PROGRAMA MAESTRÍA EN INGENIERÍA[1]
CAMPO DE CONOCIMIENTO INGENIERÍA CIVIL
ORIENTACIÓN A TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

CALENDARIO ESCOLAR

Los cursos para el semestre lectivo 2014-1 iniciarán el 5 de agosto y terminarán el 22 de noviembre de 2013. El calendario se integra con 16 semanas de clase, no se laboran los días festivos 16 de septiembre, 1 de noviembre, 18 de noviembre. El periodo de exámenes es de dos semanas, del 25 de noviembre al 6 de diciembre.

Los cursos tienen una duración total de 48 horas de clase que se programan en sesiones regulares distribuidas a lo largo de las 16 semanas, lo que implica 3 horas por semana, que se ofrecen en horarios regulares.

Desglose de fechas antes del inicio de la maestría:

- Publicación de la convocatoria 28 de enero de 2013.
- 11 de marzo a fecha por definir entrega de documentos (copias).
- 29 de abril a fecha por definir, exámenes y entrevistas.
- 14 de junio publicación de resultados.
- 5 de agosto inicio de clases.

PROPEDÉUTICO
Obligatorio
Del 29 de julio al 02 de agosto de 2013. 2.5 horas diarias y con una visita de un día completo a una obra en ejecución.

Introducción al diseño, construcción, operación y mantenimiento de túneles y obras subterráneas

- Clasificación de obras las subterráneas.
- Sustentabilidad y medio ambiente
- Usos y ejemplos notables de túneles y obras subterráneas, locales y mundiales.
- Principales causas de falla en los túneles y en las obras subterráneas, casos históricos.
- Definiciones básicas y nomenclatura usual en México para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de túneles y obras subterráneas.
- Estudio de prefactibilidad y definición del trazo

[1] Sujeto a cambios de formato y estructura.

Geología y Mecánica de Rocas

- Investigación geológica regional.
- Reconocimiento geológico del sitio.
- Foto-interpretación, geológica.
- Geología estructural.
- Exploración indirecta, geofísica, georadar, entre otros.
- Exploración directa.
- Investigación geohidrológica.
- Ensayos *in situ.*
- Definición del modelo geológico.
- Propiedades físicas y mecánicas de las rocas.
- Ensayos de laboratorio.
- Caracterización de la roca matriz con base en su resistencia y deformabilidad.
- Esfuerzos *in situ*
- Leyes de resistencia de la roca matriz.
- Estudio de las discontinuidades.
- Flujo de agua en medios fracturados
- Caracterización de macizos rocosos (clasificaciones geomecánicas).
- Estimación de las propiedades mecánicas de los macizos rocosos.

Mecánica de Suelos

- Clasificación y propiedades mecánicas de los suelos.
- Flujo de agua en medios porosos y consolidación.
- Criterios de resistencia.
- Presión de tierras.
- Ensayos de laboratorio.
- Determinación de los parámetros de diseño.
- Deformabilidad de suelos y plasticidad.
- Suelos expansivos.
- Modelo geotécnico del sitio

Análisis de Excavaciones

- Introducción
- Consideraciones previas a los análisis
- Métodos analíticos
  - Determinación analítica de esfuerzos en torno a una cavidad

- Método de convergencia-confinamiento
  - Antecedentes
  - Determinación de la curva característica
  - Determinación de la curva de confinamiento
  - Determinación de la deformación previa a la instalación del sostenimiento; utilización del método de confinamiento-convergencia
- Cálculo analítico de cuñas y bloques
- Métodos clásicos de cálculo de la estabilidad

Métodos numéricos

- Introducción a los problemas no lineales
- Método de los elementos de contorno (MEC)
- Método de las diferencias finitas (MDF)
  - Definiciones
    - Relación de deformación y rotación
    - Ecuaciones de Movimiento y Equilibrio
    - Condiciones iniciales y de borde
    - Ecuaciones constitutivas
    - Ecuación de balance de la cantidad de movimiento
    - Ecuación de movimiento de Cauchy
  - Formulación numérica
  - Aplicaciones en ingeniería de túneles
- Método de los elementos finitos (MEF)
  - Definiciones
  - Planteamiento del problema
    - a) Modelación del problema
    - b) Hipótesis
    - c) Relación desplazamiento – deformación
    - d) Relación Esfuerzo – Deformación
    - e) Resultantes de esfuerzos
  - Problema a nivel local
  - Generalización para la totalidad del dominio
  - Aplicaciones en ingeniería de túneles
- Método de los elementos discretos
  - Definiciones
  - Planteamiento del problema
  - Esquema de solución del problema
  - Aplicaciones en ingeniería de túneles
- Casos particulares de cálculo
  - Túneles excavados en roca por métodos convencionales

- Túneles excavados en suelos por métodos convencionales
- Túneles excavados con máquina tuneladora
- Flujo de agua en túneles
- Cálculo de portales
- Cálculo de intersecciones de túneles
- Cálculo de cavernas
- Cálculo de lumbreras y pozos
- Obras subterráneas urbanas en interacción con edificaciones

Excavación

- Métodos de Excavación en Suelo y Roca.
  - Criterios de selección del método de excavación
  - Método Convencional de excavación en roca (perforación y voladura)
    - Fundamentos del método
    - Maquinaría de Perforación
    - Explosivos y detonadores
    - Control de vibraciones
  - Excavación mecánica
    - Martillo hidráulico
    - Rozadoras
    - Máquinas de precorte
  - Excavación con TBM.
    - TBM en esfuerzos altos y gran profundidad.
    - TBM en roca deformable plásticamente.
    - TBM en interfase suelo-roca y suelos mixtos.
    - TBM en roca fracturada.
    - TBM en zona de falla y roca alterada.
    - TBM bajo altas presiones de agua.
    - Manejo en tiempo real de los parámetros de operación de la TBM.
    - Sistema automatizado de guiado.
    - Intervenciones atmosféricas.
    - Intervenciones hiperbaricas.
  - Excavación de lumbreras y pozos.
- Manejo de Rezaga.
  - Bandas transportadoras.
  - Tuberías y bombas centrífugas o de pistón.
  - Camiones.
  - Vagonetas en rieles.
- Procesos Auxiliares.
  - Ventilación.

- Iluminación.
- Topografía.
- Sistemas de protección contra incendio
- Bunkers de emergencia

Sistemas de Sostenimiento

- Definición de los distintos tipos de sostenimiento y sus aplicaciones
- Diseño estructural de los sostenimientos
  - Concreto lanzado
    - Refuerzo con malla
    - Refuerzo con fibras
  - Anclas de fricción
  - Anclas de tensión
  - Marcos metálicos
  - Enfilaje frontal
  - Dovelas de concreto prefabricadas.
- Tratamientos especiales
  - Inyecciones
- Revestimiento Definitivo.
  - Elección del tipo de revestimiento
  - Diseño estructural del revestimiento
    - Concreto hidráulico
    - Concreto lanzado
    - Segmentos precolados
  - Otros tipos de acabado
- Túneles falsos

Verificación del Comportamiento

- Túnel
  - Medición de convergencias
  - Esfuerzos en los elementos de soporte (células de carga y de presión)
- Entorno
  - Medición de asentamientos superficiales.
  - Deslazamientos en construcciones vecinas.
  - Extensómetros.
  - Inclinómetros.
  - Piezometros.
- Sistemas de control de movimientos en entornos urbanos
- Integración y presentación de datos; reportes e interpretación de resultados

Seminario se Investigación 1.

Casos Reales de Túneles en el Mundo

- Gothard and Loetschberg Base Tunnels
- Gibraltar Strait Crossing Tunnels
- Lyon – Torino Tunnels
- Metro Tunnels
- Tunnels and Caverns of Hydropower Projects
- Large Span Rock Caverns
- Rock Caverns for Storage Facilities
- Túnel Emisor Oriente
- Túneles Autopista Nuevo Necaxa – Tihuatlan
- Túneles Autopista Durango – Mazatlan
- Túneles Metro Línea 12
- Metro de Barcelona
- Presa Hoover
- Ejemplos de explotación del espacio subterráneo

Gerencia de Obra

- Propuestas técnicas y económicas (tiempo y costo).
- Normatividad y manejo del contrato.
- Gerencia de construcción.
- Identificación y análisis de riesgos.
- Seguridad e higiene e impacto ambiental.
- Aseguramiento de la calidad.
- Control del proyecto.
- Geothecnical Baseline Reports for Underground Construction

Obras Especiales para Túneles

- Microtuneleo.
- Muros Milán.
- Tablaestacado metálico.
- Jet Grouting.
- Soil Mixing.
- Túneles Sumergidos.
- Pilas profundas

Seminario se Investigación 2.

Tópicos Especiales

- Tunnel Survey and Monitoring
- Ventilation and Fire Safety
- Pipejacking
- Fire Safety in Tunnels
- Plants for Production of Concrete Pre Cast Segments
- Microtunnelling and Trenchless Technology
- Tunnelling Monitoring for NATM and ADECO
- Surveying fon Conventional Tunnels: Use of Total Station, Laserscanner, Guidance Systems for Roadheaders, Excavators and Bolters
- Ataque de Gases en Revestimiento de Túnel
- Ataguías (Muros Colados In Situ, Jet Grouting, etc.)

PROYECTO-INVESTIGACIÓN

Este módulo cubre el proyecto que deben realizar los estudiantes.
Equivale a dos Proyectos de Investigación.