumnos que no aprueben el examen inicial.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Los exámenes constan de preguntas cortas a responder en las hojas correspondientes. No se pueden usar apuntes, libros, etc. Duración típica: 2 horas.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### **Básica:**

- Potts, D.M., Zdravkovic, L. Finite element analysis in geotechnical engineering. London: Thomas Telford, 1999-2001. ISBN 0727727532.
- Zienkiewicz, O.C.; Morgan. K. Finite elements and approximation. Mineola, NY: Dover, 1983. ISBN 9780486453019.

### **Complementaria:**

- Profesores asignatura. Material Adicional disponible en Atenea [en línea]. [Consulta: 08/03/2021]. Disponible a: [atenea.upc.edu](http://atenea.upc.edu).