



Universidad Guadalajara

Programa de Estudio

1. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

División

Centro Universitario del Sur.

Departamento

Ciencias de la Naturaleza.

Academia

Ciencias de la Tierra.

Programa(s) educativo(s)

Ingeniería en Geofísica

Denominación de la unidad de aprendizaje:

Métodos de Prospección Sísmica

Clave de la materia:	Horas de teoría:	Horas de práctica:	Carga horaria global:	Valor en créditos:
IB738	48	32	80	8

Tipo de curso:		Nivel en que se ubica:	Prerrequisitos:
C = curso	X	Técnico Medio	Geología, física, programación. Física de ondas, sismología
CL = curso laboratorio		Técnico Superior	
L = laboratorio		Universitario	
P = práctica		Licenciatura	
T = taller		Especialidad	
CT = curso - taller		Maestría	
N = clínica		Doctorado	
M = módulo			
S = seminario			

Área de formación:

Eje Especializante

Perfil docente:

Ing. en Geofísica, Geotecnista o Sísmología o posgrados en áreas a fin. Experiencia docente y en trabajo de campo de 2 a 4 años, preferentemente manejo y programación instrumental para la adquisición de datos, así como manejo de software de procesamiento.

Elaborado por:

Mtro. Juan Manuel Sandoval Hernández

Actualizado por:

Dr. Luis Alberto Reyes Nava

Fecha de elaboración:

16/junio/2020

Fecha de última actualización:

16/junio/2022

Fecha de última evaluación:

16/junio/2022

Fecha de aprobación por Colegio Departamental:

1. PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La materia de Métodos de Prospección Sísmica pertenece al área de formación especializante de la Ingeniería en Geofísica, con cuatro horas a la semana, dos teóricas y dos prácticas. El programa de la asignatura de Ing. en Geofísica está diseñado para contribuir en el ejercicio profesional del estudiante en la aplicación de métodos sísmicos, basados en fenómenos físicos de propagación de diversos tipos de ondas elásticas generadas de manera activa en el suelo, soportados por la leyes y principios de la propagación de ondas, entre otros conceptos, aplicada a la investigación del subsuelo, la clasificación de tipos de suelo y caracterización geológica. Se interpreta las propiedades de las rocas asociado a capas de diferentes estratos geológicos, utilizando arreglos instrumentales en el suelo con geófonos sensibles a la perturbación del suelo por ondas elásticas.

Su importancia radica en proporcionar las bases teóricas para establecer la relación matemática del análisis de ondas elástica relacionadas con su velocidad, reflexión, refracción en el transcurso hacia la ubicación de los sensores asociando la velocidad con la densidad de rocas. Permite en términos prácticos analizar y clasificar las capas de la estratigrafía del suelo en estudio, modelando y caracterizando anomalías. Existen diferentes métodos y técnicas como: refracción, reflexión, MASW, Remi, SASW, tomografía sísmica, entre otras, aplicando los diversos arreglos instrumentales. La unidad académica es base para cuantificar parámetros necesarios para la construcción de obras civiles y mitigación de riesgos sísmicos.

Esta unidad de aprendizaje tiene como finalidad que el alumno sea capaz de interpretar y comprender cuándo aplicar métodos de prospección sísmica, además en la caracterización deberá interpretar en términos geológicos los parámetros de densidad de las rocas, profundidad de basamento, fallas, estratos inclinados en el subsuelo.

2. OBJETIVO GENERAL

Lograr que el alumno comprenda cuando aplicar métodos de prospección sísmicos, conozca el fundamento físico-teórico para realizar investigaciones en campo interpretando y asociando las anomalía en términos geológicos.

3. CAMPO DE APLICACIÓN PROFESIONAL DE LOS CONOCIMIENTOS

Aplica la prospección en estudios de, aprovechamiento de recursos minerales, análisis de riesgos geológicos, estudios geohidrológicos y estudios de obras civiles.

4. UNIDAD DE COMPETENCIA

Comprende el panorama de aplicación de la prospección sísmica, tipos de técnicas, aplicaciones, justifica los fundamentos teóricos, que le permitirán realizar la interpretación de datos, logrando cuantificar las propiedades, características del subsuelo, así como evaluar aprovechamientos, riesgos y monitoreo de daños, en base a las metodologías marcadas en el curso.

5. SABERES:

Prácticos	Las habilidades prácticas que debe saber el alumno es: desarrollar proyectos, selecciona método de acuerdo al fundamento físico sensible al problema. Tiene la capacidad de desarrollo de investigación, organiza, coordina y obtiene datos en campo. Es capaz de autoaprendizaje al comprender uso y operación eficiente de cualquier instrumento sísmico.
Teóricos	El alumno conoce los fundamentos teóricos de la física que soportan los métodos de prospección sísmica, diferencia capacidades de métodos y técnicas para abordar el tipo de anomalía, así como tienen la competencia de identificar metodologías complementarias para sustentar resultados.
Formativos	Se desarrolla en un ambiente de trabajo colaborativo, organiza equipo de trabajo con seguridad y responsabilidad, fundamenta adecuadamente proyectos consultando investigaciones científicas.

6. CONTENIDO TEMÁTICO (TEÓRICO-PRÁCTICO)

UNIDAD I: Introducción a la prospección sísmica.

1) Aplicación de la teoría sísmica a la prospección.

1.1. Definición y relevancia de la prospección sísmica.

- 1.2. Aspectos generales de física de ondas.
- 1.3. Ondas de cuerpo y superficiales.
 - 1.3.1. Parámetros para la descripción de ondas.
 - 1.3.2. Ondas elásticas.
 - 1.3.3. Fenómenos en la propagación.
 - 1.3.4. Ley de Snell.
 - 1.3.5. Principio de Huygens.
 - 1.3.6. Principio de Fermat.
- 1.4. Medios anisotrópicos.
- 1.5. Métodos sísmicos
 - 1.5.1. Método de refracción.
 - 1.5.2. Método de reflexión.
 - 1.5.3. Método de exploración en pozo.
 - 1.5.4. Método de ondas superficiales.
 - 1.5.5. Sismograma.

UNIDAD II: Método de refracción sísmica

- 2. Generalidades del método de refracción sísmica
 - 2.1. Determinar parámetros del subsuelo en estudio en estratos paralelos.
 - 2.1.1. Velocidades aparentes de onda P en el sismograma.
 - 2.1.2. Ángulo de incidencia y refracción crítica.
 - 2.1.3. Espesor de estratos.
 - 2.1.4. Geometría.
 - 2.2. Determinar parámetros de estratos inclinados
 - 2.2.1. Velocidades aparentes de onda P
 - 2.2.2. Ángulo de incidencia.
 - 2.2.3. Espesores.
 - 2.2.4. Geometría en estratos inclinados.
 - 2.3. Determinar parámetros escalón por falla.
 - 2.4. Determinación de los módulos de Poisson, Corte y Young.
 - 2.5. Equipo de medición en la refracción sísmica
 - 2.5.1. Instrumentos, accesorios y cables necesarios en método de refracción sísmica.
 - 2.5.1.1. Metodología según norma ASTM-D5777
 - 2.6. Interpretación de datos de refracción sísmica
 - 2.6.1. Método de interpretación.
 - 2.6.1.1. Interpretación preliminar.
 - 2.6.1.2. Representación de datos.
 - 2.6.1.3. Tomografía y reporte de la refracción sísmica.
 - 2.6.1.4. Trayectorias de las ondas
 - 2.6.1.5. Curvas tiempo distancia (curva T-X)
 - 2.6.1.6. Ley de velocidades aparentes.
 - 2.6.1.7. Principio de reciprocidad.
 - 2.6.1.8. Principio de intercepto en el origen.
 - 2.6.1.9. Principio de paralelismo.
 - 2.7. Procesamiento y resultados de metodología de refracción sísmica
 - 2.7.1. Método tiempo-intercepto.
 - 2.7.1.1. Limitaciones y posibles causas de error.
 - 2.7.1.2. Tendidos, traslapes y mediciones tiempos de arribo.
 - 2.7.1.3. Sitios de medición.
 - 2.7.1.4. Capacidad de la fuente.
 - 2.7.1.5. Velocidades de ondas P y S para algunos materiales.
 - 2.7.1.6. Relación entre parámetros dinámicos del suelo y la velocidad de ondas P y S.

UNIDAD III: Método de reflexión sísmica

- 3 Generalidades del método de reflexión sísmica.
 - 3.1 Repaso del fenómeno de reflexión de ondas.
 - 3.1.1 Ley de Reflexión
 - 3.1.2 Principio de reversibilidad temporal
 - 3.1.3 Principio de reciprocidad
 - 3.1.4 Secciones sísmicas de reflexión.
 - 3.1.5 Bondades y limitaciones del método.
 - 3.2 Aspectos generales en los métodos de prospección sísmica.
 - 3.2.1 Determinación de velocidades por el método de corrección estática y dinámica (NMO y DMO).
 - 3.2.2 Apilamiento de datos.
 - 3.2.3 Reflectores inclinados.
 - 3.2.4 Migración.
 - 3.3 Fenómenos adicionales por considerar.
 - 3.3.1 Difracción.
 - 3.3.2 Múltiples reflexiones.
 - 3.3.3 Interpretación de dromocronas para capas horizontales, inclinadas y fallas.
 - 3.4 Planeación de un método de reflexión.
 - 3.4.1 Fuente sísmica
 - 3.4.2 Adquisición de datos.
 - 3.4.3 Apilamiento common-depth-point (CDP).
 - 3.4.4 Visualización de datos.
 - 3.5 Procesamiento de datos
 - 3.5.1 Mezcla de trazas.
 - 3.5.2 Composición de trazas.
 - 3.5.3 Composición de registros.
 - 3.5.4 Filtrados: Muting, velocidad, deconvolución, frecuencia.
 - 3.5.5 Migración.
 - 3.5.6 Alineación de reflectores.
 - 3.5.7 Restitución de los registros
 - 3.6 Perfil sísmico.
 - 3.6.1 Hipérbola a pulso.
 - 3.6.2 Aplanado de señales (eliminar los sobre tiempos).
 - 3.6.3 Sumando los registros (Stacking).
 - 3.6.4 Pulso único de reflexión, área y densidad variable.
 - 3.6.5 Perfil sísmico: en tiempo distancia y profundidad distancia.
 - 3.6.6 Interpretación.
 - 3.6.7 Conocimiento geológico del entorno.

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Las actividades teóricas y formativas se realizarán en el aula de clase de manera presencial, en primera instancia el profesor expondrá el tema programado para que el alumno comprenda los fundamentos teóricos y matemáticos de la de la propagación de ondas en el subsuelo y el tiempo de ondas que el método en estudio aprovecha en su procesamiento. Por su parte, los alumnos en equipo y mediante investigación en fuentes científicas exponen y defienden casos de estudio (problemática, desarrollo de investigación, sustento teórico, instrumentación, procesamiento y discusión de resultados).

En lo práctico, el profesor capacitará en la operación de los instrumentos geofísicos y software de equipo de cómputo del Laboratorio de Geofísica, desarrollando prácticas de adquisición de datos, procesamiento, interpretación y discusión de análisis grupal de resultados por parte de los alumnos.

Se proyecta reporte final con el desarrollo de trabajo en equipo mediante la estrategia de **aprendizaje basado en problemas**, dicho reporte se construirá por secciones durante el curso. Primeramente con la elaboración de un protocolo de investigación (como enfrentar el problema), finalizando con reporte final de investigación.

- a) Analizar y entender el problema a investigar.
- b) Clarificar los conceptos.
- c) Antecedentes, investigar casos de estudios en: libros, revistas científicas, publicaciones, tesis.
- d) Usar conocimientos previos para generar ideas y explicar el fenómeno físico.
- e) Organización de las ideas, construir hipótesis.
- f) Objetivos de aprendizaje, definir qué es lo que se necesita investigar y entender.
- g) Estudio independiente, Cada estudiante trabaja con los objetivos de aprendizaje.
- h) Elección de técnica y tipo de arreglo, adecuado para la resolución del problema dado.
- i) Interpretación geofísica y geológica
- j) Evaluación (mediante exámenes y tareas).

Y el aprendizaje **basado en proyectos**

Informar sobre el proyecto: formar grupos, presentar y definir el proyecto y dar a los alumnos indicaciones básicas sobre el diseño, procedimiento y metodología.

- a) Planificar: los estudiantes hacen el plan de trabajo, eligen técnica y arreglo para su investigación.
- b) Realizar: Llevan a cabo la investigación del proyecto y cálculos necesarios para obtener datos con arreglo específico, procesar e interpretar datos del problema.
- c) Defender: Los estudiantes presentan y defienden el proyecto ante el grupo.

8. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

UNIDAD I. 8.1. Evidencias de aprendizaje	UNIDAD I. 8.2. Criterios de desempeño
Protocolo del Proyecto de investigación y Evaluación teórica, tareas.	El protocolo de investigación debe contener citas en estilo APA y bibliografía, para fundamentar antecedentes y metodología. Se evalúa defensa del protocolo, presentación, redacción y ortografía.
UNIDAD II. 8.3. Evidencias de aprendizaje	UNIDAD II. 8.4. Criterios de desempeño
Desarrollo de la investigación y procesamiento, tareas.	En los reportes de práctica se evalúa formato, desempeño de logística, resultados, presentación, participación, organización, cumplimiento de objetivos, reflexiones personales. Además de la actitud y responsabilidad en el desempeño del trabajo de campo.
UNIDAD III. 8.5. Evidencias de aprendizaje	UNIDAD III. 8.6. Criterios de desempeño
Entrega del proyecto final, examen teórico final.	Se evalúa presentación ante grupo y del reporte físico, ortografía, entrega en tiempo y forma, discusión y defensa de resultados.

9. CALIFICACIÓN

Todas las evidencias de aprendizaje son los elementos para otorgar la calificación; por lo tanto, el 95% de la valoración numérica, se reparte entre cada una de las evidencias. Se considera actividades extracurriculares la participación o apoyo en proyectos de investigación concernientes a la carrera de Ingeniería en Geofísica (deberá entregar un reporte del apoyo que brindó y el aprendizaje obtenido).

35% Examen.

30% Tareas y prácticas (ensayos y reportes)

30% Proyecto de investigación (proyecto final)

05% Actividades extracurriculares, solo con calificación aprobatoria (reportes)

10. ACREDITACIÓN

<p>Periodo ordinario. De conformidad con el artículo 20 del Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos de la Universidad de Guadalajara, para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario, establecido en el calendario escolar aprobado por el Consejo General Universitario, se requiere:</p> <ol style="list-style-type: none">I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente, yII. Tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso.	<p>Periodo extraordinario. De conformidad con el artículo 27 del Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos de la Universidad de Guadalajara, para que el alumno tenga derecho al registro de la calificación en el periodo extraordinario, se requiere:</p> <ol style="list-style-type: none">I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente.II. Haber pagado el arancel y presentar el comprobante correspondiente.III. Tener un mínimo de asistencia del 65% a clases y actividades registradas durante el curso. <p>Se exceptúan de este caso las materias de orden práctico que requerirán la repetición del curso (Art. 23 RGEYPA).</p>
---	---

11. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Stein, S., Wysession, M. An introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure. Wiley-Blackwell, 2002.
2. Musset, A.E., Aftab-Khan, M. Looking into the earth: An introduction to Geological Geophysics. Cambridge University Press, 2000.
3. Lay, T., Wallace, T., Modern global seismology, Academic Press, 1995

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1) Shearer, P.M., Introduction to Seismology. Cambridge University Press, 2009.

12. RECURSOS COMPLEMENTARIOS (páginas web, MOOCs, plataformas, objetos de aprendizaje, etc.)

<https://www.coursera.org>