

**PROGRAMA DE ESTUDIO**

Nombre de la asignatura: INGENIERÍA GEOTÉRMICA						
Clave: ENG03		Ciclo Formativo: Básico () Profesional () Especializado (X)				
Fecha de elaboración: MARZO DE 2015						
Horas Semestre	Horas semana	Horas de Teoría	Horas de Práctica	Créditos	Tipo	Modalidad
64	4	4	0	8	Teórica (X) Teórica-práctica () Práctica ()	Presencial (X) Híbrida ()
Semestre recomendado: A PARTIR DE SÉPTIMO SEMESTRE					Requisitos curriculares: Ninguno	
Programas académicos en los que se imparte: I.Q.						
Conocimientos y habilidades previos: El alumno deberá tener los conocimientos fundamentales de Transferencia de calor, Termodinámica, Balance de masa y energía, Matemáticas, Química, Fenómenos de transporte, Flujo de fluidos y Métodos numéricos.						

1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACION DE LA ASIGNATURA:

La geotermia es una fuente renovable limpia que ha mostrado una mayor madurez tecnológica hoy en día, así como un bajo impacto al medio ambiente. Esta fuente renovable involucra conocimiento suficientemente dominados sobre transferencia de calor en medio poroso y fracturado, modelado matemático y numérico (simulación), balance de masa y energía, conceptos básicos de fenómenos de transporte y termodinámica de procesos.

2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO

La asignatura de INGENIERÍA GEOTÉRMICA, contribuye al logro del perfil del egresado de Ingeniería Química al propiciarle de manera específica el desarrollo de competencias genéricas y disciplinares, que le permitirán una formación profesional basado en el desarrollo de sus habilidades intelectuales y la evolución de sus formas de pensamiento, adquisición de conocimientos, valores y actitudes. Asimismo, le permitirán contar con una formación en la que se pueda integrar en el ámbito científico o tecnológico al desarrollar estudios de exploración, explotación y producción de zonas geotérmicas activas con el fin de incrementar el potencial energético en México.

3. CONTROL DE ACTUALIZACIONES

Fecha	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
MARZO 2015	Dr. Efraín Gómez Arias	Emisión del documento



4. OBJETIVO GENERAL

El estudiante tendrá los conocimientos básicos y habilidades para el desarrollo de las etapas de exploración, explotación y producción de energía eléctrica en yacimientos geotérmicos activos o en nuevas zonas con el potencial para la generación de energía eléctrica en México.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS y/o TRANSVERSALES AL MODELO UNIVERSITARIO

Generación y aplicación de conocimiento	Aplicables en contexto
Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma Capacidad de abstracción, análisis y síntesis Habilidades para buscar, procesar y analizar información Capacidad para la investigación	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas Capacidad de adquirir conocimientos sobre el área de estudio y la profesión Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
Sociales	Éticas
Capacidad de trabajo en equipo Capacidad para organizar y planificar el tiempo Habilidades interpersonales	Compromiso social con la calidad Compromiso ético Compromiso con la preservación del medio ambiente

6. CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD	TEMA	SUBTEMA
1	Introducción: Energía geotérmica	1.1 Introducción a la energía geotérmica 1.2 Fuentes potenciales en México 1.3 Escenario energético mundial 1.4 Formas de aprovechamiento de la geotermia 1.5 Tecnología energética sustentable
2	Exploración de la energía geotérmica	2.1 Geología 2.2 Composición y clasificación de rocas 2.3 Placas tectónicas 2.4. Vulcanología 2.5 Estudio de cámaras magmáticas y calderas 2.6 Modelado numérico
3	Explotación de la energía geotérmica	3.1 Ingeniería de yacimientos 3.1.1 Yacimientos de líquido dominante 3.1.2 Yacimientos de vapor dominante



		3.1.3 Yacimientos de roca seca caliente 3.2 Perforación de pozos (verticales e inclinados) 3.3 Reología de lodos de perforación 3.4 Temperaturas estabilizadas de formación 3.5 Temperaturas de fondo de pozos 3.6 Modelado numérico
4	Generación de la energía geotérmica	4.1 Geotermia de baja entalpía 4.2 Geotermia de mediana entalpía 4.3 Geotermia de alta entalpía 4.4 Centrales eléctricas 4.4.1 Binarias 4.4.2 Flash 4.4.3 Vapor seco 4.5 Generadores y turbinas 4.6 Usos directos de la energía geotérmica 4.7 Impacto ambiental

7. UNIDADES DE COMPETENCIAS DISCIPLINARES

Unidad 1: Introducción: Energía geotérmica		
Competencia de la unidad: Identifica, analiza y evalúa el potencial geotérmico como fuente renovable		
Objetivos de la unidad: Investiga y estudia la energía en el interior de la Tierra. Estudia las zonas geotérmicas en México, la formación y evolución térmica y química de fluidos geotérmicos. Clasifica los yacimientos, uso y generación de la energía geotérmica e impacto ambiental.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Conceptos de transferencia de calor y de termodinámica	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas• Pensamiento crítico• Capacidad para tomar decisiones	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Emprendedor• Atención al entorno• Interés• Visión de futuro
Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, comprensión y análisis de textos científicos y tecnológicos, análisis comparativo y lluvias de ideas		Recursos didácticos Proyector digital. artículos científicos y libros de texto

**Unidad 2: Exploración de la energía geotérmica**

Competencia de la unidad: Conoce, investiga y analiza los conceptos sobre geología y vulcanología de zonas geotérmicas.

Objetivos de la unidad: Estudiar la geología del subsuelo para conocer la composición de rocas, la vulcanología, calderas y cámaras magmáticas. Asimismo, desarrollar estudios de exploración de un campo geotérmico activo o en posibilidades de explotación utilizando herramientas de modelado numérico-matemáticos.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Conceptos de transferencia de calor, termodinámica, química, fenómenos de transporte, flujo de fluidos y métodos numéricos.	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas• Pensamiento crítico• Capacidad para tomar decisiones	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Emprendedor• Atención al entorno• Interés• Visión de futuro

Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, comprensión y análisis de textos científicos y tecnológicos, análisis comparativo y tablas comparativas. Aprendizaje basado en proyectos

Recursos didácticos: Proyector digital y Artículos científicos

Unidad 3: Explotación de la energía geotérmica

Competencia de la unidad: Identifica, analiza y estudia las técnicas de explotación de un campo geotérmico.

Objetivos de la unidad: Estudiar la ingeniería de yacimientos para clasificar y evaluar los yacimientos geotérmicos, asimismo estudiar la reología de lodos de perforación para desarrollar modelos numéricos.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Yacimientos, reología de lodos de perforación, temperaturas estabilizadas de formación y de fondo de pozos. Modelado numérico.	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas• Pensamiento crítico• Capacidad para tomar decisiones	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Emprendedor• Atención al entorno• Interés• Visión de futuro

Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, comprensión y análisis de textos científicos y tecnológicos, análisis comparativo y tablas comparativas. Aprendizaje basado en proyectos

Recursos didácticos: Proyector digital y Artículos científicos



Unidad 4: Generación de energía geotérmica		
Competencia de la unidad: Identifica, analiza y estudia el sistema termodinámico de un yacimiento geotérmico		
Objetivos de la unidad: Estudiar termodinámicamente los yacimientos geotérmicos para investigación y clasificar las centrales eléctricas, generadores y turbinas así como los usos directos de la energía geotérmica en los estudios de impacto ambiental.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Geotermia de baja, media y alta, centrales eléctricas, generadores y turbinas. Usos directos de la energía geotérmica en el impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas• Pensamiento crítico• Capacidad para tomar decisiones	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Emprendedor• Atención al entorno• Interés• Visión de futuro
Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, comprensión y análisis de textos científicos y tecnológicos, análisis comparativo, aprendizaje basado en proyectos. Desarrollo de códigos numéricos		Recursos didácticos: Proyector digital y Artículos científicos

8. EVALUACIÓN.

Documentos de referencia:

Reglamento General de Exámenes de la UAEM

Reglamento de la FCQel:

ARTÍCULO 80. -En las asignaturas teóricas y teórico-prácticas, la calificación que se asentará en el acta de examen ordinario será el promedio ponderado de mínimo 3 evaluaciones parciales y un examen de carácter departamental que incluya los contenidos temáticos de la asignatura.

Cada evaluación parcial estará integrada por un examen parcial y las actividades inherentes a cada asignatura.



9. FUENTES DE CONSULTA.

Bibliografía básica:

Godfrey, B. Renewable Energy, Power for a Sustainable Future. (2005). Ed. Oxford, 2da Edición.

González, V. J. Energías Renovables. (2009). Ed. Reverte.

Freris, L., Infield D. Renewable Energy in Power Systems. (2008). Ed. John Wiley.

Iluis J.B., Jaume P. Energía Geotérmica. (2007). CEAC

Geotermia (2011). Centro de Investigación en Energía, UNAM.

Bibliografía complementaria:

Herbert, F.W., Mary, P.A. Introduction to groundwater modeling, finite difference and finite element methods. (1995). Academic Press, Inc.

Rushton, K.R. Groundwater hydrology: conceptual and computational models. (2003). John Wiley.

Kresic, N. Hydrogeology and groundwater modelling. (2007). Second Edition, Taylor and Francis Group.

Law, A.M., Kelton W.D. Simulation modeling & analysis. (1991). Second Edition, McGraw-Hill, New York.

Freddy, H.E. Fundamentos de ingeniería de yacimientos. (2000). Editorial Universidad Surcolombiana.