



Universidad Nacional de Tucumán

Rectorado



"2021- Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein"

San Miguel de Tucumán, 16 SEP 2021

VISTO el Expediente N° 60361/2021 por el cual el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología solicita la creación de la carrera de posgrado Maestría en Ingeniería Geotécnica y propone la designación del Dr. Abel Carlos Jacinto como Director de la misma, por un período de 4 (cuatro) años; y

CONSIDERANDO:

Que los interesados fundamentan la propuesta en el hecho de que no solo constituye un área de vacancia en nuestra Universidad, en la provincia y en la región NOA, sino también los recursos humanos en el área de la ingeniería geotécnica son escasos a nivel país y mundial, a pesar de la absoluta necesidad de contar con profesionales capacitados a fin de incrementar el desarrollo sustentable de infraestructuras para reducir los efectos de la explotación de los recursos naturales sobre el medio ambiente, aumentar la productividad de las fuentes de energías renovables y controlar las consecuencias de las catástrofes naturales;

Que entre los objetivos de la carrera se destacan el de proporcionar a los posgraduandos los conocimientos científicos, teóricos y técnicos para abordar la resolución de problemas de la Ingeniería Geotécnica mediante el desarrollo de soluciones innovadoras y el empleo de métodos y herramientas de diseño, como así también el de formar recursos humanos para la investigación científica y la transferencia tecnológica al medio;

Que es importante destacar que la propuesta surge del convenio específico de cooperación académica entre la Technische Universität München (TUM), Alemania y la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de nuestra Universidad, Convenio UNT N° 1080/2019, protocolizado el 31 de julio de 2019, y cuenta con el apoyo y financiamiento del Centro Universitario Argentino – Alemán (CUAA – DAHZ) y se enmarca en una iniciativa bilateral entre la República Argentina y la República Federal de Alemania;

Que la Maestría en Ingeniería Geotécnica es de tipo académica, modalidad presencial, y su organización es interinstitucional entre la Technische Universität München (TUM), Alemania y la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT);

Que el plan de estudios de la carrera es semiestructurado, contempla 540 (quinientas cuarenta) horas reloj de cursos, entre asignaturas básicas y asignaturas de especialización, y 160 (ciento sesenta) horas destinadas al trabajo de tesis de maestría, hasta totalizar las 700 (setecientas) horas exigidas por las carreras de Maestría, teniéndose en cuenta su equivalencia entre créditos ECTS (Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos) y horas, según Resolución N° 813-HCS_17, 1 (un) crédito equivale a 30 (treinta) horas;

AD
Dra. ADRIAN G. MORENO
DIRECTORA
Despacho Consejo Superior
U.N.T.

Dra. ADRIAN G. MORENO
SECRETARÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

JRG
Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN



Universidad Nacional de Tucumán

Rectorado

"2021- Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein"



Que en lo referente al título que otorga la carrera, es de titulación múltiple, es decir, cada institución universitaria que ha conveniado el desarrollo de la carrera interinstitucional emitirá un título, correspondiendo a la UNT otorgar el título de Magíster en Ingeniería Geotécnica, de acuerdo con lo establecido mediante resolución Ministerial N° 2385/15;

Que en cuanto a la dirección de la Maestría, la misma estará a cargo de un/a director/a, quien será designado/a, por este H. Cuerpo por un periodo de 4 (cuatro) años, de acuerdo con el reglamento de la carrera;

Que por resolución N° 360/2021 del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología se solicita a este Cuerpo la creación de la carrera de posgrado Maestría en Ingeniería Geotécnica y se propone la designación del Dr Abel Carlos Jacinto como Director de la mencionada carrera;

Que el director propuesto, Dr Abel Carlos Jacinto, es docente de grado y posgrado e investigador de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT, posee el grado académico superior de Doctor en Ingeniería del Terreno, expedido por la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España, entre otros méritos académicos;

Que el Consejo de Posgrado de la UNT convalida lo actuado por la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología;

Que la Unidad Académica será responsable de arbitrar los recursos administrativos necesarios a fin de tramitar la acreditación ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) de la carrera y el reconocimiento oficial y consecuente validez nacional del título que confiere;

Por ello, teniendo en cuenta lo dictaminado por el Consejo de Posgrado y de acuerdo al resultado de la votación efectuada que se aprueba por unanimidad;

EL HONORABLE CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

-En sesión ordinaria virtual de fecha 14 de septiembre de 2021-

-RESUELVE-

ARTÍCULO 1º: APROBAR la creación de la Carrera de Posgrado **MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA**, proyecto conjunto de la Technische Universität München (TUM), Alemania y la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, propuesta mediante resolución N° 360/2021 del Consejo Directivo de la mencionada Unidad Académica, para que sea acreditada formalmente en el sistema de posgrado de la UNT, cuyo texto completo y ordenado corre agregado forma parte del Anexo de las presentes actuaciones.

Car
Lic. ADRIAN G. MORENO
DIRECTOR
Despacho Consejo Superior
U.N.T.

Dr. Mónica...

JR
Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Universidad Nacional de Tucumán

Rectorado



"2021- Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein"

ARTÍCULO 2º: DESIGNAR al Dr Abel Carlos Jacinto como Director de la carrera, por un periodo de 4 (cuatro) años de acuerdo con el reglamento de la misma, atento a la propuesta efectuada mediante resolución N° 360/2021 del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología y a lo expuesto en el exordio del presente acto resolutivo.

ARTÍCULO 3º: DETERMINAR que el título a expedirse, una vez cumplidos los requisitos que establece la Reglamentación de la carrera, sea el de Magíster en Ingeniería Geotécnica otorgado por la Universidad Nacional de Tucumán.

ARTÍCULO 4º: Hágase saber, tome razón Dirección General de Títulos y Legalizaciones, incorpórese al Digesto y vuelva a la Facultad de origen a fin de que se realice el proceso de Acreditación y el consecuente Reconocimiento Oficial y Validez Nacional del título.

RESOLUCIÓN N°: **1313**
s.a.

2021

Dr. NORBERTO QUIROGA ABDALA
CONSEJO DIRECTIVO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Lic. ADRIAN G. KOLLER
DIRECTOR
Despacho Consejo Superior
U.N.T.



Rectorado



ANEXO RESOLUCIÓN N°: 1313 2021

CARRERA DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CARRERA

1. Fundamentos

La Maestría en Ingeniería Geotécnica se enmarca en un Programa de Doble Titulación con la Technische Universität München, Alemania. Esta carrera se inspira en el Master of Geotechnical Engineering implementado en numerosas universidades del mundo. No existen antecedentes de este tipo de carrera en el Noroeste Argentino.

La complejidad de los actuales proyectos de obras civiles requiere de la concurrencia y coordinación de varias especialidades dentro de la Ingeniería Civil (IC). La Ingeniería Geotécnica (IG) es la rama de la IC que se ocupa del estudio del comportamiento de los materiales geológicos que integran el terreno (entendido como la configuración natural que incluye a los suelos, los macizos rocosos y las aguas subterráneas), así como del desarrollo de tecnologías y metodologías para su uso y consideración en el diseño, la construcción y el mantenimiento de obras civiles. La descripción del comportamiento del terreno y de los materiales geológicos y sus aplicaciones tecnológicas representa un gran desafío principalmente porque los mismos están compuestos de múltiples fases (sólida, líquida, gaseosa) y sus propiedades ingenieriles (mecánicas, hidráulicas, térmicas), que dependen de su historia geológica, son altamente variables y complejas en comparación con otros materiales de construcción.

La relación de la IG con las otras disciplinas de la IC es evidente: todas las estructuras interactúan de alguna forma con el terreno. Debido a los elevados requisitos técnicos y al constante aumento en la complejidad de las obras civiles (construcciones en zonas urbanas, de alta peligrosidad sísmica, de carácter inundable o de deslizamientos, construcciones offshore, etc.) es imprescindible y práctica común hoy en día en la IC la consideración de la interacción entre el suelo y las estructuras. Por lo tanto, resulta de suma importancia contar con una carrera que permita formar profesionales e investigadores capaces de desarrollar y aplicar herramientas innovadoras para el análisis y el monitoreo del comportamiento del terreno, las estructuras y la influencia de estas sobre su entorno durante su construcción y operación.

Los recursos humanos, que son limitados en esta área de la ingeniería en la República Argentina, son fundamentales tanto para el desarrollo sustentable de infraestructuras como para reducir los efectos de estas y de la explotación de los recursos naturales sobre el medio ambiente. La participación de ingenieros geotécnicos es también necesaria para aumentar la productividad de las fuentes de energía renovable, especialmente eólica, hidráulica y geotérmica, y controlar las consecuencias de las catástrofes naturales como terremotos, deslizamientos de tierra e inundaciones que azotan sobre las personas y su hábitat. La escasez de especialistas en ingeniería geotécnica se pone también de manifiesto en el incipiente estado de desarrollo que presentan las normas geotécnicas en comparación con otras normas de la IC y con el contexto internacional. La falta de normativas nacionales que definan los requerimientos respecto a las investigaciones

Adrian G. Moreno
LIC. ADRIAN G. MORENO
DIRECTOR
Despacho Consejo Superior
U.N.T.

José María García
ING. AGT. JOSÉ MARÍA GARCÍA
RECTOR
U.N.T.



geotécnicas a ser realizadas, a los factores de seguridad y otros objetivos de desempeño, a los métodos de cálculo a ser empleados, a los métodos de construcción a ser aplicados y a los controles de calidad previos y posteriores a la realización de las obras, atenta contra la seguridad y sostenibilidad de las obras de ingeniería. Las normas no sólo contribuyen a hacer los riesgos geotécnicos y los costos asociados a estos más previsible, sino también a reducir el riesgo de fallas catastróficas con la consecuente pérdida de vidas y bienes materiales. Esta es la razón principal por la que distintas organizaciones del ámbito público y privado de la Argentina, así como numerosos profesionales del medio, han expresado reiteradamente la necesidad de contar con un trayecto formativo altamente especializado en Geotecnia, que considere las características de las diferentes regiones del país.

La importancia de la IG se refleja en la posibilidad que ofrecen las universidades de los países desarrollados y de varios países en vías de desarrollo para especializarse en este campo de la IC. Si bien actualmente en la carrera de Ingeniería Civil que se dicta en las universidades argentinas se transmiten conocimientos básicos de Mecánica de Suelos y Mecánica de Rocas y sus aplicaciones a diferentes problemas de ingeniería, las posibilidades de especializarse en IG o de hacer maestrías o doctorados en esta área son extremadamente limitadas. Así, a diferencia de otras ramas de la Ingeniería Civil que cuentan con sus respectivas especializaciones, maestrías o doctorados, los ingenieros egresados de universidades argentinas con interés en el área geotécnica tienen pocas opciones de realizar estudios de posgrado en el país.

En las carreras de IC de las universidades argentinas, la carga horaria de las asignaturas relacionadas al área de Geotecnia es acotada. Esta situación limita el grado de especialización que puede alcanzar el Ingeniero Civil en esta disciplina. Por lo tanto, la creación de una nueva carrera de posgrado es relevante en función de las necesidades de perfeccionamiento de los recursos humanos en un área de vacancia.

Teniendo en cuenta este contexto y en el marco del Programa Binacional para el Fortalecimiento de Redes Universitarias Argentino-Alemanas, se propone desarrollar un proyecto con participación de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y la Technische Universität München (TUM) con el objetivo de capacitar a ingenieros civiles y profesionales afines en el área de la IG. A partir de la financiación obtenida en noviembre de 2017 responsables de las tres universidades comenzaron a trabajar en la formulación de un proyecto integral que combinara y optimizara las estructuras existentes y los recursos humanos de las universidades participantes.

Durante el mes de marzo de 2018 se realizó en la ciudad de Mendoza un Taller organizado por UNCuyo, UNT y TUM en el que se abordaron temas relacionados a Ingeniería de Terremotos, Obras de Tierras, Construcción en Áreas Urbanas e Infraestructura, y Energía y Medioambiente. Del Taller participaron científicos de las universidades, representantes de instituciones públicas y de empresas privadas. A partir de las conferencias motivadoras se discutió la interacción entre la investigación, la enseñanza y la práctica de la Ingeniería Geotécnica, así como las posibilidades de cooperación e intercambio científico en temas de interés público y el desarrollo e implementación de técnicas innovadoras. Como conclusión de este encuentro se identificaron áreas de interés y potenciales temas a abordar en futuros trabajos de investigación conjunta.

Luego del Taller y con el propósito de optimizar la propuesta académica y científica de las universidades participantes se propuso desarrollar un Programa de Doble Titulación entre

Ing. Agr. JOSÉ BENIGNO GARCÍA
RECTOR
Universidad Nacional de Tucumán



UNT y TUM, contando con la estrecha colaboración de docentes de UNCuyo. De manera recíproca, implementar un Programa análogo entre UNCuyo y TUM, el que contará con el apoyo de docentes de la UNT. Esta propuesta permite la complementariedad entre ambas instituciones argentinas y posibilita que cada año se pueda dar inicio al Programa. Con este esquema el dictado de la maestría comienza en cada una de las universidades argentinas (UNT, UNCuyo) cada cuatro semestres, pero con un desfase de dos semestres entre el comienzo en una y en otra, tal como se esquematiza en la tabla a continuación.

	2022-2023		2023-2024		2024-2025		2025-2026	
	2022	2023	2023	2024	2024	2025	2025	2026
1 ^{ra} Cohorte	TUM / UNCuyo	TUM / UNCuyo	TUM / UNCuyo					
2 ^{da} Cohorte			TUM / UNT	TUM / UNT	TUM / UNT			
3 ^{ra} Cohorte					TUM / UNCuyo	TUM / UNCuyo	TUM / UNCuyo	
4 ^{ta} Cohorte							TUM / UNT	TUM / UNT

Los detalles para la implementación del Programa de Doble Titulación entre UNT y TUM se plasmaron en un Acuerdo Específico de Colaboración Académica que se firmó en el año 2019.

2. Objetivos

La Carrera tiene el objetivo de proporcionar a los estudiantes conocimientos teóricos que les permitan, a partir de un análisis crítico, abordar la resolución de problemas de la Ingeniería Geotécnica mediante el desarrollo de soluciones innovadoras o el empleo de métodos y herramientas de diseño. Esta Carrera brindará también la posibilidad de formar recursos humanos para la investigación científica y tecnológica y para la docencia universitaria en el área de la Ingeniería Geotécnica.

Se formarán profesionales de alto nivel en el área geotécnica, los que podrán desempeñarse en el ámbito nacional e internacional y contarán con la formación técnica y la competencia social para integrar equipos que intervengan en la solución de problemas complejos o actuar en cargos de responsabilidad directiva en organismos públicos o empresas privadas. Por otro lado, la inserción de recursos humanos egresados de esta Maestría en las carreras de grado permitirá fortalecer la formación de los estudiantes en un área con desarrollo limitado en Argentina.

3. Denominación

Maestría en Ingeniería Geotécnica.

4. Grado Académico

La superación del plan de estudios del Programa de Doble Titulación permitirá al estudiante obtener los títulos indicados a continuación:

Ing. JOSÉ RAFAEL GARCÍA
DIRECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

- el título de Magister en Ingeniería Geotécnica por la Universidad Nacional de Tucumán;
- el título de Master of Science por la Technische Universität München.

5. Duración y Carga Horaria

La Carrera tiene una duración total de cuatro (4) semestres distribuidos de la siguiente forma: tres (3) semestres se destinarán al cursado de las Asignaturas Básicas y de las Asignaturas de Especialización y un (1) semestre será empleado para el desarrollo de la Tesis de Maestría.

El dictado de las Asignaturas Básicas y de Especialización insumirá un total de quinientas cuarenta horas (540 h). El desarrollo de la Tesis insumirá un total de ciento sesenta horas (160 h).

6. Modalidad de Dictado

La modalidad de dictado de la carrera Maestría en Ingeniería Geotécnica es presencial.

7. Destinatarios

La Carrera está destinada a graduados universitarios en carreras de grado acreditadas por la CONEAU (u organismo equivalente) y con reconocimiento oficial por parte del Ministerio de Educación de la República Argentina, con algunos de los títulos que siguen: Ingeniero Civil, Ingeniero Hidráulico, Ingeniero en Vías de Comunicación, Ingeniero de Minas, Ingeniero en Construcciones. Aspirantes con título de Licenciado en Geología, Licenciado en Matemática, Licenciado en Física, Licenciado en Química podrán ser admitidos previo análisis de antecedentes por el Comité Académico.

8. Perfil del Egresado

Esta carrera de posgrado formará al estudiante a través de cursos que abarcan disciplinas típicas del área y mediante la elaboración de un trabajo de tesis que le permitirá profundizar en temas afines aplicando metodologías de investigación y generación del conocimiento.

La Maestría en Ingeniería Geotécnica avanzará en la profundización y fundamentación de aquellos conocimientos básicos impartidos a los profesionales en la carrera de grado, así como en la presentación de nuevas tecnologías y metodologías aplicables a problemas de la práctica.

La Maestría pondrá énfasis en la formación de especialistas en el área geotécnica para actuar en los siguientes ámbitos:

- Equipos de consultoría multidisciplinarios en temas avanzados de Geotecnia.
- Organizaciones públicas, privadas y entes de planificación, financiación y control de obras civiles.
- Grupos de investigación científica y tecnológica.
- Docencia universitaria.

Los profesionales formados en la Maestría podrán operar en los siguientes campos técnicos:

- Diseño, desarrollo y operación de obras de gran envergadura con alto contenido geotécnico.
- Estudio de factibilidad de proyectos sustentables.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN
RECTORADO
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE EXTENSIÓN Y SERVICIOS
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ASISTENCIA ESTUDIANTIL
DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA Y DEPORTE
DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE EXTENSIÓN Y SERVICIOS
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ASISTENCIA ESTUDIANTIL
DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA Y DEPORTE



Rectorado

- Planeamiento y ejecución de investigaciones geotécnicas en campo y laboratorio.
- Evaluación del peligro sísmico.
- Aplicación de métodos de construcción subterránea (cimentaciones, excavaciones, túneles).
- Reutilización de desechos minerales e industriales, incluyendo mejoramiento de suelos con aditivos cementantes y no cementantes.
- Concepción, proyecto y construcción de obras de infraestructura fluvial, vial, ferroviaria y aérea.
- Proyecto y construcción de depósitos de residuos urbanos e industriales.
- Explotación de fuentes de energía renovable (hidráulica, eólica, geotérmica, solar).

9. Dirección Académica y Comité Académico

Habrá un Director Académico cuya designación tendrá una duración de cuatro años.

Se designará un Comité Académico constituido por el Director Académico y tres profesores de la Maestría. Las designaciones tendrán una duración de cuatro años.

En el Anexo I se indican los nombres propuestos del Director Académico y de los integrantes del Comité Académico.

10. Sede

La carrera Maestría en Ingeniería Geotécnica comprende estudios a realizar tanto en la UNT como en la TUM. En la UNT los cursos se dictarán en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), mientras que en la TUM la sede será la Fakultät Bau Geo Umwelt.

11. Estructura Curricular

El diseño curricular de la Carrera se basa en los estándares definidos en la reglamentación establecida por la CONEAU para las carreras de posgrado argentinas.

La carrera se organiza en distintas actividades curriculares: cursos, prácticas, trabajo de tesis.

Se trata de una Carrera Nueva y corresponde a una Maestría Académica. La Carrera es semiestructurada y la modalidad de dictado es presencial.

El Plan de Estudios considera una cantidad fija de Asignaturas Básicas (obligatorias) y una cantidad variable de Asignaturas de Especialización (optativas). El número de Asignaturas de Especialización se puede modificar en las sucesivas ediciones de la Carrera, siempre garantizando que la oferta disponible será suficiente para cubrir la carga horaria establecida para ellas.

En el Anexo II se incluye el listado de asignaturas de la Carrera, las horas establecidas para las mismas y los profesores responsables de cada una de ellas.

Los estudiantes que participan del Programa de Doble Titulación deberán realizar el primer semestre en su universidad de origen y al menos deberán desarrollar un semestre de estudios en la universidad anfitriona. En la siguiente tabla se presentan el plan de estudios para los estudiantes de la TUM que asisten a la UNT (Plan de Estudios 1) y el aplicable a estudiantes de la UNT que asisten a la TUM (Plan de Estudios 2).

Ing. Agr. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

[Handwritten signature and stamp]



Plan de Estudios 1	
1 ^{er} semestre	TUM
2 ^{do} semestre	TUM
3 ^{er} semestre	UNT
4 ^{to} semestre	Tesis de Maestría (en cualquier universidad)

Plan de Estudios 2	
1 ^{er} semestre	UNT
2 ^{do} semestre	TUM
3 ^{er} semestre	UNT
4 ^{to} semestre	Tesis de Maestría (en cualquier universidad)

Plan de Estudios 1: para estudiantes de TUM que asisten a UNT

Plan de Estudios 2: para estudiantes de UNT que asisten a TUM

Aquellos estudiantes de la UNT que participen del Programa deberán cursar en la TUM las dos (2) materias obligatorias de las orientaciones Ingeniería Geotécnica ("Ingeniería de Cimentaciones y Construcción en Rocas" con 6 ECTS) y Construcción de Túneles ("Estructuras de Hormigón e Ingeniería Geodésica en Túneles" con 6 ECTS). En el marco de este Programa, se considera que los doce (12) ECTS de las asignaturas obligatorias a cursar en la TUM equivalen a ochenta horas cátedra (80 h), o bien un (1) ECTS equivale a seis con sesenta y siete horas cátedra (6,67 h). Conforme a lo establecido en el artículo 5, los estudiantes deberán cursar asignaturas optativas disponibles en la UNT (Anexo II) o en la TUM (Anexo III), totalizando al menos ciento cuarenta horas (140 h) o veintidós (22) ECTS. Los alumnos tendrán derecho a cursar asignaturas optativas disponibles en la TUM (Anexo III) por un máximo de ciento ochenta horas (180 h) o veintisiete (27) ECTS.

En el Anexo IV se incluyen los contenidos mínimos de las distintas asignaturas.

La Carrera culminará con un trabajo final, individual y escrito con formato de tesis, el que se deberá desarrollar bajo la supervisión de un Director y eventualmente un Codirector. El Codirector será exigible en los casos en que el Director y el estudiante no tengan el mismo lugar de residencia o cuando el tipo de trabajo así lo requiera.

Para hacer efectiva la defensa de Tesis se admitirá el uso de medios tecnológicos sincrónicos que garanticen la comunicación directa y simultánea para la actuación del Tribunal Examinador.

12. Cuerpo Académico

En el Anexo V se lista el nombre de los profesores que intervendrán en la Carrera.

13. Idiomas

Se recomienda un nivel de idioma inglés, alemán y español equivalente a B1 o superior.

14. Método de Evaluación

Cada actividad curricular tendrá requisitos de aprobación que los estudiantes deberán satisfacer y que les serán informados al inicio de esta. Entre estos requisitos podrán incluirse:

- Pruebas escritas regulares que permitan seguir el progreso del estudiante en la asimilación de los conceptos fundamentales de la asignatura correspondiente.
- Presentaciones escritas (monografías) sobre temas específicos con intenso trabajo bibliográfico.

Ing. Agr. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
 RECTOR
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

- Presentaciones orales (seminarios) sobre temas específicos, que contemple la discusión con los demás estudiantes dirigida por el Profesor de la asignatura.
- Examen final escrito.

Las asignaturas se calificarán con una escala dada por los números enteros comprendidos entre uno (1) y diez (10). La calificación mínima para aprobar una asignatura será seis (6). En caso de no aprobar una asignatura, el estudiante tendrá derecho a rendir un examen recuperatorio.

15. Actividades de Investigación y Transferencia

Poco después de su nombramiento como profesor titular en septiembre del 2015 el Dr. Ing. Cudmani estableció contacto con el Dr. Ing. Jacinto para promover la cooperación entre la TUM y la UNT. Desde entonces se han originado diferentes acciones que han permitido el intercambio académico y científico entre ambas casas de estudio. Así, a partir de un programa de financiamiento de BAYLAT para impulsar nuevos proyectos, el Dr. Jacinto participó de un workshop relacionado a aspectos geotécnicos y geoambientales de los residuos minerales de operaciones mineras que se desarrolló en la TUM en agosto de 2017. Posteriormente, en noviembre del mismo año, el Dr. Cudmani y el Dr. Jacinto dictaron la asignatura Temas Especiales de Mecánica de los Suelos que se imparte en las carreras de posgrado que se dictan en el Instituto de Estructuras (UNT). Como resultado de esta acción conjunta, desde el mes de abril de 2018 ambos profesores supervisaron el trabajo posdoctoral de la Dra. María Alejandra Daziano. Recientemente, entre febrero y julio de 2020 una alumna avanzada de la carrera de IC de la FACET, a través de un programa de becas de BAYLAT, realizó parte de su trabajo final de grado en el Zentrum Geotechnik (TUM).

Docentes de la UNT que participan en la Carrera integran proyectos de investigación financiados por CIUNT, CONICET y la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación. Además, los docentes integran equipos de trabajo que realizan actividades de transferencia a través de servicios de consultoría técnica a terceros.

Los docentes de la TUM realizan actividades académicas, de investigación y de consultoría geotécnica. Su participación en proyectos complejos les permite encontrar soluciones a problemas concretos, validar los resultados de la investigación y ponerlos en práctica. Además, esto contribuye a mejorar la calidad de la enseñanza y evidencia la relevancia práctica de la investigación. Entre los principales desafíos geotécnicos de la Baviera, región donde se localiza la TUM, cabe mencionar la ejecución de obras de infraestructura para el transporte vial y ferroviario, especialmente túneles y construcciones subterráneas en zonas urbanas densamente pobladas y diferentes tipos de cimentaciones en suelos saturados blandos de muy baja capacidad portante y alta sensibilidad. Esto exige el desarrollo de nuevos métodos experimentales y modelos matemáticos capaces de predecir el comportamiento del subsuelo y de las estructuras, como así también el desarrollo de nuevos métodos de construcción y monitoreo con el objeto de limitar y controlar los efectos sobre las construcciones vecinas. Estos problemas constituyen los temas de investigación de los docentes e investigadores de la TUM.

En el marco del Programa, se promoverá que las tesis de maestría se desarrollen en el marco de proyectos de investigación o de trabajos de consultoría especializada relacionados con la temática de la Carrera.

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Ing. Agr. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
Rector
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



16. Financiamiento

La mayoría de los docentes participantes son Profesores estables (regulares o interinos) en sus universidades. Los gastos de viajes y viáticos de docentes de otras universidades del país o del extranjero serán cubiertos parcialmente por aranceles que se aplicarán a los cursos y por aportes de instituciones públicas y privadas.

El Centro Universitario Argentino-Alemán (CUAA - DAHZ) otorgará una cantidad limitada de becas para estudiantes admitidos al Programa de Doble Titulación. La modalidad de financiamiento es directa e incluye pasajes, mensualidad y seguro de salud. La misma institución otorgará fondos para pasajes y viáticos de docentes de la TUM que dicten cursos en la UNT.

17. Infraestructura y Equipamiento

La FACET dispone de un aula con equipamiento multimedia destinada a cursos y actividades de postgrado.

Posee un Sistema de Cómputo de Alto Desempeño (<https://www.facet.unt.edu.ar/scad-cti/>) al que pueden acceder docentes e investigadores tanto de la FACET como visitantes que lo requieran para desarrollar y realizar investigaciones básicas y aplicadas que involucren la computación de alto rendimiento.

La FACET posee conexión a Internet a través de una red de alta velocidad (fibra óptica) y el acceso es libre y gratuito. La Facultad posee una Biblioteca Central, la cual dispone de espacio para la consulta de libros por parte de los estudiantes. A través de su página web (<http://www1.herrera.unt.edu.ar/biblcet/>) se puede acceder a los registros de los libros que posee la Biblioteca. También se dispone de acceso a la Biblioteca Electrónica en Ciencia y Tecnología dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (<http://www.biblioteca.mincyt.gob.ar/>). Se tiene acceso a los textos completos de publicaciones periódicas científicas y tecnológicas nacionales e internacionales en las diversas áreas del conocimiento, como así también a bases de datos de referencias, resúmenes de documentos y otras informaciones bibliográficas.

El Laboratorio de Mecánica de Suelos posee espacio físico para investigadores, becarios y estudiantes de postgrado y un aula con los medios audiovisuales necesarios para el dictado de clases de grado y postgrado. Dispone de una nave donde funciona el laboratorio de ensayos, con equipamiento para ensayos mecánicos y de clasificación.

Por otra parte, en el Instituto de Estructuras se dispone de una nave para ensayos de modelos de gran escala y prototipos. La nave dispone de una losa reactiva y de equipos que permiten llevar adelante ensayos en régimen estático y dinámico.

El Instituto de Mecánica de Suelos y Rocas, Fundaciones y Túneles (Zentrum Geotechnik, ZG) pertenece a la Fakultät Bau Geo Umwelt. El ZG tiene una tradición de más de sesenta años en diferentes áreas de la IG. En el área académica es responsable por los cursos de posgrado en IG de Master of Science.

Las instalaciones del Instituto de Mecánica de Suelos y Rocas, Fundaciones y Túneles (Zentrum Geotechnik, TUM), ubicadas en Múnich-Pasing, con una superficie total de 4.000 m², pertenecen a las mejores y más modernas de Alemania y permiten realizar la mayoría de los ensayos geotécnicos requeridos en la IG así como el desarrollo de nuevos equipamientos de medición de campo y de laboratorio. Mediante el empleo de modelos de pequeña, mediana y gran escala se pueden simular experimentalmente problemas reales y



estudiar los mecanismos dominantes bajo condiciones controladas. Además de las actividades académicas, el ZG ofrece consultoría geotécnica para problemas de alta complejidad técnica que requieren una alta especialización y coopera con otros especialistas de la universidad y externos en problemas que requieren un trabajo interdisciplinario.

El Instituto cuenta con los medios audiovisuales necesarios para el dictado de clases de grado y postgrado y con equipamiento de laboratorio. El plantel de personal del ZG está compuesto por un Director Principal, un Director Administrativo, diez ingenieros/científicos senior, veintidós ingenieros de proyecto, once técnicos y seis empleados administrativos.

18. Mecanismos de evaluación y seguimiento de la Carrera

Antes de comenzar el dictado de las asignaturas del Plan de Estudio, el Comité Académico realizará reuniones con los profesores para actualizar el programa de estas, bibliografía e inclusive mejorar metodologías y técnicas de enseñanza.

A fin de evaluar el desarrollo de la Carrera y el desempeño de los docentes se establece realizar una encuesta que interrogue a los estudiantes sobre los contenidos, metodología, forma de evaluación y calidad de cada una de las actividades curriculares. Esta encuesta tendrá el carácter de anónima y se realizará inmediatamente después de terminada la asignatura y antes de entregar la nota final del curso a los estudiantes.

Los estudiantes podrán solicitar reuniones con el Director Académico cuando existan dificultades con el ritmo, metodología o requerimientos del docente a cargo de una asignatura en curso.

Al finalizar el ciclo de dictado de la Carrera, se realizará un intercambio de opiniones y experiencias con los profesores que dictaron las asignaturas.

Teniendo en cuenta el resultado de estas evaluaciones y los avances de las distintas disciplinas y herramientas disponibles, se mantendrán actualizados los contenidos de las asignaturas de la Carrera.

Luego de la graduación se solicitará a cada maestrando que complete una encuesta con aspectos relacionados a la organización y disponibilidad de recursos, de forma tal que el Comité Académico pueda contar con una valoración general de la carrera.

Anexo I. Dirección Académica y Comité Académico.

Dirección Académica	Dr. Ing. Abel JACINTO
Comité Académico	Dr. Ing. Roberto CUDMANI
	Dra. Geol. Liliana ABASCAL
	Dra. Ing. María Alejandra DAZIANO

[Handwritten signature]
 Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
 RECTOR
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN



Anexo II. Listado de asignaturas básicas y asignaturas de especialización. UNT.

Asignatura Básica	Modalidad	Docente Responsable	Horas
Mecánica de los Sólidos I (*)	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. B. Luccioni	40
Métodos Numérico-Computacionales I (*)	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. G. Etse Prof. Dr. Ing. S. Vrech	40
Comportamiento Mecánico de Suelos	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. A. Jacinto	50
Macizos Rocosos	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Geol. L. Abascal	50
Dinámica de Suelos e Ingeniería Geotécnica Sísmica	Curso Teórico-Práctico	Prof. Mg. Ing. A. Barchiesi	40
Ingeniería de Taludes y Presas	Curso Teórico-Práctico	Dr. Ing. M.A. Daziano	50
Geología de Terremotos Aplicada	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. F. Mingorance	50
Asignatura de Especialización	Modalidad	Docente Responsable	Horas
Mecánica de Suelos no Saturados	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. A. Jacinto Prof. Dr. Ing. J.P. Ibañez	40
Interacción Suelo-Estructura	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani	50
Presas de Relaves Mineros	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. L. Oldecop	40
Geofísica Aplicada a la Geotecnia	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Geol. J. García Lic. A. Rodríguez	40
Hidrogeología	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Geol. J. García	40
Procesos Hidro-Mecánicos Acoplados en Geotecnia	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. A. Jacinto	40
Método del Punto Material	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. F. Zabala	40
Dinámica Estructural I (*)	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. J.C. Ramallo Prof. Dr. Ing. G. Aráoz	40
Modelación Constitutiva I (*)	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. B. Luccioni Prof. Dr. Ing. F. Isla	40

(*) Asignaturas de la carrera Maestría en Ingeniería Estructural

ING. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Anexo III. Listado de asignaturas de las especialidades Ingeniería Geotécnica y Construcción de Túneles. TUM.

Ingeniería Geotécnica (Geotechnik)			
Asignatura Obligatoria	Modalidad	Docente Responsable	ECTS
Mecánica Avanzada de Suelos y Rocas	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani Prof. Dr. Ing. J. Fillibeck Dr. Ing. E. Birle	6
Ingeniería de Cimentaciones y Construcción en Rocas	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani Prof. Dr. Ing. J. Fillibeck	6
Asignatura Optativa	Modalidad	Docente Responsable	ECTS
Construir con Geosintéticos para Ingenieros Civiles	Curso Teórico-Práctico	Ing. G. Bräu	3
Dinámica de Suelos e Ingeniería Geotécnica Sísmica	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani	3
Laboratorio de Mecánica de Suelos	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. S. Vogt	3
Obras de Tierra y Terraplenes	Curso Teórico-Práctico	Dr. Ing. D. Heyer	3
Laboratorio de Mecánica de Rocas para Ingenieros Civiles	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. K. Thuro	3
Modelos Constitutivos Avanzados y Modelos de Elementos Finitos en Geotecnia	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani Dr. Ing D. Rebstock	6
Ingeniería Geológica y Geotécnica en Túneles	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. K. Thuro Prof. Dr. Ing. J. Fillibeck	6
Mecánica de Suelos No Saturados	Curso Teórico-Práctico	Dr. Ing. E. Birle	3
Aplicaciones Numéricas en Ingeniería Geotécnica	Curso Teórico-Práctico	Ing. G. Bräu	3
Geotecnia Ambiental para Ingenieros Civiles	Curso Teórico-Práctico	Dr. Ing. D. Heyer	3
Geotecnia Ambiental II	Curso Teórico-Práctico	Dr. Ing. D. Heyer	3

JRG
Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Construcción de Túneles (Tunnelbau)			
Asignatura Obligatoria	Modalidad	Docente Responsable	ECTS
Ingeniería Geológica y Geotécnica en Túneles	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. K. Thuro Prof. Dr. Ing. J. Fillibeck	6
Estructuras de Hormigón e Ingeniería Geodésica en Túneles	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. O. Fischer	6
Asignatura Optativa	Modalidad	Docente Responsable	ECTS
Diseño de Túnel	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani Prof. Dr. Ing. J. Fillibeck	3
Ejemplos de la Ingeniería Práctica de Túneles	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani Prof. Dr. Ing. J. Fillibeck	3
Laboratorio de Mecánica de Rocas para Ingenieros Civiles	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. K. Thuro	3
Aspectos Básicos de Ingeniería Geológica	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. K. Thuro	3
Modelos Constitutivos Avanzados y Modelos de Elementos Finitos en Geotecnia	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. R. Cudmani Dr. Ing D. Rebstock	6
Laboratorio de Mecánica de Suelos	Curso Teórico-Práctico	Prof. Dr. Ing. S. Vogt	3

Anexo IV. Contenidos mínimos de las Asignaturas.

MECÁNICA DE LOS SÓLIDOS I

Contenidos mínimos

Análisis Tensorial. Tensiones. Deformaciones. Ecuación de continuidad. Ecuación de Movimiento. Momento de la cantidad de movimiento. Primera y Segunda Ley de la Termodinámica. Potenciales termodinámicos. Relación tensión-deformación para materiales elásticos isótropos. Problemas de contorno. Principio de Saint Venant. Equilibrio y unicidad de las soluciones.

Bibliografía básica

- Dym C. L., Shames I. H., "Solid Mechanics: A Variational Approach", Mc. Graw- Hill, 1973.
- Fung Y.C., "Foundations of Solids Mechanics", Prentice Hall, 1965.
- Fung Y. C., "Classical and Computational Solid Mechanics (Advanced Series in Engineering Science)", World Scientific Publishing, 2005.
- Malvern L.E., "Introduction to the Mechanics of Continuous Medium", Prentice Hall, USA, 1969.
- Maugin G. A., "The Thermomechanics of Plasticity and Fracture", Camb. Univ. Press, 1992.
- Shames I., "Mechanics of Deformable Solids", Prentice-Hall, Inc., 1964.

Handwritten notes and stamps on the left margin.

Handwritten number 734

Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN



MÉTODOS NUMÉRICO-COMPUTACIONALES I

Contenidos mínimos

La mecánica del continuo. Formulaciones diferenciales. Formulaciones integrales; principios físicos globales, principios variacionales.

El método de las diferencias finitas: Propiedades generales, errores, problemas de valores de contorno, aplicaciones.

Método de los residuos ponderados y variacionales.

El método de elementos finitos. Formulación de elementos finitos basada en campos de desplazamientos. Partición del dominio, interpolación local, ensamble, condiciones de contorno. Criterios de convergencia. Errores. Elementos isoparamétricos y mixtos. Implementación numérica.

Bibliografía básica

- Batho, K.J. Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1982.
- Crisfield M. Finite Elements and Solution Procedures for Structural Analysis, Vol I: Linear Analysis, Pineridge Press, Swansea, U.K., 1986.
- Felippa C. Apuntes de Clases de Cursos de Postgrado Finite Element Method. Linear Analysis de la Universidad de Colorado en Boulder.
- Hugues T.J.R. The Finite Element Method -Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis: Prentice-Hall, 1987.
- Zienkiewicz, O.C. El Método de los Elementos Finitos Parte I y II. Mc Graw-Hill, 1980.

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE SUELOS

Contenidos mínimos

Introducción: Definiciones. Tensiones. Tensiones efectivas. Deformaciones. Invariantes. Trayectoria de tensiones. Análisis drenados y no-drenados. Análisis en tensiones efectivas y totales. Conceptos básicos de plasticidad.

Comportamiento de los suelos: Ensayos de laboratorio en suelos. Elasticidad. Estado crítico en arcillas y en arenas. Fluencia en arcillas y en arenas. Criterio de falla de Mohr-Coulomb. Resistencia no drenada. Resistencia de estado crítico y resistencia residual. Dilatación.

Modelo elasto-plástico para suelos: Deformaciones volumétricas elásticas. Deformaciones desviadoras elásticas. Deformaciones volumétricas plásticas. Deformaciones desviadoras plásticas. El modelo Cam-clay. Superficie de fluencia. Potencial plástico. Regla de flujo. Relación incremental tensión-deformación.

Aplicaciones: Desarrollo de ejemplos simples.

Bibliografía básica

- Atkinson J.H. (2007). The Mechanics of Soils and Foundations. Second Edition. CRC Press.
- Atkinson J.H., Bransby P.L. (1978). The Mechanics of Soils. An Introduction to Critical State Soil Mechanics. McGraw-Hill.
- Mitchell J.K., Soga K. (2005). Fundamentals of Soil Behavior. Third Edition. John Wiley & Sons.
- Schofield A., Wroth P. (1968). Critical State Soil Mechanics. McGraw-Hill.
- Terzaghi K., Peck R.B., Mesri G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice. Third Edition. John Wiley & Sons.
- Wood D.M. (1990). Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics. Cambridge University Press.

Dr. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR



MACIZOS ROCOSOS

Contenidos mínimos

Roca. Macizos Rocosos y Suelo: características y diferencias básicas. Mecánica de medios continuos y discontinuos. Tipos de rocas en función de sus propiedades mecánicas. Descripción de las propiedades físicas. Nociones de esfuerzos, deformación, resistencia. Ensayos de compresión y tracción. Ensayos triaxiales.

Discontinuidades: Geometría. Mediciones. Relevamiento y censo de discontinuidades. Métodos.

Comportamiento y caracterización de los Macizos Rocosos. Mecánica de la ruptura. Anisotropía. Efecto del agua y la temperatura.

Clasificación e índices geomecánicos del macizo rocoso. Parámetros RQD (Rock Quality Designation). RMR (Rock Mass Rating). Sistema Q. Criterios de Hoek & Brown y GSI (Geological Strength Index). Utilidad y limitaciones de las clasificaciones.

Métodos de relevamiento de datos geológicos-estructurales en el terreno. Aplicación y uso de software.

Bibliografía básica

- Das B.M. Principles of Geotechnical Engineering. Cengage Learning, 2010.
- González de Vallejo, L.I., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2004). Ingeniería geológica. Prentice Hall.
- Hoek, E. (2007). Practical rock engineering. (e-book, www.rocksience.com)
- Hoek, E., Kaiser, P. y Dawden, F. (2000) Support of Underground Excavations in Hard Rock. CRC Press.
- Singh B., Goel R.K. Engineering Rock Mass Classification. Elsevier Inc., 2011.
- Stagg, K. G. & Zienkiewicz, O. C. (1970). Mecánica de rocas en la ingeniería práctica. Editorial Blume.
- Wyllie, D. C. (2018) Rock slope engineering. Civil applications. Fifth edition. CRC Press.

DINÁMICA DE SUELOS E INGENIERÍA GEOTÉCNICA SÍSMICA

Contenidos mínimos

Respuesta dinámica de suelos.

Mediciones de campo y laboratorio.

Interacción Suelo – Estructura.

Fenómenos de inestabilidad dinámica de suelos.

Respuesta sísmica local y efectos de sitio sísmicos.

Estructuras de contención sujetas a acciones sísmicas.

Bibliografía básica

- Ansal A. (ed.) (2004). "Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation". Kluwer.
- Ishihara K. (1995). "Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics". Oxford Science Publications.
- Kramer S.L. (1996). "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall.
- Lanzo G., Silvestri F. (1999). "Risposta Sismica Locale. Teoria ed Sperienze". Hevelius Edizioni.
- Pecker A. (ed) (2007). "Advanced Earthquake Engineering Analysis". Ecole Polytechnique - Palaiseau, France. Springer.
- Prakash S. (1981). "Soil Dynamics". Mac Graw – Hill.
- Sousa – Oliveira C., Roca A., Goula X. (eds.) (2008). "Assessing and Managing Earthquake Risk". Springer.
- Towhata I. (2008). "Geotechnical Earthquake Engineering". Springer.

ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

INGENIERÍA DE TALUDES Y PRESAS

Contenidos mínimos

Estabilidad de taludes en suelos. Estabilidad de taludes en roca.
 Presas de embalse. Generalidades. Partes constitutivas. Tipos de presas: materiales sueltos, hormigón y mixtas. Investigaciones y estudios preliminares.
 Presas de Hormigón. Aspectos generales del diseño. Drenaje y fundación.
 Presas de Materiales Sueltos. Diseño. Infiltración. Estudios de estabilidad.
 Modelos numéricos-computacionales.
 Monitoreo de presas.

Bibliografía básica

- Vallarino E. (1996). Tratado Básico de Presas. Tercera Edición. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Parainfo Madrid.
- Jansen, R. B. (2012). Advanced dam engineering for design, construction, and rehabilitation. Springer Science & Business Media.
- Duncan, J. M., Wright, S. G., & Brandon, T. L. (2014). Soil strength and slope stability. John Wiley & Sons.
- Cheng, Y. M., & Lau, C. K. (2014). Slope stability analysis and stabilization: new methods and insight. CRC Press.
- Fell, R., MacGregor, P., Stapledon, D., Bell, G., Foster, M. (2014). Geotechnical Engineering of Dams, 2nd Ed. CRC Press. Taylor Francis Group. Balkema.
- ICOLD, C. (Ed.). (2018). Dam Surveillance Guide (Vol. 158). CRC Press.

GEOLOGÍA DE TERREMOTOS APLICADA

Contenidos mínimos

Elementos estructurales. Estructuras geológicas (fallas, pliegues). Ambientes montañosos.
 Geoformas de sistemas montañosos. Sistemas de drenaje y ríos de montañas. Nivel de base, concepto y cambios. Acción climática y tectónica. Frentes montañosos. Clases de actividad tectónica de frentes montañosos. Geomorfología aplicada y ambiental. Geopeligros en sistemas montañosos.

Tectónica de Placas y Terremotos. Localización y dimensiones de las placas tectónicas. Tipos de bordes de placas. Tipos de convergencia. Características y distribución geográfica global de las regiones sísmicas y volcánicas activas. Subducción sudamericana. Terremotos. Tipos genéticos y características. Ciclo Sísmico. Modelos de acumulación de deslizamiento en las fallas. Modelos de recurrencia sísmica. Efectos de los terremotos. Geomorfología Tectónica, Paleosismología y Sismotectónica.

Tectónica Activa. Clasificación genética de fallas y estructuras plegadas activas. Definición y aplicación del término Falla Activa según diferentes usos y organizaciones. Terminología. Marco Tectónico. Expresión geomorfológica. Geomorfología tectónica de casos de estudio mundiales y de Argentina. Terremotos históricos y contemporáneos generados por los distintos tipos de fallas. Paleosismología. Evidencias geomorfológicas y estratigráficas de terremotos pasados. Geo-indicadores. Trincheras exploratorias. Reconocimiento (gabinete) de fallas activas mediante la utilización de sensores remotos (fotografías aéreas convencionales, fotografías de bajo ángulo de inclinación solar e imágenes satelitales digitales).

Mega-corrimientos de Zonas de Subducción. Terremotos Interplaca Tsunamigénicos. Ciclo Sísmico. Terremotos históricos y contemporáneos generados por Mega-corrimientos de subducción. Paleosismología. Evidencias geomorfológicas y estratigráficas de mega-terremotos pasados.



[Handwritten signature]

Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN



Rectorado

Efectos geológicos de origen sísmico. Clasificación (Primarios y Secundarios). Ruptura Superficial de Falla, Levantamiento y Subsistencia Tectónica, Agrietamiento del Terreno, Movimiento Sísmico Amplificado del Terreno, Procesos de Licuefacción, Movimientos de Pendiente, Oleaje Anómalo y Tsunami, Anomalías Hidrogeológicas. Evidencias estratigráficas y geomorfológicas. Investigación aplicada y mitigación. Sensores remotos específicos aplicados en la evaluación de los peligros geológicos asociados a terremotos. Mapas de Peligro. Casos de Estudio característicos.

Peligro Sísmico Vs Riesgo Sísmico. Análisis Determinístico del Peligro Sísmico Vs Análisis Probabilístico del Peligro Sísmico: Conceptos y características generales y específicas.

Sismicidad inducida por terremotos (reservorios, actividad minera, explotación petrolera). Casos de Estudio y criterio internacional aplicado a proyectos ingenieriles.

Bibliografía básica

- Audemard, F., Michetti, A., and McCaipin, J., 2011. Geological criteria for evaluating seismicity revisited. The Geological Society of America, SP 479, Boulder: 204 p.
- Bull, W., 2007. TECTONIC GEOMORPHOLOGY OF MOUNTAINS – A NEW APPROACH TO PALEOSEISMOLOGY. Blackwell Publishing Ltd: 316 p.
- Burbank, D., and Anderson, R., 2012. Tectonic geomorphology. Wiley–Blackwell: 474 p.
- Davis, G., et al. 2012. Structural geology of rocks and regions. J. Wiley and Sons Inc.: 839 p.
- Schumm, S., Dumont, J., and Holbrook, J., 2002. ACTIVE TECTONICS AND ALLUVIAL RIVERS. Cambridge University Press, New York: 276 pp.
- Shiki, T; et al., 2008. Tsunamiites – features and implications. Elsevier B.V: 411 p.
- Yeats, R; Sieh, K; and Allen, C., 1997. The geology of earthquakes. Oxford University Press, New York: 568 p.

MECÁNICA DE SUELOS NO SATURADOS

Contenidos mínimos

Origen de los suelos no saturados. Importancia de los suelos no saturados en Ingeniería Civil. Propiedades del agua y del vapor de agua. Propiedades del aire y del aire disuelto. Permeabilidad en suelos no saturados. Tensión superficial. Succión total, capilar y matricial. Curva de retención.

Técnicas para medir succión (tensiómetros, papel de filtro, psicrómetros, métodos resistivos). Técnicas para imponer succión (placa de succión, técnicas osmóticas, control de humedad relativa). Ensayos de campo y laboratorio.

Comportamiento volumétrico de suelos no saturados. Cambios de succión a tensión constante. Cambios de tensión a succión constante. Resistencia al corte. Variables de tensión en suelos no saturados.

Modelo elasto-plástico para estado isótropo de tensión. Formulación para el caso tridimensional. El modelo BBM (Barcelona Basic Model). Parámetros del modelo. Simulación de ensayos de laboratorio.

Bibliografía básica

- Alonso E., Gens A., Josa A. (1990). A constitutive model for partially saturated soils. Géotechnique, 40(3), 405-430.
- Ng C.W.W., Menzies B. (2007). Advanced unsaturated soil mechanics and engineering. Taylor & Francis.
- Fredlund D., Rahardjo A. (1993). Soils mechanics for unsaturated soils. Wiley Interscience.
- Mitchell J. (1993). Fundamentals of soil behaviour. Second edition. John Wiley & Sons.



 Ing. Agr. JOSE RAMON GARCIA
 RECTOR
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA

Contenidos mínimos

En la asignatura se analiza el efecto de la interacción suelo-estructura en diferentes tipos de estructuras sometidas a cargas estáticas y se abordan temas relacionados a este fenómeno. Durante el desarrollo del curso se usarán métodos analíticos y métodos numéricos.

1. Introducción: definiciones, ejemplos.
2. Comportamiento mecánico de la interface suelo-estructura.
3. Fundaciones: platea de fundación, pilotes bajo carga vertical y horizontal, combinación platea-pilotes, columnas de grava e inclusiones rígidas.
4. Pandeo de pilotes.
5. Excavaciones profundas, anclajes.
6. Túneles.
7. Estabilización de taludes con pilotes.
8. Influencia de la consolidación y fluencia lenta del suelo.
9. Método observacional para el monitoreo de la interacción suelo-estructura.
10. Casos históricos.

Bibliografía básica

- Chugh A. K., Labuz J.F., Olgun G. *Soil Structure Interactions of Retaining Walls*, Proc. Geotechnical and Structural Engineering Congress, 2016.
- Das, B. M. *Principle of foundation engineering*, Cengage Learning, 2011.
- *Foundation Engineering Handbook*, ed. Hsai-Yang Fang, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- *Grundbau-Taschenbuch: Teile 1-3*, ed. K. J. Witt. Ernst & Sohn, 2018.
- *Handbuch Geotechnik Grundlagen - Anwendungen - Praxiserfahrungen*, ed. Conrad Boley, Vieweg+Teubner Verlag, 2012.
- Kameswara Rao N. S. V., *Foundation design theory and practice*, John Wiley (Asia), 2011.
- Kausel E. Early history of soil-structure interaction, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 30, S. 822-832, 2010.
- Poulos H. G., Davis E. H, *Pile Foundation Analysis and Design*. Series in geotechnical engineering. John Wiley, 1980.
- Poulos H. G., *Foundations and retaining structures - Research and practice Conference*. Proc. 15th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2001, Istanbul, Turkey.
- *Soil-Foundation-Structure Interaction*. Ed. Rolando P. Orense, Nawawi Chouw, Michael J. Pender, CRC Press, 2017.
- Tahmeed Al-Hussaini, *Soil-Foundation-Structure interaction analysis*, in book: structural engineering and geomechanics, Eds. Sashi K. Kunnath, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Eolss Publishers, 2019.
- *Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB)*, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.). Ernst & Sohn, 2021.
- *Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" (EA-Pfähle)*, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.). Ernst & Sohn, 2012.

PRESAS DE RELAVES MINEROS

Contenidos mínimos

Introducción. Tipos y disposición de residuos mineros. Presas de relaves, pilas de lixiviación, escombreras y otros. Legislación. Evolución histórica de la minería y los residuos mineros. Drenaje ácido. Técnicas alternativas de disposición de relaves: espesado y filtrado.

Ing. Agr. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

Características de los residuos mineros. Características físicas. Propiedades geotécnicas. Propiedades hidrogeológicas. Caracterización e identificación. Composición mineralógica y química.

Estructura y funcionamiento de las presas de relaves. Fenomenología de presas de relaves, pilas de lixiviación y escombreras. Interacción con la atmósfera y con la fundación. Estructuras sedimentarias. Zonificación.

Proyecto de presas de relaves y otros depósitos de residuos mineros. Estudios básicos: topografía, exploración de la fundación, meteorología, hidrología, amenaza sísmica, propiedades de los relaves, condicionantes de la mina y la planta de procesamiento. Tipologías. Condiciones de operación y su variabilidad.

Cierre. Objetivos y factibilidad del cierre. Selección y proyecto de coberturas. Coberturas store-and-release. Sistema de drenaje. Tratamiento del drenaje ácido.

Estabilidad y seguridad. Modos de falla. Análisis de casos históricos. Estadísticas. Análisis de la estabilidad. Criterios de verificación para diferentes obras. Análisis de deformaciones. Modelos numéricos. Estabilidad química. Monitoreo.

Bibliografía básica

- Bulletin 121: tailing dams. Risk of dangerous occurrences. Lessons learnt from practical experiences. ICOLD, 2001.
- Los residuos minero-metalúrgicos en el medio ambiente. Editor: Rodríguez, R, García Cortes, A. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), 2006.
- Reference Document on Best Available Techniques for the management of tailings and waste-rock in mining activities. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>
- Water Balance Covers for Waste Containment Principles and Practice. W.H. Albright, C.H. Benson, W. J. Waugh. American Society of Civil Engineers, 2010.
- The Global Acid Rock Drainage Guide. International Network for Acid Prevention (INAP), 2009. <http://www.gardguide.com>
- Report on Mount Polley Tailings Storage Facility Breach. Independent Expert Engineering Investigation and Review Panel. British Columbia, 2015. www.mountpolleyreviewpanel.ca
- Report on the Immediate Causes of the Failure of the Fundão Dam. Fundão Tailings Dam Review Panel, 2016. <http://fundaoinvestigation.com>
- Environmental Soil Physics. Daniel Hillel. Academic Press, 1998.
- Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice. D. G. Fredlund, H. Rahardjo and M. D. Fredlund. John Wiley & Sons, 2012.

GEOFÍSICA APLICADA A LA GEOTECNIA

Contenidos mínimos

Métodos Sísmicos

Tipos de ondas de cuerpo: Ondas P. Ondas S. Ondas superficiales

Métodos de superficie: Sísmica de Refracción. Sísmica de Reflexión. Sísmica pasiva. Tomografía Sísmica de Refracción. Control de Vibraciones (Vpp). Aplicaciones en la ingeniería.

Métodos en pozos: Cross-Hole. Down-Hole. Tomografía de Cross-Hole. Aplicaciones en la ingeniería.

Métodos Eléctricos

Métodos de superficie: Calicata Eléctrica. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV). Tomografía eléctrica. Cross-Hole Eléctrico. Aplicaciones en la ingeniería.

Perfilaje de pozos: Resistividad. Potencial espontáneo (SP). Gamma Natural. Gamma-Gamma. Aplicaciones en la ingeniería.

GPR (Georadar)

Ag. JUVENIL DE INGENIERIA RECTOR Rectorado Universidad Nacional de Tucumán



Georadar: Equipos. Frecuencias. Aplicaciones en la ingeniería

Bibliografía básica

- Introducción a la Prospección Geofísica. Milton Dobrin
- Tratado de Geofísica Aplicada. Santos Figuerola.
- Prospección Eléctrica. Jakubovskii.
- Análisis Sísmico de Suelos Mediante los Métodos de Refracción, Down - Hole y Cross-Hole, para Aplicaciones Geotécnicas. Tesis. - Alfredo Rodríguez.
- Trabajos de Geofísica aplicada a la Ingeniería Civil - GEOAR SRL. Alfredo Rodríguez.

HIDROGEOLOGÍA

Contenidos del curso

Conceptos Básicos de Hidrogeología. Formaciones geológicas como acuíferos. Parámetros hidrogeológicos fundamentales. Tipos de acuíferos. El agua en el suelo. Horizontes. Distribución vertical del agua en el suelo.

Principios generales del movimiento del agua en medios porosos saturados y en medios permeables por fisuración. Régimen Permanente - Régimen Transitorio. Medidas de permeabilidad mediante ensayos en sondeos de pequeño diámetro o catas en el terreno (como ensayo Lefranc, Lugeon, método de Gilg-Gavard)

Hidroquímica. Evolución geoquímica. Técnicas de estudio.

Aplicaciones a la Geotecnia: asentamientos del terreno, drenaje, problemas con los embalses de superficie.

Bibliografía básica

- Bear, J. (1979). Hydraulics of Groundwater. McGraw-Hill.
- Custodio E., Llamas M.R. (2001). Hidrología Subterránea. 2da edición. Ed. Omega.
- Forsythe G.E., Wasow W.R. (1960). Finite Difference Methods for Partial Differential Equations. Wiley.
- Linsley (1949). Applied Hydrology. McGraw-Hill. New York.
- Ven Te Chow (1964). Handbook of applied hydrology. McGrawHill. New York.

PROCESOS HIDRO-MECANICOS ACOPLADOS EN GEOTECNIA

Contenidos mínimos

Propiedades del agua líquida. Propiedades del vapor de agua y de la fase gaseosa. Aire disuelto (ley de Henry). Ley psicrométrica. Efecto de los solutos. Succión capilar y succión osmótica. Diagrama de fases del agua. Ecuación general del balance en medio continuo.

Grado de saturación. Ascenso capilar. Curva de retención. Ley de Darcy en medio poroso no saturado. Conductividad hidráulica y permeabilidad intrínseca. Permeabilidad relativa. Nivel piezométrico.

Masa de agua y aire en medio poroso no saturado. Flujos advectivos. Flujos no-advectivos (ley de Fick, difusión, dispersión, tortuosidad). Ecuación de balance de agua y aire en medio poroso no saturado.

Tensiones y deformaciones. Balance de la fase sólida. Variaciones de porosidad. Tensión efectiva en medio poroso saturado. Acoplamiento deformación y flujo multifase. Ecuación de consolidación en medio poroso saturado.

Ejemplos de aplicación a problemas geotécnicos.



Bibliografía básica

- Bear J. (1972). Dynamics of Fluids in Porous Media. Dover.
- Coussy O. (2004). Poromechanics. John Wiley & Sons, Chichester.
- Fredlung D.G, Rahardjo H. (1993). Soil Mechanics for Unsaturated Soils. Wiley-Interscience, New York.
- Kézdi A. (1974). Handbook of soil mechanics. Soil physics. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Jury W.A., Horton R. (2004). Soil physics. John Wiley & Sons, New Jersey.

MÉTODO DEL PUNTO MATERIAL

Contenidos mínimos

Formulación de ecuaciones de gobierno. Descripciones lagrangiana y euleriana del movimiento. Conservación de la cantidad de movimiento, masa y energía. Tensión de Cauchy. Incremento o tasa de tensión de Jaumann. Problemas acoplados. Método de residuos ponderados, Galerkin. Formulación mixta. Formulación u-p.

Formulación del MPM. Discretización con el Método del Punto Material. Esquema explícito de integración. Condición CFL. Análisis pseudo-estático, relajación dinámica. Esquemas de integración implícitos. MPM adaptable.

Análisis de problemas hidromecánicos y termo-hidromecánicos. Extensión al análisis hidromecánico (H-M) y termo-hidromecánico (THM). Formulación velocidad de la mezcla-presión y velocidad sólido-velocidad fluido-presión. Estabilidad de presión y bloqueo volumétrico. Localización de deformaciones.

Temas numéricos. Actualización de tensiones y deformaciones. Ruido de cruce de celdas. Variantes del MPM. Método de interpolación generalizada GIMP. Algoritmos de contacto.

Aplicaciones. Implementación del MPM en computador. Organización básica de un programa de MPM. Ejemplos de aplicación.

Bibliografía básica

- The material point method. A continuum-based particle method for extreme loading cases. 1st Edition. X. Zhang, Z. Chen, Y. Liu. Academic Press, Elsevier, 2017.
- Nonlinear finite elements for continua and structures. T. Belytschko, W. Liu, B. Moran, K. Elkhodary, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 2014.
- El método de los elementos finitos. 5^{ta} Edición. O.G. Zienkiewicz, R.L. Taylor, McGraw-Hill, Madrid, 2004.
- Z. Chen, H.L. Schreyer. A particle method for history dependent materials, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, Vol. 118 (1994), 179-196.
- S.G. Bardenhagen, E.M. Kober. The generalized interpolation material point method, *Comput. Model. Eng. Sci.*, Vol 5. (2004), 477-495
- P. Huang, X. Zhang, S. Ma, X. Huang. Contact algorithms for the material point method in impact and penetration simulation, *Int. J. Numer. Meth. Engrg.*, Vol. 85 (2011), 498-517.

DINÁMICA ESTRUCTURAL I

Contenidos mínimos

Ecuaciones de movimiento. Sistemas de un grado de libertad: Vibraciones libres y vibraciones forzadas. Sistemas de varios grados de libertad: Vibraciones libres, modos naturales de vibración, vibraciones forzadas, método de superposición modal, integración directa de las ecuaciones de movimiento.

Bibliografía básica

- Biggs J.M. Introduction to Structural Dynamics. McGraw-Hill, Inc., 1964
- Clough R.W. and Penzien J. Dynamics of Structures. McGraw-Hill, Inc., Second Edition, 1993.

[Handwritten signature]
 Ing. Agr. JOSÉ RAMÓN SANCHEZ
 Rector
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

- Chopra A. Dynamics of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering. Pearson-Prentice Hall. Third Edition, 2007.
- Hurty W.C. and Rubinstein M.F. Dynamics of Structures. Prentice-Hall, Inc. 1964
- Meirovitch L. Elements of Vibration Analysis. McGraw-Hill, Inc., 1986
- Paz M. and Leigh W. Structural Dynamics: Theory and Computation. Kluwer Academic Publishers. Fifth Edition, 2004.
- Paz M. International Handbook of Earthquake Engineering Codes, Programs, and Examples. Chapman & Hall, Inc., 1994.

MODELACIÓN CONSTITUTIVA I

Contenidos mínimos

Ecuaciones Constitutivas. Materiales ideales. Clasificación general de los modelos constitutivos.

Fenomenología de las deformaciones plásticas. Teoría incremental de la plasticidad. Superficie de fluencia y superficie de carga plástica. Condiciones de carga/descarga. Regla de flujo plástico. Postulados de estabilidad de Drucker. Axioma de la Máxima Disipación Plástica. Teoremas fundamentales. Variables generalizadas.

Implementación numérica de modelos elastoplásticos.

Bibliografía básica

- Chen, W.F., Plasticity in Reinforced Concrete, Mc Graw Hill, 1982.
- Crisfield, Non Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Vol. I y II, John Wiley & Sons, England, 1991.
- Desai, Constitutive Laws for Engineering Materials with Emphasis in Geological Materials, Prentice Hall, 1984.
- Fung Y.C., Foundations of Solids Mechanics, Prentice Hall, 1965
- Hill, R., The Mathematical Theory of Plasticity, Oxford university Press, Ely House, London, 1967.
- Hinton y Owen, Finite Elements in Plasticity, Pineridge Press Limited, Swansea, 1980.
- Johnson, W. and Mellor P.B., Engineering Plasticity, Van Nostrand Reinhold London, 1973.
- Kachanov, L.M., Fundamentals of the Theory of Plasticity, Mir Publishers, 1974
- Kojic M., Bathe k. J., Inelastic Analysis of Solids and Structures, Computational Fluid and Solid Mechanics, Springer, 2005.
- Lemaitre J., Chaboche J.L., Mechanics of Solids Materials, Cambridge University Press, 2000.
- Lubliner, J., Plasticity Theory, Mc. Millan Publishing U.S.A., 1990.
- Malvern, Introduction to the Mechanics of Continuous Medium, Prentice Hall, USA, 1969.
- Maugin G.A., The Thermomechanics of Plasticity and Fracture, Cambridge University Press, 1992.
- Olier S., Fractura Mecánica. Un enfoque global, CIMNE, Barcelona, España, 2001.
- Simo and Hughes, Computational Inelasticity, Interdisciplinary Applied mathematics, Springer, 1997

MECÁNICA AVANZADA DE SUELOS Y ROCAS

Contenidos mínimos

Comportamiento del suelo y modelos constitutivos: Comportamiento del suelo, modelos constitutivos. Fundamentos del comportamiento en deformación. Consolidación. Fluencia lenta. Deformaciones independientes de la carga. Fundamentos de la resistencia al corte. Mejora del subsuelo. Interacción suelo – estructura.

Mecánica de rocas: Descripción de la masa rocosa. Planos de falla. Deformación y resistencia de la roca. Erosión, sufusión, colmatación, filtrado.

Bibliografía básica

- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".
- Kolymbas D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau. Springer-Verlag (Univ. Innsbruck).

Ing. Agr. *[Signature]*
MESA DE ENLACE
FACET - U.N.T.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

- Lang, Huder, Amann (2003): Bodenmechanik und Grundbau. Springer Verlag (ETH Zürich).
- Schmidt H.H. (2001). Grundlagen der Geotechnik. Verlag Teubne.

INGENIERÍA DE CIMENTACIONES Y CONSTRUCCIÓN EN ROCAS

Contenidos mínimos

Ingeniería civil especial: Hipótesis de diagramas de presión de tierra. Recintos de excavación. Anclajes. Muros diafragma. Inyecciones. Jet grouting. Apuntalamientos. Método del elemento cinemático. Tecnología de medición, método de observación.

Construcciones en roca: Construcción de galerías en roca. Seguridad en roca. Cimentaciones en roca.

Bibliografía básica

- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".
- Kelymbas D. (1998): Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau. Springer-Verlag (Univ. Innsbruck)
- Lang, Huder, Amann (2003): Bodenmechanik und Grundbau. Springer Verlag (ETH Zürich).
- Schmidt H.H. (2001). Grundlagen der Geotechnik. Verlag Teubne.

CONSTRUIR CON GEOSINTÉTICOS PARA INGENIEROS CIVILES

Contenidos mínimos

Funciones de los geosintéticos. Productos. Métodos de investigación y prueba. Instalación, procesamiento, tensiones y esfuerzos. Ejemplos de uso.

Bibliografía básica

- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".
- Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus, Ausgabe 2005, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln, FGSV Heft Nr. 535.
- Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus TL Geok E-StB 05
- Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen - EBGeo, hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Berlin, Ernst & Sohn Verlag, 1997
- Schweizerischer Verband für Geokunststoffe, 2003, Handbuch Bauen mit Geokunststoffen
- Geokunststoffe im Erd- und Straßenbau, 2. Auflage, Herausgeber: Müller-Rochholz, J., Oktober 2008.

DINÁMICA DE SUELOS E INGENIERÍA GEOTECNICA SÍSMICA

Contenidos mínimos

Comportamiento del suelo bajo carga cíclica, alterna y dinámica. Comportamiento dinámico vs monótono del suelo. Modelo constitutivo para describir el comportamiento del suelo bajo carga cíclica y dinámica. Evaluación del comportamiento dinámico del suelo mediante ensayos de laboratorio y de campo.

Rigidez dinámica de la cimentación. Propagación de ondas en medios elásticos y elastoplásticos. Peligro sísmico. Análisis de la respuesta del terreno, efectos locales del sitio y diseño de los movimientos del terreno. La compactación del suelo debido a la carga del terremoto. Licuefacción del suelo durante los terremotos. Estabilidad sísmica de las laderas.

Diseño sísmico de cimientos poco profundos, cimientos de pilotes y muros de contención. Aspectos geotécnicos de los códigos sísmicos (DIN 4149, Eurocódigo 8, Códigos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

[Handwritten signature]

DR. AGUSTO RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

Uniformes de Construcción). Fundamentos de interacción dinámica suelo-estructura. Penetración dinámica de pilotes.

Bibliografía básica

- Kramer S. "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, 1996.
- Day R. W. "Geotechnical Earthquake Engineering Handbook". McGraw Hill, 2002.
- Silharam T.G. "Geotechnical Applications for Earthquake Engineering: Research Advancements". Information Science Reference, 2012.
- "Liquefaction of Soils during Earthquakes". Committee on Earthquake Engineering, National Academy Press, 1985.
- Chopra A.K. "Dynamic of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering", Prentice Hall of India, 2003.
- DIN 4149:2005-04: „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten", Beuth Verlag.
- EN 1998-1: 2005 Eurocode 8: Design of structures for earthquake Resistance. European Committee for Standardization Brussels, Belgium, 2005.
- Uniform Building Code (UBC), International Conference of Building Officials, Whittier, California, 1997.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Contenidos mínimos

Ensayos de campo. Determinación de la densidad del suelo en el laboratorio. Ensayo Proctor. Ensayo de permeabilidad al agua. Ensayo de compresión. Ensayo de corte. Ensayo triaxial.

Bibliografía básica

- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".
- Kolymbas D. (1998). Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau. Springer Verlag (Univ. Innsbruck).
- Lang, Huder, Amann (2003). Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich).
- Schmidt, H.H. (2001). Grundlagen der Geotechnik, Verlag Teubner.

OBRAS DE TIERRA Y TERRAPLENES

Contenidos mínimos

Materiales de construcción de terrapienes. Operaciones de construcción. Compactación del suelo. Mejora y estabilización del suelo. Cortes y presas. Rellenos. Capas de drenaje. Ensayos de calidad.

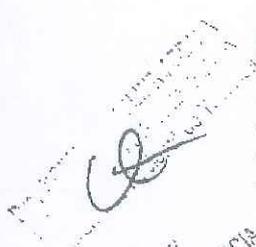
Bibliografía básica

- Meyer, Skript "Erd- und Dammbau".
- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".
- Kolymbas D. (1998). Geotechnik - Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (Univ. Innsbruck).
- Lang, Huder, Amann (2003). Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich).
- Schmidt, H.H. (2001). Grundlagen der Geotechnik, Verlag Teubner.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS PARA INGENIEROS CIVILES

Contenidos mínimos

En el curso práctico del laboratorio de mecánica de rocas, los estudiantes realizan experimentos de mecánica de rocas para la clasificación de rocas sólidas de forma independiente y bajo supervisión, evalúan los resultados experimentales y presentan los


 DR. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
 RECTOR
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



resultados en una conferencia. Se llevan a cabo experimentos para determinar la fuerza, deformabilidad, abrasividad, densidad y resistencia a la intemperie de las rocas sólidas.

Bibliografía básica

- Turo et al. Skript "Feismechanisches Laborpraktikum"
- Empfehlung Nr. 23 des Arbeitskreises 3.3 "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik: "Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch". Bautechnik 93.6 (2016): 409-415.
- Empfehlung Nr. 5 des Arbeitskreises 3.3 "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik: "Punktlastversuche an Gesteinsproben". Bautechnik, 87.6 (2010): 322-330.

MODELOS CONSTITUTIVOS AVANZADOS Y MODELOS DE ELEMENTOS FINITOS EN GEOTECNIA

Contenidos mínimos

Modelos constitutivos geotécnicos (elásticos, plástico ideal, elasticidad no lineal, diferencia entre carga y descarga, pero también modelos constitutivos sofisticados como Cam Clay, Hardening Soil y de la familia de leyes constitutivas hipoplásticas).

Comportamiento del suelo en los llamados ensayos de elementos (representación numérica de ensayos de laboratorio estándar como la compresión edométrica y el corte triaxial).

Programación de ensayos de elementos en Elementos Finitos y problemas geotécnicos estándar (cálculos hidráulicos, asentamiento de cimientos poco profundos, modelos de terraplenes y estructuras de soporte, incluida la construcción de excavación, simulación del comportamiento de carga en anclajes, pilotes y construcción de túneles).

Bibliografía básica

- Dassault Systèmes. ABAQUS/CAE User's Manual, 2011
- Empfehlungen des Arbeitskreises AK 1.6 "Numerik in der Geotechnik" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Ernst & Sohn Verlag, Berlin (2014)

INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN TÚNELES

Contenidos mínimos

Exploración y mapeo, documentación (especialmente geofísica). Clasificación de la masa de roca. Propiedades de la roca (fisuras, estratificación, abrasión, etc.). Capítulos seleccionados sobre la construcción de túneles en roca. Instrumentos de medición/métodos (especialmente mediciones de fuerza, mediciones de perforaciones).

Tipos de conducción para hormigón proyectado (VKL según DIN, medidas de soporte para el frente del túnel, diseño de la sección transversal). Asentamientos en la construcción de túneles. Construcción del eje. Cálculo de la presión de apoyo en la construcción de túneles mecánicos. Diseño de la sección transversal. Túneles bajo napa freática (conducción de hormigón proyectado: achicamiento, sellado, soporte de aire comprimido, congelamiento, DSV, conducción de escudo: esp. conducción en el suelo; diseño constructivo de túneles en la GW para la condición temporal y permanente). Evaluación e interpretación de los resultados de mediciones.

Bibliografía básica

- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".
- Kolymbas D. (2006). Tunneling and Tunnel Mechanics, Springer Verlag (Univ. Innsbruck).
- Lang, Huder, Anamm (2003): Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag (ETH Zürich)

ING. M. JOSÉ ANTONIO GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



- Schmidt H.H. (2001). Grundlagen der Geotechnik, Verlag Teubner.
- Maidl B. (2004). Tunnel- und Stollenbau I, Glückauf Verlag.
- Maidl B. (2004). Tunnel- und Stollenbau II, Glückauf Verlag.
- Girmscheid G. (2000). Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Ernst & Sohn GmbH.
- Girmscheid G. (2013). Bauprozesse und Bauverfahren des Tunnelbaus - 760 S., 3. Aufl., Berlin (Ernst & Sohn).
- Hoek E. (2007). Practical Rock Engineering - 343 S., Toronto (Rockscience).
- Hudson, J.A.; Harrison J.P. (2000). Engineering Rock Mechanics: An Introduction to the Principles - 444 S., Oxford, New York, Tokio (Elsevier/Pergamon).

MECÁNICA DE SUELOS NO SATURADOS

Contenidos mínimos

Introducción a los principios de la mecánica del suelo no saturado. Succión total, matricial y osmótica. Determinación de la relación succión-contenido de agua de los suelos. Determinación de la conductividad hidráulica en estado no saturado. Modelos para la descripción de la relación succión-contenido de agua. Modelos para la descripción de la conductividad hidráulica.

Descripción del flujo de agua en suelos no saturados. Tensiones efectivas en suelos no saturados. Cambio de volumen de suelos no saturados. Resistencia al corte de los suelos no saturados. Importancia de la mecánica de suelos no saturados en el diseño en la ingeniería geotécnica.

Bibliografía básica

- Lu N.; Likos W. J. Unsaturated soil mechanics, Wiley Verlag, 2004.
- Fredlund D.G.; Rahardjo H. Soil mechanics for unsaturated soils, Wiley Verlag, 1993.
- Mitchell J.K.; Soga K. Fundamentals of soil behaviour, Wiley Verlag, 2005.

APLICACIONES NUMÉRICAS EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA

Contenidos mínimos

Cálculos de estabilidad estructural y deformación (Método de las dovelas, FEM) para taludes y muros de contención. Excavaciones. Presas. Cimentaciones.

Bibliografía básica

- Empfehlungen des Arbeitskreises AK 1.6 "Numerik in der Geotechnik" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Ernst & Sohn Verlag, Berlin (2014).
- Bentley: Handbuch Plaxis, 2020.

GEOTECNIA AMBIENTAL PARA INGENIEROS CIVILES

Contenidos mínimos

Protección de las aguas subterráneas con relación a áreas de transporte. Protección de las aguas subterráneas con relación a las estructuras urbanas. Construcción de vertederos de residuos. Sitios de desechos abandonados. Materiales de construcción reciclados en las obras de tierra. Obras de tierra considerando BBodSchG, WHG, KrW-/AbfG.

Bibliografía básica

- Heyer D. Skript "Umweltgeotechnik Für Bauingenieure".
- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".

D. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



GEOTECNIA AMBIENTAL II

Contenidos mínimos

La eficiencia de los recursos en la geotecnia: introducción, definición del problema.

Rocas blandas: descripción, prueba de tamiz de tambor, clasificación, agrupación, instalación.

Suelos orgánicos: clasificación, agrupación, idoneidad.

Materiales de construcción reciclables y subproductos industriales: clasificación, agrupación, sensibilidad a las heladas, idoneidad. Mejora mecánica del suelo.

Suelos muy blandos, lodos y suspensiones: procesos de deshidratación. Eficiencia de los recursos en la ingeniería subterránea y la construcción de túneles: características específicas de los procesos.

Bibliografía básica

- Heyer D. Skript "Umweltgeotechnik Für Bauingenieure"
- Vogt N. Skript "Studienunterlagen Grundbau und Bodenmechanik".

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN E INGENIERÍA GEODÉSICA EN TÚNELES

Contenidos mínimos

Estructuras de hormigón en túneles:

Fundamentos de cálculo y diseño para capas de protección de hormigón y revestimientos de túneles: interacción suelo-estructura, modelado y métodos estándar, cálculos de puntales y amarres, modelos FEM, aplicación de métodos no lineales.

Concepto de seguridad.

Hormigón proyectado (shotcrete): fundamentos, diferencias con el hormigón in situ, aplicaciones y fabricación del hormigón proyectado, diseño de revestimientos de hormigón proyectado, revestimientos exteriores de hormigón proyectado, métodos de construcción de hormigón proyectado de una sola capa.

Revestimientos de túneles de hormigón: sistemas de sellado, revestimiento interior no reforzado.

Hormigón reforzado con fibra de acero: características estructurales, aplicaciones en la construcción de túneles, diseño de estructuras de hormigón con fibra de acero.

El levantamiento de la tubería.

Detalles específicos: interfaz entre el túnel / estructura del pozo, accesos, intersecciones, ensanches.

Seguridad contra incendios en la construcción de túneles: protección estructural contra incendios, comportamiento ante el fuego de los revestimientos de hormigón de túneles, pruebas de incendio, clasificación de incendios.

Ingeniería Geodésica en túneles:

Fundamentos de la topografía en la construcción de túneles (sistemas de referencia, teoría y práctica de la topografía en la construcción de túneles, planificación de la topografía en la construcción de túneles).

Orientación en el acceso y durante los avances intermedios, mediciones de giroscopios para controlar el problema de refracción lateral.

Conducción en túnel (medición según el tipo de conducción, medición de la convergencia).

Tareas especiales (corrección de curvas, mediciones de control principal, determinación de la desviación del eje nominal y del perfil nominal, pre prensado de tuberías).


DR. JOSE RAMON GARCIA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

Revestimiento y equipamiento de túneles (dovelas, carros de encofrado, estudios de precisión para la colocación de vías).

Control de la limpieza (cámaras y fotogrametría digital, multi estaciones robóticas, escaneo láser terrestre).

Bibliografía básica

- Fischer O., Nevly T., Behnen G. Fertigteile im Tunnelbau, BetonKalender 2014, Verlag Ernst Sohn Berlin, 2013.
- Placzek D. et al. Zielgenau bis ans Ende des Tunnels (Handbuch für die Bauvorbereitung, Vermessung und Bauüberwachung von Schildvortrieben); Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2016.
- Wunderlich Th. Vorlesungsskript Ingenieurvermessung 1.
- Wunderlich Th. Vorlesungsskript Ingenieurvermessung 2.

DISEÑO DE TÚNEL

Contenidos mínimos

Protección contra incendios/diseño de incendios. Construcción de corte y cubierta. Uso geotérmico de los túneles. Reciclaje de material de excavación de túneles. El BIM y el estudio de túneles. Operación del túnel. Sistemas de rescate. Logística de la construcción de túneles. Nuevos avances en la licitación / redacción de contratos.

Bibliografía básica

- Runder Tisch GIS e.V., Kap. 2.5, Leitfaden Geodäsie und BIM, 2018.
- Empfehlungen des Arbeitskreises AK 1.6 "Numerik in der Geotechnik" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Ernst & Sohn Verlag, Berlin (2014).

EJEMPLOS DE LA INGENIERÍA PRÁCTICA DE TÚNELES

Contenidos mínimos

Conferencias de expertos de la administración de la construcción, oficinas de ingeniería, empresas de construcción e institutos de investigación. Trabajo/discusión de cuestiones geotécnicas, geológicas, estructurales y de construcción específicas de interés, así como de los avances actuales en la investigación y la práctica de proyectos reales.

Bibliografía básica

- No hay referencias, debido a los cambios anuales de las conferencias de práctica.

ASPECTOS BÁSICOS DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

Contenidos mínimos

Representación de los diferentes tipos de rocas. Descripción de las propiedades ingenieriles-geológicas de diferentes tipos de roca. Presentación de las normas y directrices actuales y de su importancia en la práctica. Elaboración de modelos de ingeniería geológica del subsuelo. Elaboración de mapas de riesgo geológico en ingeniería. Guía para evaluar riesgos en la construcción en roca. Principales problemas de ingeniería geológica en la construcción de túneles en roca blanda. Problemas geológicos de ingeniería en la construcción mecánica de túneles en roca blanda. Problemas geológicos de ingeniería en la construcción de los recintos de excavación. Problemas geológicos de ingeniería durante las inyecciones en la roca blanda. Estudios de casos prácticos (túneles, construcción de presas, construcción de vertederos, recintos de fosas de excavación, desecación, cimientos).

Bibliografía básica

- Baromeister K. & Werner J. (Herausgeber, 2005). Betonkalender 2005. Verlag Ernst & Sohn A. Wiley Company, Berlin.
- Buja, O. (2001). Handbuch des Spezialtiefbaus Geräte und Verfahren, Werner Verlag, Düsseldorf.

Prof. Agr. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

- Floss R. (2006). Handbuch ZTVE Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau. 3. Auflage, Kirschbaum Verlag Bonn.
- Girmscheid G. (2008). Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau. 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn A Wiley Company, Berlin.
- Hudelmaier K. & Kufner H. (2008). Spezialtiefbau Kompendium. Verfahrenstechnik und Gerüstauswahl (Liebherr). Verlag Ernst & Sohn Wiley, Berlin.
- Lessmann H. (Herausgeber, 1978). Moderner Tunnelbau bei der Münchner U-Bahn. Springer-Verlag, Wien, New York.
- Maidl B., Herrenknecht L. & Anheuser L. (1996). Maschinelles Tunnelbau im Schildvortrieb. Verlag Ernst & Sohn Wiley, Berlin.
- Prinz H. & Strauss R. (2008). Einführung in die Ingenieurgeologie, Springer.
- Zimnick K. (1981). Eine Stadt geht in den Untergrund Die Geschichte der Münchner U- und S-Bahn im Spiegel der Zeit. Hugendubel Verlag, München.

Anexo V. Listado de docentes.

Docente	Universidad
Dr. Geol. ABASCAL, Liliana	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. ARAOZ, Gabriel	Universidad Nacional de Tucumán
Mg. Ing. BARCHIESI, Arnaldo	Universidad Nacional de Cuyo
Dr. Ing. BIRLE, Emanuel	Technische Universität München
Ing. BRÄU, Gerhard	Technische Universität München
Dr. Ing. CUDMANI, Roberto	Technische Universität München
Dr. Ing. DAZIANO, María Alejandra	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. ETSE, Guillermo	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. FILLIBECK, Jochen	Technische Universität München
Dr. Ing. FISCHER, Oliver	Technische Universität München
Dr. Geol. GARCÍA, Jorge	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. HEYER, Dirk	Technische Universität München
Dr. Ing. IBÁÑEZ, Juan Pablo	Universidad Nacional de Cuyo
Dr. Ing. ISLA CALDERÓN, Facundo	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. JACINTO, Abel	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. LUCCIONI, Bibiana	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. MINGORANCE, Francisco	Universidad Nacional de Cuyo
Dr. Ing. OLDECOP, Luciano	Universidad Nacional de San Juan
Dr. Ing. RAMALLO, Juan Carlos	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. REBSTOCK, Daniel	Technische Universität München
Lic. RODRÍGUEZ, Alfredo	N.A.
Dr. Ing. THURO, Kuroschi	Technische Universität München
Dr. Ing. VOGT, Stefan	Technische Universität München
Dr. Ing. VRECH, Sonia	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Ing. ZABALA, Francisco	Universidad Nacional de San Juan

Ing. Agr. JOSE RAMÓN GARCIA
 Rector
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



REGLAMENTO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CARRERA

CAPÍTULO 1: REQUISITOS Y SOLICITUD DE ADMISIÓN

Artículo 1.1: La Carrera está destinada a graduados universitarios en carreras de grado acreditadas por la CONEAU (u organismo equivalente) y con reconocimiento oficial por parte del Ministerio de Educación de la República Argentina, con algunos de los títulos que siguen: Ingeniero Civil, Ingeniero Hidráulico, Ingeniero en Vías de Comunicación, Ingeniero de Minas, Ingeniero en Construcciones. Aspirantes con título de Licenciado en Geología, Licenciado en Matemática, Licenciado en Física, Licenciado en Química podrán ser admitidos previo análisis de antecedentes por el Comité Académico.

Artículo 1.2: Al momento de presentar la solicitud de admisión, el postulante deberá adjuntar:

- Copia autenticada del título universitario.
- Certificado analítico final de estudios universitarios.
- Curriculum vitae (CV) de hasta tres páginas con carácter de declaración jurada.
- Dos cartas de recomendación de carácter confidencial suscriptas por profesores universitarios, investigadores o profesionales reconocidos en la especialidad de la Maestría.
- Una carta personal de motivación.

CAPÍTULO 2: ADMISIÓN

Artículo 2.1: Los postulantes estarán sometidos a un proceso de selección, a cargo del Comité Académico, que tendrá en consideración: el promedio general de notas de la Carrera de Grado, la experiencia profesional en Geotecnia, el contenido de las cartas de recomendación y el contenido de la carta personal de motivación. El Comité Académico establecerá la necesidad o no de realizar una entrevista con el postulante.

Artículo 2.2: Como etapa final del proceso de selección, el Comité Académico elaborará una lista con un orden de mérito de los candidatos que reúnen las condiciones para ser admitidos.

Artículo 2.3: El Director Académico comunicará al Decano el resultado del proceso de selección.

CAPÍTULO 3: INSCRIPCIÓN

Artículo 3.1: La inscripción de los interesados se efectuará en las fechas previstas para la Carrera.

Artículo 3.2: El trámite se formalizará mediante nota del postulante, dirigida al Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, solicitando la inscripción a la carrera.

Artículo 3.3: Al momento de presentar la solicitud de inscripción, el postulante deberá adjuntar:

- Copia autenticada del título universitario.
- Certificado analítico final de estudios universitarios.
- Curriculum vitae (CV) de hasta tres páginas con carácter de declaración jurada.



Rectorado

Artículo 3.4: La inscripción será aceptada mediante resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, previo dictamen del Comité Académico de la carrera y con intervención de la dependencia de postgrado.

CAPÍTULO 4: DIRECCIÓN ACADÉMICA

Artículo 4.1: La dirección de la Carrera estará a cargo de un Director Académico que deberá ser miembro del Comité Académico.

Artículo 4.2: El Director Académico será elegido por el Comité Académico, a partir del resultado de una votación, por mayoría absoluta de votos.

Artículo 4.3: El Director Académico será designado por el Consejo Superior de la universidad a partir de la propuesta del Comité Académico.

Artículo 4.4: La designación del Director Académico tendrá una duración de cuatro años.

Artículo 4.5: El Director Académico tiene las siguientes obligaciones y facultades:

- a) Hacer cumplir las disposiciones reglamentarias.
- b) Informar al Departamento de Posgrado de la Facultad normas complementarias del reglamento vigentes para la Maestría.
- c) Proponer a la dependencia de posgrado de la Facultad el personal docente que participará en la Maestría.
- d) Realizar gestiones ante organismos nacionales y extranjeros relacionados con el funcionamiento de la Maestría.
- e) Ejercer la representación de la Carrera en todos los actos científicos, académicos y administrativos.
- f) Presidir el Comité Académico.
- g) Elevar a las autoridades correspondientes los pedidos de inscripción, constitución de Comisiones de Supervisión y Jurados de Tesis.
- h) Elevar a las autoridades correspondientes las modificaciones reglamentarias y del plan de estudios.
- i) Elaborar el presupuesto anual de funcionamiento de la Carrera.
- j) Proponer el temario básico a considerar en las reuniones del Comité Académico.
- k) Elaborar un plan estratégico a futuro.
- l) Coordinar y supervisar las actividades de la Carrera.

CAPÍTULO 5: COMITÉ ACADÉMICO

Artículo 5.1: El Comité Académico estará integrado por el Director Académico y tres profesores de la Maestría.

Artículo 5.2: Para formar parte del Comité Académico se requiere ser Profesor Titular o Asociado o Magíster o Doctor en la especialidad Geotecnia y ser Profesor de la Carrera.

Artículo 5.3: Los miembros del Comité Académico serán designados por el Consejo Directivo de la Facultad a propuesta de la Dirección Académica.

Artículo 5.4: La designación de los integrantes del Comité Académico tendrá una duración de cuatro años.


Ing. Agr. JOSÉ RAMÓN SARDA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

Artículo 5.5: El Comité Académico debe reunirse periódicamente y realizar un acta con los resultados de cada reunión. Sus funciones son las siguientes:

- a) Supervisar y aconsejar a la Dirección Académica en su gestión.
- b) Integrar la Comisión de Admisión.
- c) Asesorar a la Dirección Académica en temas especializados de la disciplina.
- d) Realizar una evaluación de la Carrera al terminar cada ciclo y volcarlo en un informe.
- e) Aprobar los programas y la planificación de las asignaturas.
- f) Proponer la actualización o modificación del plan de estudio y programas de las asignaturas.
- g) Proponer las estrategias de mejoramiento de la Carrera.
- h) Proponer modificaciones al reglamento de funcionamiento.
- i) Asesorar a la Dirección Académica en cuestiones presupuestarias.
- j) Promover actividades de intercambio con otras instituciones de investigación y desarrollo.
- k) Proponer los nombres de la Dirección Académica al Consejo Superior de la Universidad.
- l) Proponer la integración de los Tribunales de examen, los Jurados Examinadores y las Comisiones de Supervisión de los trabajos de tesis.
- m) Avalar el reconocimiento de equivalencias de créditos.
- n) Aconsejar a la Dirección Académica en temas de excepción.

CAPÍTULO 6: CUERPO DOCENTE

Artículo 6.1: Los integrantes del cuerpo docente deberán poseer título de posgrado de nivel equivalente al de Magister o superior o formación equivalente en ciencias o disciplinas afines a la Carrera. Además, deberán realizar tareas de investigación o de transferencia tecnológica en áreas vinculadas a la Geotecnia. En casos estrictamente excepcionales, podrán integrar el cuerpo docente Profesores o Investigadores de otras universidades o bien profesionales altamente especializados que ostenten méritos sobresalientes, tanto del país o del extranjero, con sólida formación y acreditada trayectoria en los temas de la Carrera que no cumplan con el requisito de estudios de posgrado.

Artículo 6.2: Son funciones de los Profesores:

- a) Elaborar el contenido de la/s asignatura/s a su cargo, así como seleccionar la bibliografía de acuerdo con los objetivos y actividades inherentes.
- b) Elaborar y presentar ante la Dirección Académica de Carrera y el Comité Académico una planificación de sus actividades.
- c) Seleccionar o elaborar el material de apoyo de las actividades curriculares.
- d) Atender las consultas de los estudiantes, relacionadas con temas académicos.
- e) Desarrollar en las clases los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura a su cargo.
- f) Evaluar los exámenes y demás requisitos de aprobación.
- g) Actuar como Directores o Codirectores de trabajos de tesis.
- h) Constituir, conforme a la designación correspondiente, Comisiones de Supervisión de trabajos de tesis y Tribunales Examinadores de tesis.



Ing. Agr. JOSE RAMÓN GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



CAPÍTULO 7: ACTIVIDADES CURRICULARES

Artículo 7.1: Las temáticas de cada asignatura tendrán una fuerte interrelación entre los aspectos teóricos y prácticos. Existen Asignaturas Básicas (de carácter obligatorio) y Asignaturas de Especialización (de carácter optativo).

Artículo 7.2: El estudiante deberá cumplimentar el 80% de asistencia al conjunto de las clases teóricas y prácticas de cada asignatura.

Artículo 7.3: Los cursos correspondientes a las distintas asignaturas de la Carrera estarán también abiertos a quienes libremente deseen realizarlos. En estos casos, la disponibilidad para el seguimiento del curso estará supeditada al cumplimiento del requisito de cupo disponible (Artículo 15.1), priorizando a los estudiantes de la Carrera.

Artículo 7.4: Los estudiantes externos a la Carrera que aprueben una asignatura tendrán derecho a una certificación que acredite esta situación. La certificación deberá informar al menos: la denominación de la asignatura aprobada; la enumeración de los contenidos del curso; la calificación obtenida; la fecha en que se produjo la aprobación. En caso de no aprobar la asignatura el estudiante tendrá derecho a una certificación que acredite su asistencia. La certificación deberá informar al menos: la denominación de la asignatura cursada; la enumeración de los contenidos del curso, el porcentaje de asistencia.

CAPÍTULO 8: SISTEMA DE EVALUACIÓN

Artículo 8.1: Cada actividad curricular tendrá requisitos de aprobación que los estudiantes deberán satisfacer y que les serán informados al inicio de la misma. Entre estos requisitos podrán incluirse:

- Pruebas escritas regulares que permitan seguir el progreso del estudiante en la asimilación de los conceptos fundamentales de la asignatura correspondiente.
- Presentaciones escritas (monografías) sobre temas específicos con intenso trabajo bibliográfico.
- Presentaciones orales (seminarios) sobre temas específicos, que contemple la discusión con los demás estudiantes dirigida por el Profesor de la asignatura.
- Examen final escrito.

Artículo 8.2: Las asignaturas se calificarán con una escala dada por los números enteros comprendidos entre uno y diez. La calificación mínima para aprobar una asignatura será seis. En caso de no aprobar una asignatura, el estudiante tendrá derecho a rendir un examen recuperatorio.

Artículo 8.3: El Profesor a cargo de cada asignatura fijará el plazo de aprobación, el que estará comprendido dentro de los quince días de la finalización de las clases. En casos excepcionales debidamente justificados, el Director Académico de la Carrera podrá conceder un plazo adicional que no podrá exceder los treinta días luego de finalizado el curso.

CAPÍTULO 9: TESIS

Artículo 9.1: El estudiante que haya culminado el cursado de las Asignaturas Básicas podrá elevar al Comité Académico la propuesta de trabajo final, la que deberá contemplar:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN
RECTORADO
[Firma]

DR. AGO. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Rectorado

tema de Tesis y su respectivo Plan de Trabajo; nombre del Director y del Codirector (opcional); lugar de realización.

Artículo 9.2: Se promoverá que los trabajos de tesis involucren actividades con impacto social. Para cumplir este requisito, se formularán proyectos que aborden el análisis de problemas o casos en el marco de programas de extensión universitaria con entidades públicas y privadas relacionadas con la temática de la Carrera.

Artículo 9.3: El trabajo de Tesis será de carácter estrictamente personal, conducido por un Director y eventualmente un Codirector. El Codirector será exigible en los casos en que el Director y el estudiante no tengan el mismo lugar de residencia o cuando el tipo de trabajo así lo requiera.

Artículo 9.4: La designación de los Directores y Codirectores de Tesis se hará de conformidad al Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional de Tucumán (Res. N° 2558/2012).

Artículo 9.5: La escritura de la Tesis se realizará en idioma español o inglés. El documento escrito deberá:

- a) incluir un resumen y un mínimo de tres palabras claves en idioma español, alemán e inglés.
- b) Contener un relevamiento y análisis crítico de los trabajos publicados sobre el tema.
- c) Mostrar evidencia de la capacidad del Postulante en el uso de métodos y técnicas de la investigación científica.
- d) Constituir un aporte al tema elegido.

Artículo 9.6: Se pondrá a disposición de los estudiantes un listado de posibles Directores y Codirectores de tesis.

Artículo 9.7: Al menos el Director o el Codirector de tesis (éste último en caso de designarse) serán profesores de la Maestría. Cuando, o bien el Director o bien el Codirector no sean profesores de la Maestría, deberán demostrar ante el Comité Académico, antecedentes profesionales o científicos relevantes en el tema de la tesis.

Artículo 9.8: El proceso de aceptación, seguimiento y evaluación de la Tesis de Maestría se efectuará atendiendo a las disposiciones del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional de Tucumán (Res. N° 2558/2012).

CAPÍTULO 10: RECONOCIMIENTO DE CURSOS DE POSGRADO

Artículo 10.1: Se podrán reconocer, con la aprobación del Comité Académico, cursos de posgrado aprobados en otras universidades o centros de investigación del país o del extranjero que resulten necesarios para completar la formación básica exigida o que, a criterio de la Comisión de Supervisión, sean indispensables para el adecuado desarrollo de la Tesis. El estudiante previamente deberá firmar un Acuerdo de Estudio con el detalle de los cursos a realizar durante la estadía en otra universidad.

CAPÍTULO 11: CONDICIONES DE PERMANENCIA

Artículo 11.1: Los requisitos de permanencia de los estudiantes en la Carrera son:

- a) cursar y aprobar las Asignaturas Básicas y de Especialización y, terminados los cursos, realizar un trabajo de Tesis.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN
RECTORADO
Ing. Agr. JOSÉ RAMÓN GARCÍA
RECTOR



Rectorado

- b) Se admitirá como máximo un informe considerado NO ACEPTABLE por la Comisión de Supervisión de Tesis.
- c) Las condiciones de permanencia serán conocidas por los estudiantes desde el momento de su admisión. A tal fin, se les entregará copia de estas junto con la resolución de inscripción.

Artículo 11.2: El estudiante podrá permanecer en la Carrera hasta siete semestres contados a partir del momento del comienzo del cursado de la misma.

CAPÍTULO 12: PROMOCIÓN Y GRADUACIÓN

Artículo 12.1: Para la promoción y graduación, los estudiantes deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Curso de Estudios: Implica cursar las Asignaturas Básicas (obligatorias) del Plan de Estudio y las Asignaturas de Especialización (optativas) recomendadas para cada postulante por el Comité Académico. Comprenderá no menos de 540 h de clases teórico-prácticas.
- b) Tesis de Magister: Implica realizar trabajos de investigación y/o desarrollo bajo la supervisión de un Director, durante por lo menos un semestre académico, y presentar los resultados en un informe escrito (Tesis).
- c) Examen de Tesis: Implica obtener la aceptación de la Tesis y satisfacer las pruebas orales, escritas o prácticas sobre el tema de la misma y otros temas relevantes de dicha tesis ante el correspondiente Tribunal Examinador.
- d) Entrega de versión corregida de la Tesis: Para poder iniciar el trámite de expedición de diploma, el Magister deberá entregar previamente una copia impresa y una versión digital de la Tesis en la que se incorporen las modificaciones y/o correcciones indicadas por los miembros del Tribunal Examinador.

CAPÍTULO 13: BECAS

Artículo 13.1: Dependiendo del financiamiento disponible se podrán otorgar una cantidad limitada de becas.

Artículo 13.2: Los estudiantes beneficiarios de una beca deberán firmar un Acuerdo de Estudio donde se especifique el compromiso académico que asumen y se indique que perciben un estipendio mensual. La unidad académica deberá emitir un Certificado que haga referencia al monto de financiamiento y mencione expresamente el origen de este.

Artículo 13.3: Al aceptar la beca, los estudiantes quedarán obligados a informar a la unidad académica sobre todo cambio en aquellas circunstancias que sean relevantes para continuar con los pagos de las mensualidades. El estudiante que, sin causa que lo justifique, incumpla o no apruebe los objetivos académicos de la Carrera deberá devolver el monto total de lo percibido en concepto de financiación.

Artículo 13.4: Cuando el total de solicitudes de beca sea mayor que la cantidad disponible, éstas se adjudicarán de acuerdo con un orden de mérito elaborado por el Comité Académico que considerará el rendimiento en los estudios de grado, la experiencia laboral en proyectos de ingeniería y el conocimiento de idiomas. La decisión del Comité Académico será comunicada a la unidad académica por la Dirección Académica de la Carrera.

Ing. Agr. JOSÉ RAÚL GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Ing. Agr. JOSÉ RAÚL GARCÍA
RECTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

