

## Syllabus

### 1. Descripción del curso

Este curso se especializa en el uso de la herramienta de simulación numérica más utilizada en la ingeniería geotécnica: el método de los elementos finitos. En particular, el curso aborda el uso de esta herramienta en diferentes estructuras (e.g., cimentaciones, excavaciones, taludes, terraplenes, etc.) y problemas (e.g., deformaciones, estabilidad, flujo de agua subterránea, etc.) geotécnicos, a la vez que introduce los modelos constitutivos más utilizados en la práctica.

### 2. Intensidad horaria

El curso se desarrolla en el espacio de una sesión magistral semanal, los martes de 17:00 a 19:50, en el salón O301.

### 3. Objetivos de aprendizaje

A continuación, se listan los objetivos de aprendizaje del curso.

Al terminar el curso, se espera que el estudiante:

1. identifique las principales herramientas numéricas utilizadas en geotecnia, tenga una idea general de cómo funcionan, y explique su propósito, ventajas y desventajas;
2. 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; y
3. sepa qué modelos constitutivos deben usarse para analizar diferentes tipos de estructuras y problemas geotécnicos.

Adicionalmente, se espera que el estudiante:

4. desarrolle sus habilidades de comunicación escrita, gráfica y oral.

### 4. Temas

A continuación, se listan los temas abordados en el curso y se indica su conexión con los

objetivos de aprendizaje 1 a 3.

| Tema                                                                                               | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| Introducción a las herramientas numéricas en geotecnia                                             | * |   |   |
| Introducción al método de los elementos finitos                                                    | * |   |   |
| El modelo constitutivo Elástico-Lineal                                                             |   | * | * |
| Introducción a PLAXIS 2D                                                                           |   | * |   |
| El modelo constitutivo de Mohr-Coulomb                                                             |   | * | * |
| Cálculo del factor de seguridad                                                                    |   | * |   |
| Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil, Hardening Soil Small Strain y Soft Soil) |   | * | * |
| Análisis de sistemas no-drenados                                                                   |   | * | * |
| Flujo de agua subterránea                                                                          |   | * |   |
| Consolidación                                                                                      |   | * | * |
| Modelos constitutivos para rocas (Hoek-Brown y Jointed Rock)                                       |   | * | * |

## 5. Sistema de evaluación

El nivel de logro de los objetivos de aprendizaje se mide mediante los siguientes instrumentos de evaluación. Entre paréntesis, se indica su valor porcentual en la nota final del curso.

- Tarea 1 - El método de los elementos finitos en un sistema simple (10%)
- Tarea 2 - Mallas (10%)
- Tarea 3 - Taludes y factor de seguridad (10%)
- Examen parcial 1 (20%)
- Tarea 4 - Excavaciones a cielo abierto (10%)
- Tarea 5 - Terraplenes (10%)
- Tarea 6 - Estructuras en roca (10%)
- Examen parcial 2 (20%)

## 6. Referencias útiles

Plaxis 2D:

- *Plaxis 2D, Tutorial Manual (2025)*
- *Plaxis 2D, Reference Manual (2025)*
- *Plaxis 2D, Material Models Manual (2025)*
- *Plaxis 2D, Scientific Manual (2025)*

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)

## 7. Calendario

A continuación, se presenta el cronograma del semestre.

| Sem.<br>(dd/mm/aa) | Actividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 (20/01/26)       | <i>No hay clase (Nicolás está de viaje)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2 (27/01/26)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Introducción al curso</li> <li>· Introducción a las herramientas numéricas en geotecnia</li> </ul> </li> <li>· Ejercicio en Clase No. 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Estadísticas sobre herramientas numéricas en geotecnia</li> </ul> </li> </ul>                                                            |
| 3 (03/02/26)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>· El método de los elementos finitos en un sistema simple</li> </ul> </li> <li>· <b>Distribución de la Tarea No. 1 (El método de los elementos finitos en un sistema simple)</b></li> </ul>                                                                                                                                  |
| 4 (10/02/26)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 3: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Repaso sobre esfuerzos y deformaciones</li> <li>· El modelo constitutivo elástico-lineal</li> <li>· Funciones de interpolación, elementos y mallas</li> </ul> </li> <li>· Entrega de la Tarea No. 1</li> <li>· <b>Distribución de la Tarea No. 2 (Mallas)</b></li> </ul>                                                   |
| 5 (17/02/26)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 4: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Introducción a PLAXIS 2D</li> </ul> </li> <li>· Ejercicio en Clase No. 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Simulación sencilla en PLAXIS 2D</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                 |
| 6 (24/02/26)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 5: <ul style="list-style-type: none"> <li>· El modelo constitutivo de Mohr-Coulomb</li> <li>· Cálculo del factor de seguridad</li> </ul> </li> <li>· <b>Distribución de la Tarea No 3 (Taludes - Factor de seguridad)</b></li> </ul>                                                                                                                                   |
| 7 (03/03/26)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 6: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil)</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8 (10/03/26)       | <i>No hay clase (Simposio Internacional de Depósitos de Relaves)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9 (17/03/26)       | <i>No hay clase (Semana de Receso)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 10 (24/03/26)      | · <b>Examen parcial 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11 (31/03/26)      | <i>No hay clase (Semana de Santa)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 (07/04/26)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 7: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil Small Strain)</li> <li>· Modelos constitutivos con endurecimiento (Soft Soil)</li> </ul> </li> <li>· Ejercicio en Clase No 3: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Tutorial en PLAXIS 2D (Excavación seca usando una pantalla anclada)</li> </ul> </li> </ul> |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 (14/04/26) | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 8: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de sistemas no-drenados</li> </ul> </li> <li>· Ejercicio en clase No 4: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Tutorial en PLAXIS 2D (Construcción de una excavación sumergida)</li> </ul> </li> <li>· <b>Distribución de la Tarea No. 4 (Excavaciones a cielo abierto)</b></li> </ul> |
| 14 (21/04/26) | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 9: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Flujo de agua subterránea</li> </ul> </li> <li>· Ejercicio en Clase No 5: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Tutorial en PLAXIS 2D (Flujo a través de una presa)</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                     |
| 15 (28/04/26) | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 10: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Consolidación</li> </ul> </li> <li>· Ejercicio en Clase No. 6: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Tutorial en PLAXIS 2D (Construcción de un terraplén vial)</li> </ul> </li> <li>· <b>Distribución de la Tarea No. 5 (Terraplenes)</b></li> </ul>                                          |
| 16 (05/05/26) | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Presentación No. 11: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Modelos constitutivos para rocas (Hoek-Brown y Jointed Rock)</li> </ul> </li> <li>· <b>Distribución de la Tarea No. 6 (Estructuras en roca)</b></li> </ul>                                                                                                                                       |
| 17 (12/05/26) | <b>No hay clase (Nicolás está de viaje)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 18 (19/05/26) | · <b>Examen parcial 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |