



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

I.- Datos de identificación de la unidad de aprendizaje

Unidad académica:	Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco									
Programa académico:	Maestría en Ingeniería Civil									
	Doctorado		X	Orientación profesional						
X	Maestría			Orientado a la investigación						
	Especialidad			Con la industria						
				Especialidad médica						
Sesión de colegio donde se propuso:	8va Junta ordinaria de Colegio 2022			Fecha de propuesta:	26 de agosto de 2022					
Nombre de unidad de aprendizaje:	MODELACIÓN NUMÉRICA AVANZADA EN GEOTECNIA									
Clave de la unidad de aprendizaje:				Créditos:	5		<i>REP 2017</i>			
Semanas del semestre	18		Horas a la semana:	4		Horas totales:	72			
Tipo de unidad de aprendizaje:	Obligatoria:		Optativa:	X		Observaciones:				
Semestre:	TERCERO									
Teórica (%):	100		Práctica (%):			Teórico-prácticas (%):				
Área del conocimiento:	Ingeniería y Ciencias Fisicomatemáticas	X	Ciencias Sociales y Administrativas		Ciencias Médico Biológicas		Interdisciplinario			
Modalidad no escolarizada:	No escolarizada		Nombre de la Plataforma:							
Horas establecidas en el programa de estudios:	Mixta		Presencial (%):			En plataforma (%):				
	Presenciales (si procede) (horas x semana)					En plataforma (horas x semana):				



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

I. Aprendizajes que el estudiante deberá demostrar al finalizar

Conocimientos	Habilidades y destrezas	Actitudes y valores
<ul style="list-style-type: none"> • De los requisitos y consideraciones de la modelación numérica para resolver problemas de la práctica de la ingeniería civil-geotécnica. • De las consideraciones en la aplicación de los métodos numéricos para sólidos con comportamiento elástico lineal, elástico no-lineal y elastoplástico para analizar problemas geotécnicos. • De las consideraciones en la aplicación de los métodos numéricos para los elementos estructurales y condiciones de frontera de análisis estático y dinámico. • Para planear y ejecutar la modelación numérica de problemas geotécnicos estáticos y dinámicos. • Para interpretar los resultados de la modelación numérica. 	<p>Al término del curso el alumno tendrá las habilidades y destrezas para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar modelos numéricos para resolver problemas mecánicos, de flujo de agua y de dinámica de la práctica de la ingeniería civil-geotécnica, así como interpretar los resultados de la modelación. • Proponer: 1) procesos constructivos de obras geotécnicas para optimizar recursos y minimizar el impacto ambiental, 2) dar soluciones para mejorar el comportamiento de estructuras térreas, cimentaciones, estructuras, estructuras hidráulicas, infraestructuras e instalaciones, y así reducir afectaciones obras adyacentes. • Aplicar criterios geotécnicos y de sostenibilidad en los proyectos de obras de la ingeniería civil-geotécnica para asegurar la pertinencia del desarrollo de la infraestructura en proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes: trabajo en equipo, honestidad, disciplina, emprendimiento, ética personal y profesional, crítica reflexiva y propositiva, formación autodidacta y actualización constante, de servicio a la sociedad. • Valores: responsabilidad social, humanismo, calidad, innovación, autonomía, pluralismo, equidad e Igualdad.

Resolución que aborda la propuesta con su enfoque disciplinar

En la unidad de aprendizaje se considera que la modelación numérica en geotecnia constituida por los métodos de elemento finito, de diferencias finitas y de elementos de frontera; es parte fundamental para conocer el comportamiento de obras geotécnicas y con ello, proponer procesos constructivos de obras geotécnicas que optimicen recursos y minimicen el impacto ambiental, así como para generar recomendaciones que mejoren el comportamiento de obras geotécnicas y así, reducir la afectación a terceros u obras adyacentes. Lo anterior coadyuva a que las obras geotécnicas sean económicas y seguras en beneficio de la sociedad. La modelación numérica se enfoca a problemas complejos planteados por la práctica de la ingeniería civil de temas de mecánica de suelos, mecánica de rocas, flujo de agua en medios continuos y discontinuos y dinámica de suelos, dinámica de macizos rocosos e interacción dinámica suelo-estructura.



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

Se recomienda que la evaluación de los conocimientos adquiridos por estudiantes sea mediante el desarrollo de temas de investigación (10%), proyectos de Investigación (60%) y un examen (30%).

II. Proximidad formativa

Áreas multi, inter y transdisciplinarias	Líneas de Generación y Aplicación de Conocimiento	Sector es sociales
<ul style="list-style-type: none"> • Geología estructural • Geohidrología • Laboratorio de geotecnia • Mecánica del medio continuo, Mecánica de suelos y Mecánica de rocas • Flujo de agua en medios continuos y discontinuos • Geotecnia y Geotecnia aplicada • Hidráulica • Ingeniería ambiental • Dinámica de suelos, dinámica de macizos rocosos e interacción suelo-estructura • Sismología • Estructuras (vivienda e infraestructura) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras térreas y cimentaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura • Instalaciones • Comunicaciones • Transportes • Energía • Edificaciones • Construcción • Vivienda • Edificaciones
<p>Estrategia de asociación: Realización de estancias e intercambios en universidades públicas y privadas y con institutos de investigación y, vinculación con entidades de los sectores público y privado, para el desarrollo de proyectos tecnológicos y de investigación.</p>		

III Metodología de enseñanza – aprendizaje

Descripción



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

Evidencias como proceso de aprendizaje

Evidencias integradoras (resultados que contribuyen al curriculum)	Ponderación

IV. Descripción de la participación esperada en el estudiante

Receptiva	Resolutiva	Autónoma	Estratégica

Contenido temático

<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Objetivos y alcances 1.2. Consideraciones teóricas 1.3. Idealización geométrica y requerimientos del análisis geotécnico 1.4. Métodos de análisis geotécnico 2. Teoría del elemento finito para materiales lineales <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Discretización de elementos y condiciones de frontera 2.2. Aproximación de desplazamientos y condiciones de compatibilidad de deformaciones 2.3. Formulación por elemento 2.4. Matriz global 2.5. Métodos de solución de sistemas de ecuaciones 2.6. Cálculo de esfuerzos y de deformaciones 2.7. Ejemplos de formulación 2.8. Formulación plástica de la matriz constitutiva 3. Bases del método de diferencias finitas <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Formulación del modelo de volumen finito explícito 3.2. Discretización 3.3. Implementación numérica 3.4. Diferencia entre los métodos de elemento finito y de diferencias finitas 3.5. Programas de cómputo de diferencias finitas



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

- 4. Bases del método de elementos distintos
 - 4.1. Aspectos de modelar sistemas discontinuos
 - 4.2. Programas de cómputo para modelar sistemas discontinuos
 - 4.3. Formulación numérica de elementos distintos
- 5. Consideraciones geotécnicas
 - 5.1. Influencia del procedimiento constructivo
 - 5.2. Elementos estructurales e interfaz
 - 5.3. Perfil piezométrico
- 6. Comportamiento del suelo
 - 6.1. Comportamiento de suelos arcillosos
 - 6.2. Comportamiento de suelos granulares
 - 6.3. Comportamiento de suelos arcillosos-granulares
- 7. Modelos constitutivos
 - 7.1. Elástico lineal y elástico no-lineal
 - 7.2. Elasto-plástico
 - 7.3. Modelos constitutivos avanzados para suelos y rocas
- 8. Aplicaciones
 - 8.1. Modelación con incrementos de carga
 - 8.2. Modelación con incrementos de desplazamiento
 - 8.3. Modelación con etapas de construcción
 - 8.4. Modelación con etapas de excavación
 - 8.5. Modelación de estabilidad
 - 8.6. Modelación de estabilidad con flujo de agua
 - 8.7. Modelación de la propagación de ondas de corte en el dominio del tiempo

V. Secuencia programática

No.	Te ma	Objetivo de aprendizaje / competencia específica	Tiempo/Horas/Semanas
Actividad(es):	No.		Tipo de interacción(es):



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

	Nombre de la actividad: Descripción de la actividad:	Referencias (s):	
Evidencia(s):			

Tipo de interacción: ID–Instrucción directa, TC–Trabajo colaborativo, AC–Análisis en campo, RP–Reflexión personal, PE–Presentación expositiva
Nota: Replique esta sección las veces que sea necesario para cubrir toda la secuencia programática

Indicar solo el número de las *Referencias* indizadas en la sección VII de este documento.

VI. Habilitadores tecnológicos

Disposiciones		Especificaciones / descripción de efectos
	Conectividad	
	Habilidades digitales	
	Interoperabilidad	
	Datos abiertos	
	<i>Big Data</i>	
	<i>Machine Learning</i>	
	Simulación	
	Realidad aumentada	
	Otro...	

VII. Referencias

Conferencias magistrales	Notas complementarias
1.	
2.	
3.	

Documentales / electrónicas

1. Bathe, K. J. y Wilson E. L., (1976), <i>Numerical Methods in Finite Element Analysis</i> , Prentice Hall.
2. Bathe, K. J., (1982), <i>Finite Element Procedure in Engineering Analysis</i> , Prentice-Hall.



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

3. Bonet, J., y Burton, A.J., (1998), <i>A Simple Averaged Nodal Pressure Tetrahedral Element for Nearly Incompressible Dynamic Explicit Applications</i> , Commun. Numer. Meth. Engng., 14, 437-449.
4. <i>Chapter 16 of Innovative Numerical Modelling in Geomechanics</i> (Eds. L. Ribeiro e Sousa, Euripedes Vargas Jr., M. Matos Fernandes, Roberto Azevedo), CRC Press, Taylor&Francis, London, 2012, pp. 299-315.
5. Chandrupatla, T. R. y Belegundu, A., (1999), <i>Introducción al Estudio del Elemento Finito en Ingeniería</i> , 2a Edición, Prentice Hall, México.
6. Cook, R. D., (1981), <i>Concepts and Applications of Finite Element Analysis</i> , Ed. Wiley.
7. Cundall, P.A., (1987), <i>Distinct Element Models of Rock and Soil Structure</i> , in Analytical and Computational Methods in Engineering Rock Mechanics, Ch. 4, pp. 129-163. E. T. Brown, ed. London: Allen & Unwin.
8. Cundall, P.A., (1971), <i>A Computer Model for Simulating Progressive Large-Scale Movements in Blocky Rock Systems</i> , in Proceedings of the Symposium of the International Society of Rock Mechanics (Nancy, France, 1971), Vol. 1, Paper No. II-8
9. Cundall, P.A., (1982), <i>Adaptive Density-Scaling for Time-Explicit Calculations</i> , in Proceedings of the 4th International Conference on Numerical Methods in Geomechanics (Edmonton, Canada, 1982), pp. 23-26.
10. Desai, C.S. y Abel, J.F., (1972), <i>Introduction to the Finite Element Method: A Numerical Method for Engineering Analysis</i> , Van Nostrand Reinhold.
11. Gallagher, R. H., (1975), <i>Finite Element Analysis: Fundamentals</i> , Pearson College.
12. Jing, L., y Stephansson, O., (2007), <i>Fundamentals of Discrete Element Methods for Rock Engineering, Theory and Applications</i> , Volume 85, Developments in Geotechnical Engineering, Elsevier, p-545.
13. Kolsky, H., (1963), <i>Stress Waves in Solids</i> . New York: Dover Publications.
14. Kramer, S.L., (1996), <i>Geotechnical Earthquake Engineering</i> , 1st Edición, Pearson, p- 653.
15. Marti, J., y Cundall, P., (1982), <i>Mixed Discretization Procedure for Accurate Modelling of Plastic Collapse</i> , Int. J. Num. & Analy. Methods in Geomech., 6, 129-139.
16. Nagtegaal, J.C., Parks, D.M., y Rice, D.J.R., (1974), <i>On Numerically Accurate Finite Element Solutions in the Fully Plastic Range</i> , Comp. Meth. Appl. Mech. & Eng., 4, 153-177.
17. Oñate, E., (1995), <i>Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos: análisis elástico lineal</i> , Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.
18. Potts, D.M., y Zdravkovic, L., (1999), <i>Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering: Theory</i> , Thomas Telford, London, UK.
19. Potts, D.M., y Zdravkovic, L., (1999), <i>Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering: Application</i> , Thomas Telford, London, UK.
20. Tong, P., y Rossettos, J., (1977), <i>Finite Element Method. Basic Technique and Implementation</i> , MIT Press.
21. Wolf, J.P., (1985), <i>Dynamic soil-structure interaction</i> , Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., p-466.
22. Zhang, C., y Wolf, J.P., (1998), <i>Dynamic soil-structure interaction</i> , Volume 83, Developments in Geotechnical Engineering, Elsevier, p-466.



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

23. Zienkiewicz, O.C., (1977), *The Finite Element Method in Engineerong Science*, Mcgraw-Hill.

VIII. Créditos y responsabilas

Responsabilidad	Nombre completo	Clave de nombramiento /No. de empleado
Coordinador (Autor)	Sergio Antonio Martínez Galván	16053-EG-22
Participante (Coautor)		
Asesor didáctico / Diseñador Instruccional		
Tecnólogo educativo / Comunicólogo		
Corrector de estilo		
Programador multimedia / Diseñador gráfico		
Otro...		

VERIFICACIÓN GENERAL DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Por la División de Operación y Promoción al Posgrado de la SIP

Nombre _____

FIRMA _____

REVISIÓN DE LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA (VIABILIDAD)

Por la Subdirección de Diseño y Desarrollo de la DEV

Nombre _____

FIRMA _____



Formato para registro de Unidades de aprendizaje 2021

VERIFICACIÓN PARA SU PUESTA EN OPERACIÓN	REVISIÓN TÉCNICO-PEDAGÓGICA PARA LA MODALIDAD
<p>Por la Dirección de Posgrado</p> <p>Nombre _____</p> <p>FIRMA _____</p> <p>SELLO DE VALIDACIÓN</p>	<p>Por la Dirección para la Educación Virtual</p> <p>Nombre _____</p> <p>FIRMA _____</p>