

INSTITUTO DE CIENCIAS POLARES, AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Año: 2022



Universidad Nacional de Tierra del Fuego,
Antártida e Islas del Atlántico Sur.

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:
Geotécnia (ABG39)

CÓDIGO: 9410
AÑO DE UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS:
5 año
FECHA ULTIMA REVISIÓN DE LA ASIGNATURA:
2022-03-10
CARRERA/S: Licenciatura en Geología V5,

CARÁCTER: CUATRIMESTRAL (2do)
TIPO: OBLIGATORIA
NIVEL: GRADO
MODALIDAD DEL DICTADO: PRESENCIAL
MODALIDAD PROMOCION DIRECTA: SI
CARGA HORARIA SEMANAL: 8 HS
CARGA HORARIA TOTAL: 136 HS

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellido	Cargo	e-mail
ROGELIO DANIEL ACEVEDO	profesor adjunto interinoi	rdacevedo@untdf.edu.ar
LUIS IGNACIO JARA POZA	asistente de primera	ljarapoza@untdf.edu.ar

1. FUNDAMENTACION

En el marco económico de nuestro país y en el contexto del desarrollo regional y continental es fundamental el conocimiento de los fenómenos y procesos que caracterizan el medio físico donde se implantarán presas, carreteras, yacimientos minerales, ciudades, oleoductos, etc. El uso racional de los recursos, la protección sustentable del medio ambiente y el respeto por las generaciones futuras exigen la formación de profesionales que sean al mismo tiempo excelentes diseñadores, óptimos ejecutores y ciudadanos comprometidos con la ética y el bienestar de la sociedad a la que sirven en última instancia. La carrera de Licenciatura en Geología de esta Universidad, junto con los otros Departamentos que la integran, tiene el deber de formar integralmente a estos profesionales. La Geotecnia, rama aplicada de la geología, tiene para cumplir un papel vital en todo este proceso porque es el vínculo natural entre la geología y la ingeniería. Como parte eminentemente profesional de la geología, la geotecnia precisa de un fuerte cimiento en las disciplinas básicas de la ciencia (tectónica, petrología, mineralogía, geomorfología, hidrogeología, etc.) y del soporte de las técnicas y métodos de investigación del terreno (topografía, cartografía, fotogeología, técnicas de levantamiento y mapeo de campo, etc.). Así, el profesional que se presentará en el medio laboral deberá poseer no sólo un amplio dominio de los aspectos básicos de la geología sino también estar preparado para transferir todo ese conocimiento para llegar a la solución óptima de los desafíos y problemas que el desarrollo sustentable de la sociedad nos presenta. La disciplina Geotecnia deberá suministrar al alumno y futuro profesional los conocimientos y herramientas necesarios para ejercer ética y profesionalmente sus actividades en el campo de la geología aplicada a la ingeniería, minería y petróleo.

La asignatura Geotecnia está incluida en el conjunto de disciplinas pertenecientes al quinto año de la Licenciatura de Geología. Este ciclo abarca los conocimientos aplicados a los estudios geológicos. El presente Plan de estudios ordena su currículo en áreas temáticas, de acuerdo a los distintos campos del saber, tal como lo interpreta la A.F.A.G (Asociación de Facultades de

Geología en Argentina) y estándares explícitos en la Resolución N° 1412/2008 del Ministerio de Educación de la Nación y Resolución (RO) N° 274/2014 de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

2. OBJETIVOS

a) OBJETIVOS GENERALES

Formar profesionales capacitados para estudiar, analizar, identificar y formular soluciones a los problemas de origen geológico que se presentan en obras de ingeniería, planificación territorial y emprendimientos mineros.

De acuerdo con el Plan de Estudios de la Carrera de Licenciatura en Geología, la asignatura Geotecnia tiene los siguientes objetivos generales:

I) Introducir conciencia ambiental, teniendo en cuenta las realidades sociopolíticas y culturales de la región.

II) Afianzar la formación profesional para trabajar en una sociedad cada vez más complejizada y aportar al proceso de la construcción de una sociedad pluralista y positiva.

En términos generales se apunta a:

a) Que el alumno tome conciencia de la importancia y responsabilidad de su capacitación como profesional útil a su comunidad.

b) Lograr un uso más racional y eficiente de sus propios recursos personales y que le permita desempeñarse del modo más independiente que le sea posible.

c) Comprender la asociación íntima entre “pensamiento”, “historia”, “política”, “sociedad” y “medioambiente”.

d) Aprender a percibir las incertidumbres y limitaciones del conocimiento a fin de discernir líneas de investigación futuras tanto en los aspectos básicos como aplicados de la disciplina.

e) Desarrollar habilidad para la búsqueda y análisis de material bibliográfico y publicaciones y lograr que ese conocimiento no constituya un mero aprendizaje “pasivo” de los textos, sino que permita construir una relación apasionada y cercana con los mismos, para que aquellas ideas sean parte íntimamente integrada a su propio debate.

f) Alcanzar un nivel de conocimiento que les permita libremente ejercer un juicio crítico respecto a los distintos autores, estudios y opiniones.

g) Estimular la precisión y eficacia comunicativa en la expresión oral y escrita y el equilibrio entre la disposición hacia el trabajo individual y en equipo.

h) Reconocer, describir y relevar un fenómeno geológico, político económico y ambiental.

i) Conocer las técnicas y metodologías de estudio de la materia.

j) Manejar con habilidad la bibliografía sugerida por los profesores.

La asignatura debe preparar a los alumnos y futuros profesionales para cumplir con los objetivos curriculares específicos, que se complementan y refuerzan los conceptos aportados por otras asignaturas del plan de estudios:

a) Planificar, dirigir, coordinar, supervisar, evaluar y desarrollar estudios de emplazamientos y estudios geotécnicos de macizos rocosos y suelos, efectuar su caracterización y acondicionamiento para la fundación de obras de ingeniería y de arquitectura, superficiales y subterráneas, y realizar el control geológico de las mismas durante su desarrollo y posterior operación.

b) Planificar, dirigir, supervisar, evaluar y efectuar estudios sobre movimiento de suelos y rocas y realizar el control geológico durante la ejecución de los trabajos.

c) Planificar, ubicar, dirigir, supervisar, interpretar estudios y técnicas auxiliares, evaluar, efectuar y representar gráficamente perforaciones de investigación, geotérmicas y geotécnicas.

d) Participar en la elaboración y ejecución de planes y programas de conservación, mejoramiento y recuperación de suelos y habilitación de tierras.

e) Planificar y realizar estudios de emplazamiento geológicos para repositorios superficiales y

profundos, de residuos sólidos y efluentes urbanos, industriales, peligrosos, y nucleares de baja, media y alta actividad. Participar en las obras relacionadas.

f) Investigar, desarrollar, participar y efectuar control de materiales geológicos aplicados a la industria de la construcción, minería, agricultura, medio ambiente y servicios.

b) OBJETIVOS ESPECIFICOS

a) Identificar los factores de origen geotécnicos que pueden condicionar la implantación de una obra de ingeniería.

b) Adquirir las técnicas y conocimientos necesarios para identificar los diferentes suelos y rocas con fines geotécnicos.

c) Dominar las técnicas de levantamiento de discontinuidades de un macizo rocoso.

d) Entender los procesos tenso-deformacionales que se desarrollan en los suelos y macizos de roca cuando son afectados por obras de ingeniería y minería.

e) Dominar la clasificación de suelos (SUCS) y macizos rocosos (Clasificaciones geomecánicas).

f) Conocer las diferentes etapas de desarrollo de un estudio geotécnico para implantación de una obra hidroeléctrica, excavaciones subterráneas, obras lineares, estructuras de contención y taludes.

g) Dominar las herramientas computacionales necesarias para el desarrollo de los estudios geotécnicos.

h) Dominar los procedimientos de laboratorio para estudios de suelos y rocas.

i) Obtener los conocimientos necesarios para comprender la bibliografía disponible sobre este tema.

j) Desarrollar la capacidad de razonar lógicamente los problemas y alcanzar las soluciones.

3. CONDICIONES DE REGULARIDAD Y APROBACION DE LA ASIGNATURA

La evaluación de los alumnos se hará de manera continua durante el cuatrimestre en todas las actividades desarrolladas por la Cátedra, haciendo hincapié en los aspectos conceptuales de los temas tratados. La evaluación no sólo tendrá en cuenta la nota de los exámenes parciales sino también la participación de los alumnos en las clases teóricas, las clases prácticas y los resultados de exámenes de seguimiento semanales los cuales tendrán el formato tipo multiple choice. Los exámenes parciales serán dos en todo el cuatrimestre, uno a mitad del cuatrimestre y el segundo al final del mismo. Estos exámenes versarán sobre los temas de las clases teóricas y son de carácter individual porque se busca medir el crecimiento de cada alumno en la materia. Los parámetros a considerar en la calificación serán la pertinencia de la respuesta, la profundidad y calidad de su contenido, y, en el caso de ejercicios numéricos, la forma en que se desarrollaron los cálculos y si el resultado final es correcto o no. Se dará mayor importancia al desarrollo de la solución que al resultado numérico del mismo siempre que se trate de un error de atención y no de un error de concepto. Evaluación continua Los trabajos prácticos serán grupales (no mayores a 3 alumnos). Serán evaluados con la presentación del informe final de las actividades de Laboratorio y de los ejercicios en el caso que el práctico corresponda. Las actividades de campo también serán grupales y serán evaluadas con la presentación de un informe de cada actividad en donde serán relatadas e ilustradas las actividades desarrolladas y presentados los resultados obtenidos. El proyecto de estudio de caso será evaluado durante su desarrollo observando el comportamiento de los alumnos con relación al crecimiento del proyecto en sí mismo y con relación a la madurez adquirida por los alumnos. Esta actividad también será grupal. Tipos de evaluaciones a implementar: a) De proceso: participación en sala de clases, resolución de problemas y trabajos prácticos, examen semanal y/o quincenal tipo multiple choice; b) Exámenes de evaluación continua: a través de exámenes parciales (2), y c) Final: Test de mínimos. Al final del cuatrimestre, para los alumnos PROMOCIONADOS se tomará un examen integrador del tipo test de mínimos. Este consistirá en una evaluación de conceptos básicos, mediante respuesta del

tipo multiple choice. En este tipo de evaluación el alumno debe responder correctamente todos los puntos del mismo. Este examen no tendrá nota numérica pero será condicionante de la promoción.

El Régimen de Aprobación de la Asignatura está sujeto al marco normativo que en el momento se encuentre vigente, regido por los distintos instrumentos legales administrativos formulados por la UNTDF. Se dispone así de tres tipos de alumnos: regulares, libres y promocionados. La nota final de todas las actividades descriptas en el ítem anterior, se compondrá de la siguiente forma: $NF = (A \cdot 0.5 + B \cdot 0.20 + C \cdot 0.15 + D \cdot 0.15)$. Siendo: A = Promedio de las notas de los exámenes parciales. B = Promedio nota exámenes semanales de seguimiento. D = Promedio notas de los TP, incluyendo de las actividades de campo y laboratorio. C = Trabajo integrador, presentación oral y escrita. Las notas varían de 0 a 10. El alumno que obtenga una nota 7 o mayor se considera alumno REGULAR PROMOVIDO y estará habilitado para realizar el examen final rindiendo únicamente el examen teórico escrito, tipo test de mínimos. Además de las anteriores condiciones, para acceder a la Promoción el alumno deberá cumplir con las siguientes condiciones: a) Asistencia mínima de 80% a las clases teóricas, mínima de 80% a las clases prácticas y de 100% a las prácticas de campo; b) Cumplimentar con el régimen de correlatividades de la asignatura; c) No deberá registrar ningún aplazo en los exámenes parciales, los cuales se aprueban con el 70% (nota mínima 7): Los alumnos con notas entre 4 y 7 no gozan de los beneficios de la Promoción y se consideran alumnos REGULARES. Deberán realizar un examen final teórico (escrito) y práctico (oral y/o escrito). Para acceder al examen teórico, el alumno deberá aprobar primero el examen práctico. Los alumnos con nota inferior a 4 se consideran reprobados y deberán cursar nuevamente la materia. El examen final teórico y práctico, se hará con el programa que figura en esta propuesta docente y siguiendo los modos establecidos por la UNTDF. La nota estará basada en la calidad de los contenidos presentados, su extensión, la precisión del vocabulario, la pertinencia de las respuestas a las preguntas del tribunal examinador, y la capacidad de relacionar los temas entre sí y con los de las materias correlativas, así como la solvencia para proponer soluciones para resolver situaciones problemáticas planteadas.

4. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Mecánica de suelos y rocas. Ensayos y clasificación mecánica de suelos y rocas. Estudios geotécnicos aplicados : Caracterización y acondicionamiento para la fundación de obras de ingeniería y de arquitectura de superficie y subterránea; movimientos de suelo y rocas; estabilidad de taludes. Cartografía geotécnica y planificación territorial. Legislación de construcción de obras públicas y civiles. Aspectos legales sobre la actividad profesional en el marco constitucional. Leyes que regulan el ejercicio profesional del geólogo. Ley de asociaciones profesionales.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

La metodología aplicada en el dictado de la materia consiste básicamente en el enunciado previo de los conceptos teóricos y teórico-prácticos por parte del profesor de la cátedra a través de clases expositivas. Se continuará, posteriormente, con las clases específicamente prácticas donde se aplicarán los conceptos teóricos, la interpretación de la resolución de ejercicios de la clase con la guía de trabajos prácticos, la ejecución de ensayos de laboratorio y/o visitas a laboratorios oficiales y/o privados, y trabajos de campo en recorridos técnicos a zonas y obras de ingeniería específicas. Todo se complementará con videos didácticos difundidos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas y otras instituciones, laboratorios, obras en ejecución, visitas de profesores invitados, etc. Por ser una materia de final de carrera y perteneciente a una rama de la geología aplicada, se inculca a los alumnos a pulir el léxico utilizado, las formas de redactar un informe y como expresar sus ideas claramente y con fundamento. Los alumnos deben nutrirse

de la lectura de fuentes bibliográficas diversas. A modo de guía se utilizará, el material expositivo que se usa durante las clases.

El desarrollo de la cátedra constará de:

- a) Clases Teóricas.
- b) Clases Prácticas en aula y campo.
- c) Clases de Laboratorio (propio y/o públicos y/o privados).
- d) Clases con presencia de profesores y profesionales invitados.

CLASES TEÓRICAS:

UNIDAD N° 1: Fundamentos, definiciones y conceptos básicos.

Contenidos: Conceptos: geotecnia, geología de ingeniería, mecánica de suelos y mecánica de rocas. La geología y su relación con la ingeniería. Actividades reservadas al título (incumbencias) del licenciado en Geología en relación a la Geotecnia. Legislación de construcción de obras públicas y civiles. Introducción al reglamento CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles) en fase análisis. Estudio detallado de la norma CIRSOC 401, Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos. INPRES, Instituto Nacional de Prevención Sísmica. Los factores geológicos y los problemas geotécnicos. Rocas, suelos y macizos. Resistencia, deformabilidad y permeabilidad. Introducción al estudio de tensiones de suelos y rocas. Relación con otras disciplinas: hidrogeología, geomorfología, tectónica, petrología, geología estructural. Introducción a Pliegos Licitatorios: aplicación, estudios de suelos y rocas. Obras civiles. Aplicaciones: obras subterráneas (túneles, cavernas, galerías), presas, taludes, obras lineares (carreteras, gasoductos, etc.), cimentaciones y obras de materiales sueltos y/o granulares. Introducción a los diferentes tipos de cimentaciones. Cartografía geotécnica y planificación territorial. Aspectos legales sobre la actividad profesional en el marco constitucional. Leyes que regulan el ejercicio profesional del geólogo. Ley de asociaciones profesionales. Introducción general a cimentaciones, obras hidráulicas, obras civiles, y temas constructivos generales, necesarios para el entendimiento general de la Geotecnia. Prácticos involucrados: TP-01: Introducción a la Geotecnia. PRÁCTICO INTEGRADOR. Presentación del proyecto de la asignatura (estudio de caso, análisis bibliográfico, legislación vigente, etc.) que los alumnos deberán desarrollar a lo largo del cuatrimestre y presentar al final del cursado de la disciplina.

UNIDAD N° 2: Mecánica de Suelos. Contenidos: Origen y formación de los suelos. Los suelos en la geotecnia. Características Geotécnicas de los sedimentos. Relaciones de peso - volumen en suelos. Relación entre peso unitario, relación de vacíos, contenido de humedad y gravedad específica. Relaciones entre peso unitario, porosidad y contenido de humedad. Densidad relativa. Consistencia del suelo. Descripción y clasificación de suelos. Suelos granulares y suelos cohesivos o arcillosos. Sistemas de clasificación de suelos, Sistema Unificado, sistema de clasificación AASHTO. Límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad). Carta de plasticidad. Esfuerzos en una masa de suelo. Estado tensional de los suelos. tensiones totales, efectivas y neutras. Aumento vertical de esfuerzos debidos a distintos tipos de cargas. Compactación de suelos. Principios generales de compactación. Prueba PROCTOR. Relaciones Empíricas. Determinación de peso unitario en campo luego de la compactación. Este punto se relaciona con el temario de la Unidad 4. Hidráulica de los suelos - Permeabilidad, redes de flujo, movimientos del agua en el suelo (Flujo estacionario en medio isotrópico e anisotrópico). Filtración y redes de flujo en suelos anisótropos. Conceptos de conductividad hidráulica. Ecuación de Bernoulli. Determinación del Coeficiente de permeabilidad (K) en campo y laboratorio. Ecuación de Laplace. Red de flujo. Consolidación de suelos. Suelos normalmente consolidados y sobreconsolidados. Coeficiente de empuje (k). Ensayos edométricos. Resistencia de los suelos. Criterios de ruptura. Teoría de ensayos para medir la resistencia (corte directo, triaxial, compresión simple). Circulo de Mohr. Deformabilidad de los suelos. Concepto de capacidad de carga en cimentaciones. Influencia de los minerales en las propiedades geotécnicas de los suelos. Minerales arcillosos, minerales solubles, etc. Mejoramiento de suelos. Estabilización

química y estabilización mecánica. Equipamiento para realización de compactación y movimientos de suelos. Casos reales de estudios de suelos en diversos sitios de La Argentina. Problemas geotécnicos de los suelos. Suelos expansibles, suelos colapsables, suelos erosionables, suelos dispersivos, suelos salinos o agresivos, suelos orgánicos, suelos licuefactables. Esta unidad se podrá dictar parcialmente con temas de la Unidad 6. Prácticos involucrados: TP-02: índices físicos, granulometría de suelos, límites de Atterberg, clasificación de suelos. TP-03: ensayos de resistencia: uniaxial, triaxial, cizallamiento directo, CD, CU, UU. Visita a laboratorio, vídeos didácticos, etc. TP-04: Visita a Obra.

UNIDAD N° 3: Mecánica de Rocas. Contenidos: La geología geotécnica y la mecánica de rocas. Comportamiento geomecánico e hidráulico de los macizos rocosos. Caracterización geológica y propiedades físicas e ingenieriles de las rocas - macizos rocosos. La litología y la estructura geológica y su relación con las propiedades geotécnicas de las rocas – macizos rocosos. Las propiedades físicas de las rocas: Peso específico, Porosidad, Absorción, Grado de saturación. Isotropía. Anisotropía. Homogeneidad. Heterogeneidad. Concepto de Roca y Macizo Rocoso. Matriz rocosa, discontinuidades y macizo rocoso. Concepto de meteorización, alteración, consistencia y grado de fracturación de la roca. Comportamiento geomecánico discontinuo, heterogéneo y anisótropo. Tensiones geológicas naturales y residuales en las rocas. Importancia de las discontinuidades. Descripción de las discontinuidades. Identificación de campo. Calidad geotécnica de las rocas. El índice de calidad geotécnica RQD. Métodos de determinación del RQD en afloramientos rocosos y en testigos de roca en perforaciones. Tablas de calidad RQD. Método sugerido para la cuantificación de los parámetros geomecánicos (ISRM). Deformabilidad y rotura de las Rocas. Módulo de Elasticidad. Módulo de Young. Coeficiente de Poisson. Rotura frágil y dúctil. Determinaciones. Módulos estáticos y módulos dinámicos. Resistencia a la compresión uniaxial. Determinaciones en el campo y en el laboratorio. Valores frecuentes. Roca intacta: Ensayos. Resistencia al corte. Ensayos de compresión triaxial. Rotura del Macizo rocoso. Criterio de Mohr-Coulomb. Criterio de Hoek y Brown. Hidráulica de las rocas. Concepto hidráulico de Macizo Rocoso. Ley de Chezy. Underflow y overflow. Diferencias e interacción del flujo del agua en suelos y macizos rocosos. Importancia. Ensayos Lugeon. Equipamiento. Metodología. Cálculos. Valores de admisión de agua. Interpretación e importancia en el comportamiento hidráulico del macizo rocoso. Introducción al comportamiento hidráulico de macizos rocosos mediante la modelización informática.

Caracterización geológica y evaluación geotécnica de macizos rocosos. Clasificaciones geomecánicas de uso actual. Modelo Geológico de Macizo Rocoso en obras superficiales y en obras subterráneas. Zonación. Determinación de Unidades Litoestructurales: litología, fisuración, flujo de agua. Estado de tensiones. Modelo Geotécnico de Macizo Rocoso. Introducción a la Mecánica de Rocas - Macizos Rocosos (elementos para la evaluación geomecánica como medio discontinuo, heterogéneo y anisótropo). Abordaje geomecánico de la matriz rocosa. Abordaje geomecánico de las discontinuidades. Determinación de parámetros geomecánicos: caracterización in situ y ensayos de laboratorio. Investigaciones y estudios de diseño. Modelado del arreglo espacial de discontinuidades, tratamiento de datos de orientación y frecuencia. Clasificación geomecánica RMR Clasificaciones geomecánicas Q y GSI.

Aplicación de las clasificaciones geomecánicas y mitigación de las condiciones geomecánicas e hidráulicas de macizos rocosos mediante inyecciones cementíceas. Aplicación general de las clasificaciones geomecánicas RMR, Q y GSI. Mitigación de las condiciones geomecánicas e hidráulicas. Inyecciones cementíceas. Métodos de Inyección. Características generales de los diferentes métodos. Equipamiento y desarrollo operacional. Evaluación de la eficacia de las inyecciones. El método GIN. Aplicación del método GIN en la fundación de presas. Esta unidad se podrá dictar parcialmente con temas de la Unidad 6. Prácticos involucrados: TP-05: índices físicos de rocas. TP-06: ensayos de Compresión simple, tracción indirecta, triaxiales y cizallamiento directo) - Visita a laboratorio, videos didácticos, etc. TP-07: viaje de campo para descripción de macizos rocosos y levantamiento de discontinuidades. TP-08: uso de las clasificaciones Geomecánicas.

UNIDAD N° 4: Investigación in situ de Mecánica de Suelos y Rocas. Contenidos: Estudios previos: recopilación y revisión de antecedentes. Fotogeología y teledetección. Análisis morfoestructural de la topografía. Estudios y levantamientos de campo. Métodos directos: sondeos en suelo, roca y mixtos. Sondeos rotativos con y sin recuperación de testigos. Sondeos de percusión percutivos, calicatas y pozos. Trincheras. Galerías y túneles de investigación. Métodos indirectos: prospección geofísica de superficie, sísmica de refracción y de reflexión. Métodos geoeléctricos. Métodos electromagnéticos. Métodos magnetométricos. Métodos gravimétricos. Georadar. Métodos indirectos: prospección geofísica al interior de sondeos, testificación geofísica de sondeos, temperatura, rayos gamma, etc. Ensayos in situ: ensayos para obtener parámetros de resistencia: en suelos (SPT, CPT, dilatómetro de Marchetti, vane test, etc), en roca intacta (esclerómetro de Schmidt y ensayos de carga puntual) y en discontinuidades (esclerómetro de Schmidt, resistencia al corte, tilt test). Ensayos in situ: ensayos para obtener parámetros de Deformabilidad en suelos (ensayo con presiometro de Menárd, ensayo de placa), en macizos rocosos (ensayo de placa, gato plano, ensayo con Dilatómetro de Goodman, etc). Métodos sísmicos (parámetros dinámicos). Ensayos in situ: ensayos para obtener el estado de tensiones naturales e inducidas en un macizo: gato plano, overcoring, fracturamiento hidráulico e hidrogateo. Ensayos de Permeabilidad: en Suelos (Lefranc, Gilg-Gavard, etc), en roca (ensayo Lugeon). Instrumentación de estructuras: piezómetros, control de movimientos superficiales en taludes y obras de contención, medidas de convergencia, inclinómetros, medidores de nivel de agua, extensómetros simples y múltiples, celdas de carga, temperatura, etc. Prácticos involucrados: TP-09: ejercicios de aplicación. Sala de clases.

UNIDAD N° 5: Taludes, terraplenes y pedraplenes. Contenidos: Tipos de Taludes: naturales y artificiales. Factores geológicos que interfieren en la estabilidad: discontinuidades, formaciones geológicas, agua subterránea, tensiones naturales y actividad sísmica, etc. Tipos de rotura: en suelos (rotura circular) y en roca (rotura circular, plana, por cuña, por volcamiento). Análisis de la Estabilidad: métodos de equilibrio límite en suelo y roca. Clasificación geomecánica de taludes en roca: SRMR de Romana. Métodos de excavación. Medidas de estabilización. Instrumentación y control. Prácticos involucrados: TP-10: ejercicios de aplicación. Sala de clases. Análisis de estabilidad de taludes a partir de los datos recogidos en el campo y/o caso de análisis.

UNIDAD N° 6: Cimentaciones y Túneles. Cimentaciones. Contenidos: Conceptos Generales: criterios de diseño. Tipos de cimentación. Concepto de coeficiente seguridad y probabilidad de ruptura. Transferencia de carga entre la cimentación y el suelo o la roca. Investigaciones realizadas. Cimentaciones directas – zapatas. Cimentaciones profundas. Pilotes y pilas. Cimentaciones superficiales en roca. Zapatas, pilotes y anclajes. Túneles. Contenidos: Investigaciones realizadas. Condicionantes geológicos: estructura geológica, discontinuidades, estado tensional inicial, parámetros de resistencia y deformabilidad de la roca y del macizo rocoso, hidrogeología. Parámetros geomecánicos de diseño: parámetros de resistencia y deformación, estado tensional natural, flujo de agua, temperatura, tipo y familias de discontinuidades, etc. Clasificaciones Geomecánicas: Terzaghi, Deere y Patton, Bieniawski, Barton et al. Análisis de las cargas sobre los sostenimientos. Diseño empírico de los sostenimientos. Uso de las clasificaciones geomecánicas. Diseño analítico de los sostenimientos. Método Convergencia. Confinamiento. Diseño numérico de los sostenimientos. Estabilidad estructuralmente controlada. Tipos de sostenimiento: anclajes, concreto proyectado, cerchas metálicas, malla electrosoldada, etc. Criterios de excavabilidad: excavación mecanizada o con explosivos. Métodos de excavación en roca. Métodos de excavación en suelo. Tuneleros: tipos y casos de estudios. Control geológico geotécnico de las excavaciones: mapeo geológico-geotécnico, definición de los sostenimientos, instrumentación (medidas de convergencia, extensómetros, celdas de carga). Prácticos involucrados: TP-11: cimentaciones. Ejercicios de aplicación. Sala de clases. TP-12: túneles. Ejercicios de aplicación. Sala de clases. Programa de Trabajos Prácticos: en casos en que debieran ejecutarse actividades en laboratorio que no estuvieran disponibles, se podrán reemplazar con visitas y recorridos técnicos a Instituciones públicas y/o privadas que contasen con instalaciones adecuadas; videos explicativos, etc.

UNIDAD N° 7: Metodologías de trabajo. Metodología de trabajo según el tipo de obra y estado temporal de las mismas. Ciclo de un proyecto: nivel idea, ante proyecto, proyecto licitatorio y proyecto ejecutivo. Análisis de estudios geotécnicos para diferentes tipos de obras, como ser: presas de materiales sueltos, presas de hormigón-gravedad, presas de arco, obras viales, obras lineales. El informe geotécnico. Análisis de precios, presupuestos, cotizaciones, modalidades de contratación. Licitaciones de obras: públicas y privadas. Documentación de obra: el Pliego de Licitación, cronogramas, especificaciones técnicas, plazos contractuales. Ejecución de obras: el contratista, el comitente y el consultor. Control de obra: la Inspección. Equipos y máquinas de obras: extracción de rocas a cielo abierto, extracción en canteras de arena, carga y transporte de material extraído, métodos de excavación, etc. El rol de Colegio Profesional en el ejercicio de la actividad del Geólogo. Prácticos involucrados: TP-13: análisis de Especificación Técnica Particular, referida a trabajos geotécnicos.

TRABAJOS PRÁCTICOS

Guía ejercicios numéricos. Objetivos específicos: Durante el transcurso de las clases se resolverá una guía de ejercicios numéricos, de diversas unidades temáticas. Los ejercicios serán numerados y deberán ser entregados por los alumnos al final del cursado. La guía será resuelta de forma individual por los alumnos, no aceptándose guías en grupos de alumnos.

Práctico N° 1: Introducción a la Geotecnia Objetivos específicos: Introducir a los alumnos en las tareas relativas a la Geotecnia mediante el análisis de una normativa a nivel nacional y un análisis de caso de un estudio Geotécnico. Desarrollo: Se brindará a los alumnos la normativa reciente en materia de estudios geotécnicos (CIRSOC 401) puesta en vigencia en el mes de junio del 2019, a los fines que analice los capítulos que sean indicados por el profesor. Por otro lado, se brindará a los alumnos el estudio geotécnico de una obra de ingeniería. El alumno deberá analizar la estructura del estudio presentado y compararlo con la normativa en actual vigencia para obras nacionales.

Práctico N° 2: Mecánica de Suelos (1/3). Clasificación de suelos. Objetivos específicos: Introducir a los alumnos en las técnicas de reconocimiento habitual de la textura y granulometría de los suelos en el campo. Familiarizar a los alumnos con los equipos de un laboratorio de Mecánica de Suelos. Aprender las técnicas de laboratorio para la determinación de las relaciones gravimétricas y volumétricas. Desarrollo: Se realizarán identificaciones táctiles visuales de diferentes suelos, materiales de granulometrías específicas (gravas, arenas gruesas y finas, limos y arcillas) y así proceder posteriormente a identificar suelos más complejos de granulometrías variadas. Posible salida de campo, obra y/o laboratorio. Se determinará granulometría de suelos por tamizado y por sedimentación, Contenido de humedad, materia orgánica, peso específico de sólidos. Densidad con parafina. Límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad).

Clasificación de suelos por S.U.C.S.

Práctico N°3: Mecánica de Suelos (2/3). Ensayos de Laboratorio. Objetivos específicos: Analizar resultados de diferentes tipos de ensayos de resistencia de suelos. Desarrollo: Conocimiento de equipamiento para realización de ensayos de compresión simple, triaxial, consolidado drenado (CD), consolidado no drenado (CU) y no consolidado no drenado (UU), cizallamiento o corte directo.

Práctico N°4: Mecánica de Suelos (3/3). Visita a obra. Objetivos específicos: Visitar una obra de ingeniería donde se estén efectuando actividades relacionadas a la materia, como ser: excavaciones, movimientos de suelos, entibados, etc. Desarrollo: El alumno deberá realizar un informe de la visita a obra efectuada.

Práctico N°5: Mecánica de Roca (1/4). Introducción Mecánica de Rocas. Objetivos específicos: Establecer las relaciones de los índices físicos con significancia en la caracterización de la matriz rocosa. Desarrollo: Ensayos para la determinación del peso específico natural, seco y saturado. Cálculo del % de absorción. Ensayo de carga puntual (Point load). Reconocimiento de discontinuidades.

Práctico N° 6: Mecánica de Roca (2/4). Ensayos de Laboratorio de Rocas. Objetivos específicos:

Realizar los ensayos que permiten definir la envolvente de resistencia de una roca. Desarrollo: Ensayos de Resistencia a la compresión uniaxial o simple, ensayos triaxiales (confinados), ensayos de tracción indirecta. Ensayos de corte directo. Clasificación RQD con testigos de rocas que dispone la Universidad.

Práctico N° 7: Mecánica de Roca (3/4). Salida de campo. Objetivos específicos: Viaje de campo para aprender las técnicas de descripción de macizos rocosos y levantamientos de discontinuidades. Desarrollo: Descripción geológica y geotécnica de un macizo rocoso aplicando las técnicas enseñadas en las clases teóricas. Aplicación de las técnicas de levantamientos de macizos rocosos. Procesamiento de los datos.

Práctico N° 8: Mecánica de Roca (4/4). Clasificación Geomecánica. Objetivos específicos: Aprender las técnicas para la aplicación de las clasificaciones geomecánicas para macizos rocosos y aplicarlos resultados en la solución de problemas. Desarrollo: Aplicación de diversas clasificaciones geomecánicas como RMR de Bieniawski, Q de Barton, SMR de Romana a partir de los datos de campo obtenidos en el viaje de campo. Uso de las técnicas de Procesamiento de los datos estructurales y cartográficos. Proyección de videos explicativos.

Práctico N° 9: Investigaciones in situ. Objetivos específicos: Familiarizar a los alumnos con las técnicas de ejecución de las investigaciones in situ, aplicaciones e importancia de una correcta ejecución de los trabajos. Desarrollo: Recorridos técnicos en campo de investigaciones in situ (de ser factible, se programará visitas donde se estén desarrollando sondeos, levantamientos geofísicos, etc., en obras públicas y/o privadas, etc.; incluyendo la participación de otras cátedras). Proyección de videos explicativos.

Práctico N°10: Taludes. Introducción a Estabilidad de Taludes. Objetivos específicos: Aplicar las técnicas para el cálculo de la estabilidad de taludes en roca fracturada sujeta a ruptura planar, por cuña y por volcamiento. Desarrollo: Se analizarán los datos recogidos en el trabajo de campo realizado en los cortes de la Ruta Nacional N° 3 u otro caso de análisis. Se identificarán los mecanismos de inestabilidad y se procederá a proponer medidas correctivas usando las técnicas aprendidas en la sala de clases. Se introducirá en un software de estabilidad de taludes. Aplicar las técnicas para el cálculo de la estabilidad de taludes en roca fracturada sujeta a rupturas planar, por cuña y por volcamiento, preferentemente a partir de los datos recogidos en el TP-07.

Desarrollo: Se analizarán distintos casos reales de inestabilidad de macizos rocosos y se procederá a proponer medidas correctivas usando las técnicas aprendidas en la sala de clases.

Práctico N° 11: Cimentaciones. Cálculo y recomendación de cimentaciones. Objetivos específicos: Conocer los procedimientos de cálculo para el dimensionamiento de zapatas (presión de hundimiento, capacidad de carga de una cimentación, presión admisible, coeficiente de seguridad). Desarrollo: Se analizarán casos teóricos para aplicar las técnicas de dimensionamiento de una zapata.

Práctico N° 12: Túneles. Dimensionamientos de túneles en Roca. Objetivos específicos: Aplicar las técnicas empíricas (clasificaciones geomecánicas) para el dimensionamiento del sostenimiento de un túnel. Desarrollo: Se analizarán casos reales de dimensionamiento del sostenimiento de un túnel a través del uso de las clasificaciones geomecánicas.

Práctico N°13: Metodología de trabajo Objetivos específicos: En base a una Especificación Técnica Particular, donde se encomienda efectuar un conjunto de trabajos geotécnicos, el alumno deberá interpretar y planificar los trabajos a realizar en el contexto de una consultoría. Se presentará caso real a modo de ejemplo.

Práctico Integrador. A exponer y presentar al Final de la cursada. Al inicio del curso, el Profesor proveerá a los alumnos un conjunto de trabajos profesionales, como ser estudios geotécnicos de diversas obras, casos de estudios aplicados, investigaciones de equipos de laboratorio, etc. Hasta la semana N°3 los alumnos podrán elegir uno de los trabajos profesionales o paper científico, lo cual será puesto a aceptación del profesor. Podrán emplearse textos en español y/o en inglés, o en tal caso otro el idioma que el alumno domine. Desde la semana N°3, hasta la fecha de presentación, estimada en la última semana de la cursada, los alumnos deberán entregar un informe de no más de diez (10) páginas, confeccionado en un formato técnico profesional.

Asimismo, deberá efectuar una presentación en clase, mediante Power Point / Prezi u otro, donde su presentación será evaluada, tanto por el profesor como sus compañeros de aula.

RECURSOS DIDÁCTICOS:

La cátedra utilizará los siguientes recursos para el desarrollo de las clases:

- a) Bibliografía específica y bibliografía de consulta.
- b) Guía de trabajos prácticos.
- c) Oportunamente apuntes elaborados ad-hoc.
- d) Vídeos.
- e) Presentaciones animadas (Power Point, Prezi, etc.).
- f) Software específico de Geotecnia, Estabilidad de taludes, etc.
- g) Equipos y elementos en laboratorio.

NOTA: La elaboración de los Trabajos en Laboratorio estará supeditados a la disponibilidad de equipos en los centros donde se tiende a celebrar convenios, dado que la UNTDF no posee actualmente laboratorio de mecánica de suelos y rocas.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Proyector
- Parlantes
- Pc
- Laboratorio Física
- Laboratorio Química

6. PROGRAMACIÓN SEMANAL

Semana	Unidad / Módulo	Descripción	Bibliografía
1	1	Conceptos: geotecnia, geología de ingeniería, mecánica de suelos y mecánica de rocas. La geología y su relación con la ingeniería. Actividades reservadas al título (incumbencias) del licenciado en Geología en relación a la Geotecnia.	CIRSOC 401 (2015), Das (2015).
2	1	Introducción al estudio de tensiones de suelos y rocas. Relación con otras disciplinas: hidrogeología, geomorfología, tectónica, petrología, geología estructural.	González de Vallejo (2002).
3	2	Mecánica de Suelos Contenidos: Origen y formación de los suelos. Los suelos en la geotecnia. Características geotécnicas de los sedimentos.	Terzaghi et al. (1963).
4	2	Sistemas de clasificación de suelos. Límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad). Carta de plasticidad. Esfuerzos en una masa de suelo. Estado tensional de los suelos. Compactación de suelos.	Terzaghi et al. (1963).
5	2	Hidráulica de los suelos. Filtración y redes de flujo en suelos anisótropos. Conceptos de conductividad hidráulica. Consolidación de suelos.	Terzaghi et al. (1963).
6	2	Resistencia de los suelos. Criterios de ruptura. Deformabilidad de los suelos. Concepto de capacidad de carga en cimentaciones. Influencia de los minerales en las propiedades geotécnicas de los suelos. Problemas geotécnicos de los suelos.	Terzaghi et al. (1963).
7	3	Mecánica de Rocas. Comportamiento geomecánico e hidráulico de los macizos rocosos. Caracterización geológica y evaluación geotécnica de macizos rocosos. Clasificaciones geomecánicas de uso actual.	Stagg-Ziekewicz (1969).

8	3	Caracterización geológica y propiedades físicas e ingenieriles de las rocas - macizos rocosos. La litología y la estructura geológica y su relación con las propiedades geotécnicas de rocas – macizos rocosos. Matriz rocosa, discontinuidades y macizo rocoso. Comportamiento geomecánico discontinuo, heterogéneo y anisótropo. Tensiones geológicas naturales y residuales en las rocas. Importancia de las discontinuidades. Descripción de las discontinuidades. El índice de calidad geotécnica RQD. Métodos de determinación del RQD en afloramientos rocosos y en testigos de roca en perforaciones. Introducción al comportamiento hidráulico de macizos rocosos.	Stagg-Ziekewicz (1969).
9	3	Clasificación geomecánica RMR. Clasificaciones geomecánicas Q y GSI. Aplicación de las clasificaciones geomecánicas y mitigación de las condiciones geomecánicas e hidráulicas de macizos rocosos.	Stagg-Ziekewicz (1969).
10	4	Investigación in situ de Mecánica de Suelos y Rocas. Estudios previos. Fotogeología y teledetección. Estudios y levantamientos de campo. Métodos directos: sondeos en suelo, roca y mixtos. Trincheras. Galerías y túneles de investigación.	Tomás et al. (2013).
11	4	Métodos indirectos: prospección geofísica de superficie. Métodos indirectos: prospección geofísica al interior de sondeos. Ensayos In Situ: ensayos para obtener parámetros de resistencia. Ensayos in situ: ensayos para obtener parámetros de deformabilidad en suelos, en macizos rocosos. Ensayos in situ: ensayos para obtener el estado de tensiones naturales e inducidas en un macizo rocoso. Ensayos de Permeabilidad en Suelos y en roca.	Tomás et al. (2013).
12	5	Taludes, terraplenes y pedraplenes. Tipos de Taludes. Factores geológicos que interfieren en la estabilidad de taludes. Tipos de rotura en suelos y en roca.	Hoek y Bray (1981).
13	5	Análisis de la Estabilidad: métodos de equilibrio límite en suelo y roca. Clasificación geomecánica de taludes en roca: SRMR de Romana. Métodos de excavación. Medidas de estabilización. Instrumentación y control.	Hoek y Bray (1981).
14	6	Cimentaciones y Túneles. Cimentaciones. Conceptos Generales: criterios de diseño. Tipos de cimentaciones. Concepto de coeficiente seguridad y probabilidad de ruptura. Túneles. Condicionantes geológicos: estructura geológica, discontinuidades, estado tensional inicial, parámetros de Resistencia y deformabilidad de la roca y del macizo rocoso, hidrogeología.	IGME (1987), ICOLD (1993).
15	6	Clasificaciones Geomecánicas Uso de las clasificaciones geomecánicas. Tipos de sostenimiento Criterios de excavabilidad. Métodos de excavación en roca. Métodos de excavación en suelo. Tuneleros: tipos y casos de estudios. Control geológico geotécnico de las excavaciones.	Terzaghi et al. (1963).
16	7	Metodologías de trabajo. Ciclo de un proyecto geotécnico. Análisis de estudios geotécnicos para diferentes tipos de obras. El informe geotécnico. Documentación de obra. Ejecución de obras. Control de obra. El rol de Colegio Profesional en el ejercicio de la actividad del Geólogo.	Hoek y Brown (1980).
1	TP n°1	Mecánica de Suelos (1/4). Introducción a Geotecnia. Aplicación normativa (CIRSOC 401)	
2	TP n°2	Mecánica de Suelos (2/4). Clasificación de suelos.	
3	TP n°3	Mecánica de Suelos (3/4). Ensayos de Laboratorio	
4	TP n°4	Mecánica de Suelos (4/4). Visita a obra.	
5	TP n°1-4	Repaso y 1er Parcial Teórico - Práctico.	
6	TP n°5	Mecánica de Rocas (1/4). Introducción Mecánica de Rocas.	
7	TP n°6	Mecánica de Roca (2/4). Ensayos de Laboratorio de Rocas.	
8	TP n°7	Mecánica de Roca (3/4). Salida de campo.	
9	TP n°8	Mecánica de Roca (4/4). Clasificaciones Geomecánicas.	

10	TP n°9	Investigaciones in situ.	
11	TP n°10	Taludes. Introducción a Estabilidad de Taludes.	
12	TP n°11	Cimentaciones. Cálculo y recomendación de cimentaciones.	
13	TP n°12	Túneles. Dimensionamientos de tuneles en Roca.	
14	TP n°12	Repaso y 2do Parcial Teórico- Práctico.	
15	TP n°12	Recuperatorio parciales 1 y 2	
15	TP n°13	Práctico integrador. Exposición de estudiantes. Cierre de Cursada.	

7. BIBLIOGRAFIA DE LA ASIGNATURA

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA:

(1) Das, Braja M. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Cuarta Edición. Cengage Learning Editores S.A. (Un ejemplar, Biblioteca Sede Irigoyen).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

(1) Terzaghi K; Peck, Raph (1963). Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica. Librería El Ateneo Editorial. Tercera edición.

(2) Juárez Badillo; Rico Rodríguez (1980); "Mecánica de los Suelos; Tomo 1, Tomo II y Tomo III. Editorial Limusa.

(3) Stagg- Ziekewicz (1969). Mecánica de Rocas en la Ingeniería Práctica. Editorial Blume.

(4) CIRSOC 401 (2015). REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.

Reglamento CIRSOC 401. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad. Editado por INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL. Julio 2015.

(5) CIRSOC (2015) COMENTARIOS AL REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. Reglamento CIRSOC 401. Editado por INTI INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL. Julio 2015.

(6) Tomás, R., Santamarta, J.C., Cano, M., Hernández-Gutiérrez, L.E., García- Barba, J. (2013). Ensayos geotécnicos de suelos y rocas. Universidades de Alicante y de La Laguna.

<http://web.ua.es/es/ginter/> ó <http://ocw.ull.es/>. License: Creative Commons BY-NC- SA. Se puede descargar del sitio web oficial de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MECÁNICA DE ROCAS :

<http://www.semr.es/descargas/>

(7) Arzúa, J, Alejano, L, Perez Rey, I. Problemas de Mecánicas de Rocas. Fundamentos e Ingeniería de Taludes (2004). ISBN: 978-84-686-6705-8 Se puede descargar del sitio web oficial de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MECÁNICA DE ROCAS. <http://www.semr.es/descargas/>

<http://www.semr.es/descargas/>

<https://drive.google.com/file/d/0B2vy1gi1eJd5V25pamZNeVJidIE/view>

(8) Ramirez Oyanguren Alejano Monge (2004) Mecánicas de Rocas. ISBN: 978-84-686-6705-8 Se puede descargar del sitio web oficial de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MECÁNICA DE ROCAS.

<http://www.semr.es/descargas/> <http://www.semr.es/descargas/>

<https://drive.google.com/file/d/0B2vy1gi1eJd5V25pamZNeVJidIE/view>

- (9) Das, Braja M. (1999-2001 esp) Principios de Ingeniería de Cimentaciones. California State University, Sacramento. Cuarta edición. Traducción Thomson Editores.
- (10) Lambe, T.W y Whitman, R.v. Soil Mechanics. John Wiley & Sons. 1979
- (11) Mazariegos de la Serna, A., Escolano Sánchez, F., Sánchez Lavín, J.R. El estudio geotécnico: campaña de campo y ensayos de laboratorio 1ª ed., 1ª imp. Madrid: Ibergarceta: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2015.
- (12) Dirección Nacional de Vialidad (1º Distrito Buenos Aires). Normas de Ensayos de la Dirección Nacional de Vialidad.
- (13) IRAM. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Normas referidas a temas geotécnicos. Desde norma 10500 a 10539.
- (14) IGME (1987). Manual de Taludes. Serie Geotecnia. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- (15) CURSO APLICADO DE CIMENTACIONES
José María Rodríguez Ortiz, Jesús Serra Gesta, Carlos Oteo Mazo
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Comisión de Asuntos Tecnológicos.
- (16) Goodman, R.E. Introduction to Rock Mechanics. Ed. John Wiley & Sons. 1989.
- (17) Barton, N. Lie, R. and Lunde, J. (1974). Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics. Vol 6. Pp. 189-236.
- (18) Bieniawski, Z.T. (1989). Engineering rock mass classification. John Wiley and Sons, Inc.
- (19) Hoek, E. and Bray, J.W (1981). Rock slope engineering. 3rd ed. The Institution of mining and Metallurgy, London.
- (20) Hoek, E and Brown, E.T (1980). Underground excavation in rock. The Institution of mining and Metallurgy, London.
- (21) International Society of Rock Mechanics (2006). The Blue Book: "The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006", Edited by R. Ulusay and J.A. Hudson.
- (22) Hoek, E., Kaiser, P.K. and Bawden, W.F (1995). Support of underground excavation in hardrocks. Balkema.
- (23) Custodio, E. and Llamas, M.R. (1996). Hidrología subterránea. Tomos I y II, edición Omega. Barcelona.
- (24) ICOLD (1993). La cimentación de presas y macizos rocosos. Boletín 88. Comité Español de Grandes Presas. Madrid
- (25) Gonzales de Vallejo, L.I. Ferrer, M. Ortuño, L. y Oteo, C (2002). Ingeniería Geológica. Ed. Pearson. Prentice Hall. 744p.

Firma del docente-investigador responsable

VISADO		
COORDINADOR DE LA CARRERA	DIRECTOR DEL INSTITUTO	SECRETARIO ACADEMICO UNTDF
Fecha :	Fecha :	

Este programa de estudio tiene una validez de hasta tres años o hasta que otro programa lo reemplace en ese periodo