

Guía docente de la asignatura

Mecánica de Suelos y Rocas. Geotecnia


Fecha última actualización: 18/06/2021
Fecha de aprobación: 18/06/2021

Grado	Grado en Ingeniería Civil y Administración y Dirección de Empresas	Rama	Ciencias Sociales y Jurídicas
--------------	--	-------------	-------------------------------

Módulo	Formación Común a la Rama Civil	Materia	Ingeniería del Terreno
---------------	---------------------------------	----------------	------------------------

Curso	3º	Semestre	1º	Créditos	6	Tipo	Obligatoria
--------------	----	-----------------	----	-----------------	---	-------------	-------------

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Los contemplados por la Universidad de Granada en el apartado de acceso y admisión para los estudios de Grado. Se recomienda cursar o tener cursadas las asignaturas de Formación Básica “Geología” y “Mecánica para Ingenieros”.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Suelos y Geotecnia. Propiedades índices. Permeabilidad y presiones del agua. Redes de flujo. Consolidación y compresibilidad. Asientos. Propiedades de Resistencia. Estabilidad, factor de seguridad y coeficientes de fiabilidad. Compactación y mejora de suelos. Roca intacta y macizos rocosos. Discontinuidades. Clasificaciones geotécnicas. Aplicaciones. Estudios previos. Tensiones y deformaciones naturales. Resistencia y estabilidad de macizos rocosos. Ensayos. Deslizamientos. Geotecnia. Empujes laterales y teoría de Rankine. Cimentaciones. Terraplenes. Muros. Estabilización, auscultación y monitorización de taludes. Drenajes y geotextiles. Refuerzo de macizos rocosos.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS



- CE08 - Conocimiento teórico y práctico de las propiedades químicas, físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales más utilizados en construcción
- CE11 - Conocimientos de geotecnia y mecánica de suelos y de rocas así como su aplicación en el desarrollo de estudios, proyectos, construcciones y explotaciones donde sea necesario efectuar movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Adquisición de conocimientos básicos e imprescindibles en mecánica de suelos y rocas que les ayude a comprender, y cuantificar, el comportamiento de suelos granulares y suelos cohesivos, así como percibir el diferente comportamiento de los macizos rocosos. Para ello, se realizarán trabajos individuales y cooperativos donde se demuestre la adquisición de tales conocimientos.
- Adquisición de los conocimientos necesarios para comprender y utilizar la información bibliográfica geotécnica y capacidad de integración de las diferentes fuentes de información mediante la realización de trabajos y su presentación.
- Adquisición de conocimientos necesarios y su aplicación para la caracterización, evaluación e interpretación del comportamiento mecánico de suelos y rocas en la ingeniería mediante la realización de los ensayos mecánicos y geotécnicos básicos.
- Adquisición de los fundamentos necesarios para el cálculo de cimentaciones, muros y estabilidad de laderas y taludes, mediante la realización de ejercicios y problemas que permitan la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- Adquisición de conocimientos sobre paquetes informáticos, mediante la realización de prácticas de ordenador, que le permitan la resolución de problemas geotécnicos, así como la presentación de los resultados obtenidos, su interpretación y aplicación.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

TEMARIO TEÓRICO Y PROBLEMAS:

- **Tema 1. INTRODUCCIÓN: MECÁNICA DEL SUELO, MECÁNICA DE ROCAS Y GEOTECNIA.** Definiciones básicas. Antecedentes históricos. Rasgos generales del comportamiento mecánico de suelos y rocas en superficie y su importancia en la Geotecnia.
- **Tema 2. PROPIEDADES ÍNDICE Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS.** Concepto y fases del suelo. Tipos de suelos. Relaciones volumétricas y gravimétricas. Granulometría. Plasticidad y límites de consistencia. Otras propiedades de los suelos. Ensayos de identificación. Clasificaciones. Compactación y mejora de suelos. Problemas y casos de estudio.
- **Tema 3. EL AGUA EN LOS SUELOS.** Conceptos previos. Carga hidráulica. Teorema de Bernouilli. Presiones hidrostáticas. Piezómetros. Capilaridad. Flujo de agua en el terreno. Gradiente Hidráulico. Permeabilidad. Ley de Darcy. Ecuación de Laplace. Redes de flujo. Problemas y casos de estudio.
- **Tema 4. LAS TENSIONES EN LOS SUELOS.** Concepto de tensión. Tensión total, neutra y efectiva. Principio de Terzaghi. Esfuerzos geostáticos verticales y horizontales. Esfuerzos producidos por cargas aplicadas. Tensiones principales y círculo de Mohr. Trayectoria de esfuerzos. Problemas y casos de estudio.
- **Tema 5. COMPRESIBILIDAD Y CONSOLIDACIÓN DE SUELOS.** Relaciones tensión-deformación con drenaje. Suelos normalmente consolidados y sobreconsolidados. OCR. Ensayo edométrico y curva edométrica. Coeficientes de compresibilidad. Cálculo de



- asientos. Teoría de la Consolidación. Coeficiente de consolidación. Problemas y casos de estudio.
- Tema 6. RESISTENCIA A LA CIZALLA DE LOS SUELOS. Criterio de rotura Mohr-Coulomb. Cohesión y ángulo de fricción. Ensayos de resistencia al corte. Comportamiento mecánico de suelos sometidos a corte. Problemas y casos de estudio.
 - Tema 7. ESTABILIDAD DE LADERAS Y TALUDES EN SUELOS GEOTÉCNICOS. Movimientos de ladera: clasificación, factores determinantes y activadores, métodos de análisis. Factor de seguridad y fiabilidad. Clasificación de métodos de cálculo. Métodos de equilibrio límite según mecanismo de rotura. Medidas de estabilización. Problemas y casos de estudio.
 - Tema 8. INTRODUCCIÓN AL EQUILIBRIO PLÁSTICO DE LOS SUELOS. El equilibrio plástico. Coeficientes de empujes activo, pasivo y en reposo. Fundamentos de la estimación de empujes laterales. Teorías de Rankine y Coulomb. Aplicaciones. Problemas y casos de estudio.
 - Tema 9. ROCA INTACTA, DISCONTINUIDADES Y MACIZO ROCOSO. Conceptos básicos. Propiedades físicas y mecánicas de las rocas. Propiedades mecánicas de las discontinuidades. Cohesión y ángulo de fricción.
 - Tema 10. RESISTENCIA Y DEFORMACIÓN DE ROCAS Y MACIZOS ROCOSOS. Comportamientos tensión-deformación. Comportamiento frágil y dúctil. Papel de la fase fluida. Criterios de rotura. Ensayos de laboratorio.
 - Tema 11. CLASIFICACIÓN DE LOS MACIZOS ROCOSOS. NGI (Q de Barton). SCIR: RMR de Bieniawski. SMR de Romana. GSI de Hoek. Discusión de sus aplicaciones.
 - Tema 12. ESTABILIDAD DE LADERAS Y TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS. Análisis cinemático y factor de seguridad en macizos rocosos: rotura plana, rotura en cuña, vuelco de bloques rocosos. Otros modos de rotura. Análisis probabilista. Refuerzos. Desarrollos actuales. Problemas y casos de estudio.
 - Tema 13. FUNDAMENTOS DE CIMENTACIONES. Definición y clasificación de las cimentaciones. Cimentaciones superficiales y profundas. Cálculo geotécnico: presión de hundimiento y asiento admisible.
 - Tema 14. FUNDAMENTOS DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN. Tipos, proyecto y comprobaciones a efectuar. Drenajes. Problemas y casos de estudio.

PRÁCTICO

TEMARIO DE LABORATORIO Y SEMINARIOS:

Prácticas de Laboratorio:

- Práctica 1. Ensayos de identificación y clasificación de suelos.
- Práctica 2. Ensayo de consolidación.
- Práctica 3. Ensayos de compresión simple y corte directo en suelos.
- Práctica 4. Ensayo de compresión triaxial en suelos.
- Práctica 5. Resolución de problemas de mecánica de suelos mediante paquetes informáticos I.
- Práctica 6. Resolución de problemas de mecánica de suelos mediante paquetes informáticos II.
- Práctica 7. Ensayos en rocas: compresión simple, carga puntual y tracción indirecta.
- Práctica 8. Resolución de problemas de mecánica de rocas mediante paquetes informáticos.

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



Seminarios:

- Exposición de trabajos y profundización en temas de interés.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

Teoría y Problemas:

- GONZÁLEZ DE VALLEJO (Ed.) (2002). "Ingeniería Geológica". Ed. Prentice Hall, Madrid. ISBN: 84-205-3104-9.
- IRIGARAY, C.; EL HAMDOUNI, R. (2021). Problemas Resueltos de Mecánica de Suelos y Rocas. Geotecnia (4ª Edición). Editorial Técnica AVICAM, Granada 2021, España. 280 pp.
- SUTTON, B.H.C. (1989). Problemas resueltos de mecánica del suelo. Ed. Bellisco, ISBN: 978-84-85198-23-8, Madrid, 293 pp.
- TERZAGHI, K. & PECK, R.B. (1978). "Mecánica de suelos en la Ingeniería Práctica". Ed. Ateneo, Mexico. 722 pp.

Prácticas:

- CHACÓN, J.; IRIGARAY, C.; LAMAS, F.; EL HANDOUNI, R. & JIMÉNEZ-PERÁLVAREZ, J.D. (2008) "Prácticas y Ensayos de Mecánica del Suelo y Rocas". Área de Ingeniería del Terreno. Dpto. de Ingeniería Civil. Universidad de Granada. Ed. Copicentro Granada, S.L. ISBN: 84-96856-82-8. 266 pp.
- ROCSCIENCE (Geotechnical Tools): <https://www.rocscience.com/>

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ATTEWELL, P.B. & FARMER, I.W. (1975). "Principles of Engineering Geology". London. Chapman & Hall. Halsted Press Book. John Wiley. New York. 1045 pp.
- BERRY, P.L. & REID, D. (1993). "Mecánica de suelos". McGraw Hill. Traducción al español en Colombia por Caicedo y Arrieta. 1993. Bogotá. 415 pp.
- CAPPER, P.L.; CASSIE, W.F. & GEDDES, J.D. (1971). "Problems in Engineering Soils". Ed. E&F.N. Spon.
- CRESPO VILLALAZ, C. (2007). "Mecánica de suelos y cimentaciones". Ed. Limusa, México, 6ª Ed., 644 pp.
- DAS B.M. (1990). "Principles of Geotechnical Engineering". PWS-Kent. 665 pp.
- DELGADO VARGAS, M. (1999). "Ingeniería de cimentaciones: Fundamentos e introducción al análisis geotécnico. 28 Edición". Editorial Alfaomega. México, 541 pp.
- DUNN, I.S.; ANDERSON, L.R. & KIEFER, F.W. (1980). "Fundamentals of Geotechnical Analysis". John Wiley & Sons, 414 pp.
- HOEK, E. 2007. Practical Rock Engineering. Rocscience-Hoek's Corner. USA.
- HOEK, E. & BROWN, E.T. (1980). "Excavaciones subterráneas en roca". Ed. McGraw-Hill. 634 pp.
- IGLESIAS, C. (1997). Mecánica del suelo. Editorial Síntesis S.A., Madrid.
- IZQUIERDO, F.A & CARRIÓN, M.A. (2002). Problemas de Geotecnia y Cimientos. Editorial de la UPV, ISBN: 84-9705-161-0. Valencia, 331 pp.
- JIMENEZ SALAS J. A. & JUSTO, J.L. (1975) "Geotecnia y Cimientos. Tomo I: Propiedades de los suelos y de las rocas". Editorial Rueda. 466 pp.
- LAMBE, T.W. & WHITMAN, R.V. (1979). Mecánica de suelos. Editorial Limusa, México.



582 pp.

- LIU, C.; EVETT, J.B. (1984). "Soil Properties: Testing, Measurement and Evaluation". Prentice Hall, New Jersey. ISBN: 0-13-822379-3.
- JUÁREZ BADILLO, E. & RICO RODRÍGUEZ, A. (1976). "Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de mecánica de suelos". Ed. Limusa México, 642 pp.
- ROMANA, M. Clasificaciones Geomecánicas. Editores J.B. Serón y E. Montalar. STMR. Madrid, 185 pp.
- SERRA GESTA, J.; OTEO MAZO, C.; GARCÍA GAMALLO, A.M.; RODRÍGUEZ ORTIZ, J.M. (1986). "Mecánica del Suelo y Cimentaciones". Fundación Escuela de la Edificación. Madrid. ISBN 84-505-3681-2.
- SERRANO, A. (2001). Mecánica de las Rocas. Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones. Colección Escuelas. 2 vol. Madrid.
- TERZAGHI, K. (1943). "Theoretical soil mechanics". John Wiley & Sons. New Cork. 510 pp.

ENLACES RECOMENDADOS

- Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (ISSMGE: International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering): <https://www.issmge.org/>
- Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica: <https://semsig.org/>
- Sociedad Española de Mecánica de Rocas: <https://www.semr.es/>
- Rocscience (Geotechnical Tools): <https://www.rocscience.com/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Exposiciones en clase por parte del profesor. Podrán ser de tres tipos: 1) Lección magistral: Se presentarán en el aula los conceptos teóricos fundamentales y se desarrollarán los contenidos propuestos. Se procurará transmitir estos contenidos motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y tratando de formarle una mentalidad crítica 2) Clases de problemas: Resolución de problemas o supuestos prácticos por parte del profesor, con el fin de ilustrar la aplicación de los contenidos teóricos y describir la metodología de trabajo práctico de la materia. 3) Seminarios: Se ampliará y profundizará en algunos aspectos concretos relacionados con la materia. Se tratará de que sean participativos, motivando al alumno a la reflexión y al debate.
- MD02 Prácticas realizadas bajo supervisión del profesor (individuales o en grupo), podrán ser: 1) En aula/aula de ordenadores (para ser resueltos de modo analítico o numérico). Para que el alumno adquiera la destreza y competencias necesarias para la aplicación de conocimientos teóricos o normas técnicas relacionadas con la materia. 2) De laboratorio: supuestos reales relacionados con la materia en el laboratorio donde se presentarán los equipos de ensayos sus fundamentan los conceptos teóricos de la asignatura. Para desarrollar las habilidades instrumentales y las competencias de tipo práctico, enfrentándose ahora a la complejidad de los sistemas reales. 3) De campo: Realización de visitas en grupo a obra y a empresas relacionadas, con el fin de observar y analizar los conceptos teóricos de la asignatura, desarrollando la capacidad de contextualizar los conocimientos adquiridos y su implantación en una obra.
- MD03 Trabajos realizados de forma no presencial. Actividades propuestas por el profesor que podrán ser realizados individualmente o en grupo. Los alumnos presentarán en público los resultados de algunos de estos trabajos, desarrollando las habilidades y destrezas propias de la materia, además de las competencias transversales relacionadas



con la presentación pública de resultados y el debate posterior, así como la puesta en común de conclusiones en los trabajos no presenciales desarrollados en grupo.

- MD04 Tutorías académicas. Podrán ser personalizadas o en grupo. En ellas el profesor podrá supervisar el desarrollo del trabajo no presencial, y reorientar a los alumnos en aquellos aspectos en los que detecte la necesidad o conveniencia, aconsejar sobre bibliografía, y realizar un seguimiento más individualizado, en su caso, del trabajo personal del alumno.
- MD05 Exámenes. Se incluye también esta actividad, que formará parte del procedimiento de evaluación, como parte de la metodología

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación continua ordinaria se realizará a partir de los puntos expuestos en este apartado, teniendo en cuenta que la superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia:

- Los alumnos deberán entregar obligatoriamente una relación de problemas resueltos con al menos dos ejercicios de cada uno de los temas que incluyan esta actividad.
- Las prácticas de laboratorio incluye la obligatoriedad de entregar una memoria con la labor desarrollada.
- Se realizará un examen que incluirá tres partes: teoría, prácticas de laboratorio y problemas. La calificación del examen se puntuará de 0 a 10 puntos; se obtendrá como resultado de la siguiente ponderación: $0,3 * (\text{Nota de Teoría}) + 0,5 * (\text{Nota de problemas}) + 0,2 * (\text{Nota de prácticas de laboratorio})$ y será necesario una puntuación mínima de 4 puntos en cada parte para poder aplicar la ponderación indicada; en caso contrario, la calificación del examen será, como máximo, 4 puntos.
- Los estudiantes podrán realizar un trabajo voluntario, en pequeños grupos, que constituya una unidad adecuada a la dedicación estimada de cada alumno. El trabajo se valorará de 0 a 10 puntos.
- Para la evaluación, se tendrá en cuenta la asistencia y participación activa de los estudiantes en las clases teóricas, prácticas y tutorías.

La calificación de la asignatura se obtendrá mediante la siguiente ponderación:

- Examen: 70 %.
- Valoración continua de la labor realizada (relación de problemas, memoria de prácticas, ejercicios de clase, asistencia y participación activa): 30%.
- El trabajo voluntario podrá subir la calificación hasta un máximo de 1 punto.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación continua extraordinaria se realizará a partir de los puntos expuestos en este apartado, teniendo en cuenta que la superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia:

- Los alumnos deberán entregar obligatoriamente una relación de problemas resueltos con al menos dos ejercicios de cada uno de los temas que incluyan esta actividad.
- Las prácticas de laboratorio incluye la obligatoriedad de entregar una memoria con la



labor desarrollada.

- Se realizará un examen que incluirá tres partes: teoría, prácticas de laboratorio y problemas. La calificación del examen se puntuará de 0 a 10 puntos; se obtendrá como resultado de la siguiente ponderación: $0,3 * (\text{Nota de Teoría}) + 0,5 * (\text{Nota de problemas}) + 0,2 * (\text{Nota de prácticas de laboratorio})$ y será necesario una puntuación mínima de 4 puntos en cada parte para poder aplicar la ponderación indicada; en caso contrario, la calificación del examen será, como máximo, 4 puntos.
- Los estudiantes podrán realizar un trabajo voluntario, en pequeños grupos, que constituya una unidad adecuada a la dedicación estimada de cada alumno. El trabajo se valorará de 0 a 10 puntos.

La calificación de la asignatura se obtendrá mediante la siguiente ponderación:

- Examen: 70 %.
- Valoración de la labor realizada (relación de problemas y memoria de prácticas): 30%.
- El trabajo voluntario podrá subir la calificación hasta un máximo de 1 punto.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Se realizará un examen que incluirá teoría, problemas y prácticas de laboratorio. La teoría representa el 30%, los problemas el 50% y las prácticas de laboratorio el 20%. Para poder aprobar el examen será necesario aprobar cada una de las partes; en caso contrario, la calificación será, como máximo, 4 puntos. Superadas cada una de las partes, la calificación final se obtendrá como la media ponderada de cada una de las partes y se valorará de 0 a 10 puntos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Información sobre el desarrollo de la materia, materiales correspondientes al temario de tipo teóricos y prácticos y notas complementarias estarán disponibles y en constante actualización en la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada, accesible para los alumnos matriculados.
- La cronografía del programa de actividades se adaptará al calendario académico oficial que la Universidad de Granada apruebe para cada curso académico.
- Los seminarios en grupo se organizarán en equipos de trabajo multinacionales y se considerarán estudios de casos internacionales.

