



# Fundamentos de Energía Geotérmica

**Horas: 34**

## Objetivo

Proporcionar a los participantes los conceptos y conocimientos básicos concernientes a la energía geotérmica como un recurso energético limpio, renovable, constante y flexible, incluyendo su exploración, explotación y otros temas relevantes relacionados con su aprovechamiento como son los aspectos social, ambiental y económico, para su potencial uso tanto en la generación eléctrica como en diversas aplicaciones directas del calor geotérmico.

## Dirigido

Personal de ingeniería, ciencias de la tierra, investigadores, desarrolladores y otros profesionales relacionados con temas de la energía, interesados en tener una visión general de esta alternativa energética madura que, como fuente renovable, permite abordar algunos de los retos del sector energía como son, mejorar la seguridad energética mediante la diversificación del mix de tecnologías de generación, la reducción del impacto ambiental y contribución a la

transición energética sustentable que busca la descarbonización del desarrollo.

## Temario

### 1 Introducción a la Geotermia

- 1.1 Conceptos básicos
- 1.2 Clasificación de recursos geotérmicos
- 1.3 Tipos de sistemas
- 1.4 Usos de la energía geotérmica
- 1.5 Geotermia en México y el mundo
- 1.6 Etapas de un proyecto geotérmico

### 2 Exploración Geotérmica

- 2.1 Geología
- 2.2 Geoquímica
- 2.3 Geofísica
- 2.3 Geohidrología
- 2.4 Integración de modelo conceptual
- 2.5 Perforación exploratoria

### 3 Explotación Geotérmica

- 3.1 Desarrollo del campo
- 3.2 Caracterización del yacimiento
- 3.3 Monitoreo del yacimiento
- 3.4 Reinyección

### 4 Generación con Energía Geotérmica

- 4.1 Instalaciones superficiales
- 4.2 Tecnologías de generación (plantas geotérmicas)

### 5 Usos Directos

- 5.1 Aplicaciones directas del calor geotérmico
- 5.2 Bombas de calor geotérmicas

### 6 Aspectos económicos, socio-ambientales y regulatorios

- 6.1 Aspectos económicos
- 6.2 Aspectos regulatorios
- 6.3 Aspectos ambientales
- 6.4 Aspectos sociales

### 7 Cierre del curso

- 7.1. Presente y futuro de la energía geotérmica. Oportunidades y desafíos.
- 7.2 Evaluación del personal participante



**Instructor(es)**



**Ing. Juan Ignacio  
Martínez Estrella**

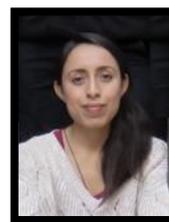
Ingeniero Geólogo por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1992. Tuvo entrenamiento en Ingeniería Geotérmica en Morioka, Japón, en marzo-noviembre de 2000. De 1994 a 2000 trabajó como geólogo en la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos de la CFE. En 2001 laboró en la IP en la prospección de yacimientos de minerales industriales. En 2002 ingresó a la Gerencia de Geotermia del INEEL y desde 2022 está adscrito como investigador a la Gerencia de Energías Renovables. Ha participado en 40 proyectos de I+DT y diversos servicios técnicos que incluyen, entre otros, integración de bases de datos georreferenciadas, mapeo SIG y estimación del potencial de recursos geotérmicos hidrotermales nacionales de alta y media-baja temperatura, así como recursos tipo EGS; estudios geocientíficos aplicados a la explotación, monitoreo y gestión de campos geotérmicos operados por la CFE. También ha colaborado en proyectos de las áreas de Ingeniería Civil y Gestión Integral de Procesos del INEEL. Autor/coautor de 50 publicaciones en revistas y memorias de congresos nacionales e internacionales. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores del estado de Morelos (2015 a 2018). Desde

2017 forma parte del Consejo Directivo de la Asociación Geotérmica Mexicana AC, donde es el actual Presidente (periodo 2024-2026).



**Ing. Siomara López  
Blanco**

Ingeniera Química Petrolera por la Universidad Politécnica de La Chontalpa (UPCh), Tabasco. Cuenta con 11 años de experiencia en ingeniería de yacimientos y geoquímica de fluidos geotérmicos. Ha participado en proyectos de investigación multidisciplinarios que incluyen: el análisis del comportamiento de la producción de los pozos de los campos geotérmicos, la evaluación del proceso de reinyección en yacimientos geotérmicos en producción, la estimación del potencial de generación de los sistemas geotérmicos mejorados (EGS) en México, la modelación numérica de yacimientos tipo EGS y sistemas geotérmicos súper calientes (SHGS), y el análisis de fluidos geotérmicos mediante las técnicas de cromatografía de gases y volumetría..



**Ing. Candy Cornejo  
Jiménez**

Ingeniera geóloga ambiental por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Cuenta con 11 años de



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**INEEL**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL  
CECSE**  
CENTRO ESPECIALIZADO  
DE CAPACITACIÓN PARA  
EL SECTOR ENERGÍA

experiencia profesional en geotermia, efectuando estudios de exploración y levantamientos geológicos de campo, control litológico durante la perforación de pozos exploratorios, así como la caracterización mineralógica y petrográfica de muestras de pozos geotérmicos. Ingresó como investigadora al INEEL en 2017, donde ha participado en proyectos de investigación multidisciplinarios en las áreas de Geotermia, Ing. Civil y Captura y Almacenamiento de CO<sub>2</sub> (CCUS).



**M.C. Aldo Azoños  
Figueroa**

Maestro en Hidrogeología y Geociencias, Georg-August Universität. Göttingen, Alemania, 2012-2014. Ingeniero en Geociencias, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, 2006-2010. Diplomado en Geotermia para América Latina en El Salvador, 2019. Investigador en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) desde septiembre de 2015. Ha colaborado en la simulación numérica de pozos geotérmicos y modelación conceptual de yacimientos geotérmicos; muestreos de fluidos geotérmicos (agua separada, vapor condensado y gases) y Apoyo en análisis cualitativos de fases mineralógicas presentes en muestras de roca por medio de difracción de rayos X y en análisis cuantitativos de cationes y elementos traza contenidos en salmuera geotérmica por medio de ICP-OES. También ha

apoyado el levantamiento geológico en presas de almacenamiento con riesgo de ruptura.



**M.C. Pablo García  
Manuel**

Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica con especialidad en Sistemas Térmicos, por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, en 1997. Ingresó al INEEL en 1999 en la Gerencia de Geotermia. Actualmente, es responsable del laboratorio de Petrofísica y Mecánica de rocas. Ha implementado diversas metodologías para la determinación de propiedades térmicas y petrofísicas de rocas con varias publicaciones sobre el tema a nivel nacional.

Recibió capacitación online de "Simulación Energética y Medioambiental mediante software TRNSYS" con enfoque al cálculo de cargas térmicas en edificios simples por la empresa Gestor Energético. (mayo - septiembre 2016).

Ha realizado estudios de prefactibilidad para la implementación de sistemas de Bombas de Calor Geotérmica en México y efectuado instalaciones de sistemas de Bombas de Calor Geotérmicas a escala residencial en el centro y noreste del país, en colaboración con personal técnico del INEEL. Ha efectuado ponencias en el área de propiedades termofísicas en trincheras para la instalación de intercambiadores de calor en el territorio nacional.



**M.C. Ángel Alberto  
Méndez Aranda**

Ingeniero mecánico y Maestro en ciencias por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Ingresó a la Gerencia de Procesos Térmicos del INEEL- en 2001 para colaborar, principalmente, en proyectos relacionados con la innovación tecnológica de quemadores de combustible y el mejoramiento integral de los sistemas de combustión de generadores de vapor. En el año 2012 ingresó a la Gerencia de Turbomaquinaria y desde entonces ha participado en proyectos de evaluación y diagnóstico energético de instalaciones industriales, de ingeniería de plantas de cogeneración evaluando parámetros de diseño y desarrollando ingeniería básica, y en el análisis de procesos de captura de CO2. Ha publicado más de 15 artículos técnicos de su especialidad en congresos nacionales e internacionales. Fue distinguido por la American Society of Mechanical Engineers en el año 2010 con el ASME Prime Movers Award 2010 por la coautoría del artículo titulado "Improvement of the Performance of a utility Oil Fired Boiler by Modifying the Design of Burners and Atomizers". Ha sido instructor en cursos de combustión, intercambiadores de calor, modelado de redes de vapor y cogeneración. Actualmente es el Responsable del grupo de certificación de plantas de cogeneración del INEEL, y trabaja en las áreas de evaluación de sistemas de

cogeneración e integración de tecnologías limpias en centrales eléctricas.



**M.C. Laura Elena  
Sánchez Hernández**

Maestra en Economía de la Energía y el Ambiente, Ingeniera en energía. Desde 1995 es Investigadora de la Gerencia de Procesos Térmicos del INEEL. Su área de especialidad son los estudios de factibilidad técnico económica de proyectos de infraestructura para generación y abasto de gas natural en el sector eléctrico así como estudios específicos para este sector en los temas de, seguridad energética, bases de licitación de proyectos de generación, mercado de balance de potencia, externalidades, nuevas tecnologías de generación eléctrica, análisis de riesgo por volatilidad del precio de los combustibles, normas de eficiencia energética de equipo para servicios, modelado de unidades generadoras para la evaluación y recuperación de decrementos de potencia eléctrica y determinación de costos de electricidad y vapor en la industria.