

Programa del curso

1. Descripción del curso

El objetivo general de este curso es que los estudiantes aprendan a usar las herramientas de simulación numérica más utilizadas en geotecnia. La mayor parte del curso se dedica al uso del método de los elementos finitos, mediante el código comercial PLAXIS 2D. Al final del semestre, se aborda con menos profundidad el método de los elementos discretos, mediante el código de investigación LMGC90.

2. Intensidad horaria

El curso se desarrolla en el espacio de una sesión magistral semanal, los jueves de 15:30 a 18:20, en el salón AU206.

3. Objetivos de aprendizaje

A continuación se listan los objetivos de aprendizaje del curso (OAC).

Al terminar el curso, se espera que el estudiante:

- OAC1: identifique las principales herramientas numéricas utilizadas en geotecnia, tenga una idea general de cómo funcionan, y explique su propósito, ventajas y desventajas;
- OAC2: pueda utilizar, demostrando habilidad y buen criterio, las funciones básicas de un código de elementos finitos (PLAXIS 2D) para analizar diferentes tipos de estructuras y problemas geotécnicos;
- OAC3: sepa qué modelos constitutivos deben usarse para analizar diferentes tipos de estructuras y problemas geotécnicos; y
- OAC4: haya usado un código de elementos discretos (LMGC90) para analizar la microestructura y la respuesta mecánica de un material granular.

Adicionalmente, se espera que el estudiante:

- OAC5: desarrolle sus habilidades de comunicación escrita y gráfica.

4. Temas

A continuación se listan los temas abordados en el curso y se indica su conexión con los OAC uno a cinco.

Tema	OAC1	OAC2	OAC3	OAC4
1. Introducción a las herramientas numéricas en geotecnia	*			
2. Introducción al método de los elementos finitos	*			
3. El modelo constitutivo Elástico-Lineal		*	*	
4. Introducción a PLAXIS 2D		*		
5. El modelo constitutivo de Mohr-Coulomb		*	*	
6. Cálculo del factor de seguridad		*		
7. Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil, Hardening Soil Small Strain y Soft Soil)		*	*	
8. Análisis de sistemas no-drenados		*	*	
9. Flujo de agua subterránea		*		
10. Consolidación		*	*	
11. Modelos constitutivos para rocas (Hoek-Brown y Jointed Rock)		*	*	
12. Métodos de elementos discretos	*			*

5. Sistema de evaluación

El nivel de logro de los OAC se mide mediante los siguientes instrumentos de evaluación. Todos estos instrumentos tienen el mismo valor porcentual en la nota final (i.e., 1/7 100%).

- Tarea No. 1 (El método de los elementos finitos en un sistema simple)
- Tarea No. 2 (Mallas)
- Tarea No. 3 (Taludes - Factor de seguridad)
- Tarea No. 4 (Excavaciones a cielo abierto)
- Tarea No. 5 (Terraplenes)
- Tarea No. 6 (Estructuras en roca)
- Tarea No. 7 (Métodos de elementos discretos)

6. Referencias útiles

Plaxis 2D:

- Plaxis 2D, *Tutorial Manual* (2017)
- Plaxis 2D, *Reference Manual* (2017)
- Plaxis 2D, *Material Models Manual* (2017)
- Plaxis 2D, *Scientific Manual* (2017)

Método de los elementos finitos:

- Gerald, C. F. y Wheatley, P. O., *Análisis Numérico con Aplicaciones 6Ed*, Pearson Education (2000)
- Chapra, S. C. y Canale, R. P., *Métodos Numéricos para Ingenieros 5Ed*, McGraw-Hill Interamericana (2006)
- Reddy. J. N., *An Introduction to the Finite Element Method 2Ed*, McGraw-Hill International Editions (1993)

Métodos de elementos discretos:

- Radjaï, F. and Dubois, F., *Discrete-element Modeling of Granular Materials*, ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. (2011)

Otras referencias útiles:

- Sfriso, A., Curso online *Geomecánica Computacional*, SRK Consulting & Universidad de Buenos Aires

7. Calendario

A continuación se presenta el cronograma del semestre.

Semana No. (dd/mm)	Actividades
1 (08/08)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 1: <ul style="list-style-type: none"> · Introducción al curso · Introducción a las herramientas numéricas en geotecnia · Ejercicio en Clase No. 1: <ul style="list-style-type: none"> · Estadísticas sobre herramientas numéricas en geotecnia
2 (15/08)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 2: <ul style="list-style-type: none"> · El método de los elementos finitos en un sistema simple · <i>Distribución de la Tarea No. 1 (El método de los elementos finitos en un sistema simple)</i>
3 (22/08)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 3: <ul style="list-style-type: none"> · Repaso sobre esfuerzos y deformaciones · El modelo constitutivo elástico-lineal · Funciones de interpolación, elementos y mallas · Entrega de la Tarea No. 1 · <i>Distribución de la Tarea No. 2 (Mallas)</i>
4 (29/08)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 4: <ul style="list-style-type: none"> · Introducción a PLAXIS 2D · Ejercicio en Clase No. 2: <ul style="list-style-type: none"> · Simulación sencilla en PLAXIS 2D
5 (05/09)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 5: <ul style="list-style-type: none"> · El modelo constitutivo de Mohr-Coulomb · Cálculo del factor de seguridad · <i>Distribución de la Tarea No 3 (Taludes - Factor de seguridad)</i>

6 (12/09)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 6: · Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil)
7 (19/09)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 7: · Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil Small Strain) · Modelos constitutivos con endurecimiento (Soft Soil) · Ejercicio en Clase No 3: · Tutorial en PLAXIS 2D (Excavación seca usando una pantalla anclada)
8 (26/09)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 8: · Análisis de sistemas no-drenados · Distribución de la Tarea No. 4 (Excavaciones a cielo abierto)
- (03/10)	<i>No hay clase (Semana de Receso)</i>
9 (10/10)	<i>No hay clase (Nicolás está de viaje)</i>
10 (17/10)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 9: · Flujo de agua subterránea · Ejercicio en Clase No 4: · Tutorial en PLAXIS 2D (Flujo a través de una presa) · Ejercicio en Clase No 5: · Tutorial en PLAXIS 2D (Estabilidad de una presa frente a cambios en el nivel freático)
11 (24/10)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 10: · Consolidación · Ejercicio en Clase No. 6: · Tutorial en PLAXIS 2D (Construcción de un terraplén vial) · Distribución de la Tarea No. 5 (Terraplenes)
12 (31/10)	<i>No hay clase (Nicolás está de viaje)</i>
13 (07/11)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 11: · Modelos constitutivos para rocas (Hoek-Brown y Jointed Rock) · Distribución de la Tarea No. 6 (Estructuras en roca)
14 (14/11)	<ul style="list-style-type: none"> · Presentación No. 12: · Métodos de elementos discretos · Ejercicio en Clase No 7: · Montaje y ejecución de una simulación sencilla
15 (21/11)	· Distribución de la tarea No. 7: Métodos de elementos discretos
16 (28/11)	