

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Métodos Geoelectromagnéticos
Clave de la asignatura:	GOC-1022
SATCA¹:	2 – 2 – 4
Carrera:	Ingeniería en Geociencias

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Geociencias las capacidades de aplicar métodos de exploración para localizar y evaluar recursos naturales del subsuelo, aplicar los sistemas computacionales en la adquisición, procesamiento e interpretación de datos geológicos y geofísicos, realizar investigación científica, evaluar el impacto ambiental causado por la actividad humana, participar en la evaluación geotécnica, actualizar secciones geológicas y geofísicas, realizar trabajos interdisciplinarios con diferentes grupos académicos, utilizar adecuadamente las técnicas y procedimientos de campo con base en las leyes, reglamentos y códigos vigentes inherentes a su ejercicio profesional, practicar los valores humanos y éticos en el ejercicio de su profesión además de realizar estudios de posgrado.

Esta serie de aportaciones al perfil establece la importancia de esta materia debido a su versatilidad y a su diversidad de aplicaciones.

Los contenidos de la materia permiten continuar avanzando en el conocimiento de la física al ver los conceptos del electromagnetismo, o sea, parte del comportamiento electromagnético de la materia. Además las metodologías de aplicación en el tema siete, sencillas de realizar en campo, complementan a las ya vistas (Métodos Eléctricos I y II, Magnetometría).

El docente debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

Intención didáctica

De los siete temas de esta asignatura, la primera se dedica a construir los elementos físicos teóricos del fenómeno inductivo para desarrollar las metodologías que se verán en el curso. De la unidad dos a la seis se estudian los campos electromagnéticos y sus leyes dando al estudiante una sólida preparación electromagnética, para acceder en el tema siete a los métodos de prospección electromagnética y la interpretación de los datos de campo.

Las capacidades de análisis, aplicación de conceptos teóricos, trabajo en equipo, práctica de la ética, aplicación de software especializado seguirán desarrollándose en el transcurso del curso.

La aplicación de los conceptos teóricos aprendidos en esta asignatura implica un desarrollo en salón además de otro en el campo.

En clase y usando diferentes fuentes de información, los estudiantes, en grupo, expondrán los temas teóricos usando medios audiovisuales, también resolverán problemas relativos a las partes esenciales

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

del tema y de manera individual resolverá exámenes de sondeo y de evaluación de conocimientos. El enfoque sugerido para las actividades prácticas es el de promover el desarrollo de habilidades para la observación experimentación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, sobre todo de Campo, además del planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo y propiciar procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis.

Para los temas que requieran práctica de campo, los estudiantes, en grupo, aplicaran el manejo de cintas, equipo de medición electromagnética y electrónica, bobinas de exploración etc., con el fin de llevar a cabo cada metodología con sus particularidades, además será capaz de tomar los datos de campo, analizarlos, procesarlos, usando el adecuado software especializado, y al final, después de interpretarlos, culminaran con un modelo geológico.

Las prácticas deberán de desarrollarse desde un principio, a la par del tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. Esto lo facilita la sencillez del trabajo de campo

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Saltillo del 5 al 9 de octubre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Ciudad Madero, Tacámbaro y Venustiano Carranza.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Informática e Ingeniería en Geociencias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Ciudad Madero, Tacámbaro y Venustiano Carranza.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cajeme, Cd. Madero, Tacámbaro y Venustiano Carranza.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector

agosto de 2014.	Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	energético, con la participación de PEMEX.
-----------------	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Conocer las leyes del electromagnetismo y aplicar los métodos electromagnéticos para interpretar los cuerpos geológicos metalíferos, petroleros, hidrológicos y geotérmicos.

5. Competencias previas

<p>Aplica las técnicas de exploración Magnética y Gravimétrica para el análisis de anomalías y cálculos de profundidad.</p> <p>Emplea el método directo y la Ley de Gauss para Encontrar el campo eléctrico de las diferentes distribuciones de carga.</p> <p>Determina el campo potencial de las diferentes distribuciones de carga para encontrar el campo eléctrico.</p> <p>Aplica los conocimientos teóricos y prácticos para localizar cuerpos usando la metodología del Potencial Espontáneo.</p> <p>Conoce los conceptos físico-teóricos relativos a la electrodinámica para aplicar las siguientes metodologías de exploración geofísica: líneas equipotenciales, cuerpos cargados, sondeo eléctrico vertical y tomografía.</p> <p>Comprende y analiza las leyes y principios del magnetismo para la aplicación de la exploración magnetométrica.</p>

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fenómeno Inductivo	1.1 Generalidades del electromagnetismo 1.2 El fenómeno de la inductancia. 1.3 Calculo de la inductancia.

		1.4 Inductores con materiales magnéticos.
2	Corriente alterna y Campos Variables	2.1 Las corrientes alternas. 2.2 Circuito RLC de una sola malla 2.3 Impedancia. 2.4 La potencia en circuitos de C.A. 2.5 El Transformador.
3	Ondas Electromagnéticas	3.1 Espectro electromagnético. 3.2 Ecuaciones de Maxwell y ondas viajeras 3.3 Velocidad de las ondas E.M. 3.4 El papel de μ y ϵ . 3.5 La ecuación de onda para E y B. 3.6 Ecuaciones de una onda E.M. 3.7 Longitud de onda, frecuencia y número de onda.
4	Ondas planas	4.1 Campos normales y ondas planas 4.2 Velocidad de propagación de la onda y el efecto superficial o Skin.
5	Magnitudes electromagnéticas para métodos de campos variables.	5.1 Magnitudes electromagnéticas. 5.2 Resistividad, conductividad, constante dieléctrica y permeabilidad magnética. 5.3 Potenciales Electromagnéticos 5.4 Potencial Vector A. 5.5 Medios conductores y dieléctricos
6	Los campos variables para los métodos de prospección.	6.1 Campos sinusoidales. 6.2 Ecuaciones de los campos H, E y J. 6.3 El número ondulatorio o de onda. 6.4 La constante de propagación. 6.5 Aproximación casi estática. 6.6 Propagación de ondas en medios conductores.
7	Métodos diversos de prospección por campos variables	7.1 Método magnetoteléurico. 7.2 Sondeos por frecuencia variable. 7.3 Método de las corrientes telúricas. 7.4 Calicatas electromagnéticas. 7.5 El método de la polarización inducida. 7.6 Georadar.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Fenómeno inductivo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Comprender el fenómeno inductivo su cálculo y aplicaciones básicas.</p> <p>Genéricas: Relacionar los contenidos de esta asignatura</p>	<p>Deducir a partir de la información de los libros las leyes de Faraday y Lenz para discutirlos en clase. Realizar cálculos aplicando las leyes de Faraday y Lenz y presentar un reporte de resultados. Investigar el fenómeno de las corrientes de desplazamiento y discutirlo en clase.</p>

<p>con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.</p>	<p>Realizar cálculos de inductancia y reportar resultados por escrito. Construir una inductancia y calcula su valor Construir una inductancia con núcleo magnético para observar el resultado. Medir valores de voltaje en las terminales de una inductancia. Investigar el fenómeno de inductancia mutua y discutir en clase.</p>
<p>Corriente alterna y Campos Variables</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Comprender el comportamiento de las corrientes alternas y sus efectos en circuitos LR y RLC y cálculos asociados. Genéricas: Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.</p>	<p>Analizar un circuito LR y reportar las conclusiones. Construir gráficas de potenciales de corriente alterna, en forma manual y por computadora, generar un reporte. Analizar un circuito RLC y discutir los resultados en equipos. Investigar el fenómeno de la impedancia y presentar una síntesis. Realizar cálculos de impedancia y potencia y reportar resultados por escrito. Construye un transformador básico.</p>
<p>Ondas electromagnéticas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Comprender el fenómeno electromagnético y sus variables asociadas así como el cálculo de estas. Genéricas: Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.</p>	<p>Realizar investigación sobre las ecuaciones de Maxwell, para describirlas en su forma diferencial e integral y analizar las ecuaciones en el grupo. Realizar cálculos de velocidad, amplitud, longitud de onda y frecuencia y reportar resultados en un informe. Escribir las ecuaciones para E y B de diversas ondas electromagnéticas y mostrar resultados ante el grupo. Calcular la velocidad de las ondas electromagnéticas y establecer conclusiones en documento escrito. Calcular longitudes de onda y frecuencias para diversas ondas electromagnéticas y reportar resultados por escrito.</p>

Ondas planas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Comprender el concepto de onda plana y el poder de penetración de esta en diversos medios</p> <p>Genéricas: Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.</p>	<p>Analizar gráficamente cómo se comporta una onda esférica y una plana para su comparación.</p> <p>Investigar el concepto de onda plana y realizar una síntesis como reporte.</p>
Magnitudes electromagnéticas para métodos de campos variables.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conocer las magnitudes electromagnéticas principales empleadas en los métodos de exploración por campos variables y su aplicación.</p> <p>Genéricas: Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.</p>	<p>Investigar las definiciones de las magnitudes electromagnéticas y su empleo en los métodos de prospección y presentar conclusiones.</p> <p>Examinar las ecuaciones asociadas a las magnitudes electromagnéticas en equipos.</p>
Los campos variables para los métodos de prospección.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conocer los conceptos de campo electromagnético sinusoidal, número de onda y analizar la forma de propagarse de este campo en medios conductores.</p> <p>Genéricas: Solución de problemas. Toma de decisiones. Capacidad crítica y autocrítica.</p>	<p>Analizar en clase los campos eléctrico y magnético.</p> <p>Realizar cálculos empleando la constante de propagación y reportar resultados por escrito.</p> <p>Analizar ecuaciones asociadas a la penetración de las ondas planas para discutir las en clase.</p> <p>Realizar cálculos de penetración mostrando resultados en un reporte.</p>

Métodos diversos de prospección por campos variables	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conocer las diversas metodologías para explorar por métodos electromagnéticos y sus aplicaciones</p> <p>Genéricas: Habilidades básicas de manejo de la computadora. Habilidades de gestión de información provenientes de fuentes diversas.</p>	<p>Investigar los diferentes tipos de métodos de campo variable y presenta resultados en un reporte</p> <p>Examinar las diferentes aplicaciones de los métodos.</p> <p>Examinar mapas de casos históricos de exploración electromagnética y reportar resultados.</p>

8. Práctica(s)

<p>Aplicación de corrientes alternas a elementos resistivos, inductivos y capacitivos, medición de potenciales y corrientes en estos elementos</p> <p>Practica de Inducción empleando bobinas, medición de voltaje en una bobina secundaria.</p> <p>Practica de campo con bobina y voltímetro, para observar el cambio en las propiedades del suelo mientras se aplica un campo electromagnético.</p> <p>Practica de campo empleando equipo electromagnético, para determinar la conductividad del subsuelo.</p>
--

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. • Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo. • Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar. • Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.
--

10. Evaluación por competencias

Las herramientas para la evaluación por competencias sugeridas son exámenes, presentación de ensayos, resúmenes, cuadros sinópticos así como participación en clase.

Para sustentar la evaluación por competencias es recomendada la realización de una rúbrica, lista de cotejo, autoevaluación, coevaluación, etc...

11. Fuentes de información

1. Alonso Marcelo y Finn Edwards, Física, Tomo II. Ed. Fondo Educativo Interamericano, U.S.A.1985
 2. Sears- Zemansky- Young-Freddman, Física Universitaria, Vol.II. Pearson Educación, México 1999
 3. Halliday David – Resnick Robert, Física, Volumen II. Ed. Continental, México 2002
 4. G. Hewitt Paúl, Física Conceptual. Addison Wesley Longman, Buenos Aires:, 1998
 5. Cantos Figuerola José, Tratado de Geofísica Aplicada. Ed. Librería Ciencia Industrial. San Juan de la Cruz, Madrid, España 1978
 6. Grant and West, Interpretation Theory and Applied Geophysics. Mc. Graw Hill, USA 1965
 7. Astier J. L., Geofísica Aplicada a la Ge hidrología. Ed. Paraninfo, Madrid 1975
 8. Iakubovsky I.V., Liajov I. I., Exploración Eléctrica. Ed. Reverte, Madrid 1980
 9. Orellana Ernesto. Prospección Geoeléctrica en Campos Variables. Ed. Paraninfo, Madrid 1972
 10. ASTIER J.L. Geofísica aplicada a la hidrogeología. Segunda edición. Paraninfo. Madrid 1972
 11. Roberto S. Murphy Arteaga. Teoría Electromagnética. Ed. Trillas Primera Edición Mexico 2001.
 12. William H. Hayt, Jr. John A. Buck. Teoría Electromagnética. Séptima Edición México 2001.
 13. Philip Kearey, Michael Books, Ian Hill. An Introduction to Geophysical Exploration Blackwell Publishing. 3a Edicion . United Kingdom 2002
 14. Prem V. Sharma. Environmental and Engineering Geophysics. Cambridge University Press. United Kingdom 2002
 15. Telford, Sheriff. Applied Geophysics. Cambridge University Press United Kingdom 2002
- Textos electrónicos, bases de datos y programas informáticos
- <http://www.geofisica.cl/English/productos/GPractica/GPractica.htm>
- <http://www.geofisica.cl/index.htm>
- <http://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/>