



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA
Nombre del curso: GEOFÍSICA INTRODUCTIVA
Sigla: G-0024

Grupo: 01

Créditos: 03

Horas lectivas: 5

Horario del curso: Martes: 9:00-11:50 y Viernes: 9:00-10:50

Modalidad del curso: 100% virtual.

Requisito(s): G-4110, G-4113, G-5120

Correquisito(s): G-4118

Ciclo lectivo: II-2021

Tipo de curso: Teórico

Profesores: Mario Arias Salguero, Oscar Lucke Castro

Oficina: Centro de Investigaciones en Ciencias Geológicas y oficina 309, Escuela Centroamericana de Geología, respectivamente

Correo: mario.ariassalguero@ucr.ac.cr, tel: 2511-2818
oscar.luckecastro@ucr.ac.cr, tel: 2511-8136

Horario de atención a estudiantes (modalidad virtual):

Las lecciones se impartirán en el horario del curso, tanto en modalidad sincrónica como asincrónica. El horario de atención virtual a los estudiantes será el que se indica a continuación y se realizará tanto por medio de la plataforma Mediación Virtual y/o el correo electrónico institucional de los docentes.

Mario Arias: lunes de 13 a 16:50 (sincrónica)

Oscar Lucke: miércoles de 13 a 16:50 (sincrónica)

1. Descripción del curso

El curso de Geofísica Introductiva, durante el II ciclo lectivo del año 2021, se impartirá 100% en modalidad virtual, tanto por medio de clases sincrónicas y actividades asincrónicas que permitan al estudiante adquirir los conocimientos contemplados en el programa del curso. La atención de estudiantes será de igual manera de forma virtual por medio de la plataforma Mediación Virtual y/o el correo electrónico institucional de los docentes.



Es un curso ***introdutorio*** que trata temas geofísicos generales, los cuales han contribuido al desarrollo geológico, técnico y científico. En la mayoría de los temas del curso, se dará más énfasis teórico al fenómeno geológico, caracterizado por sus propiedades físicas. La filosofía del curso es introducir al estudiante de geología en una serie de metodologías indirectas para la búsqueda de objetivos geológicos.

En las clases sincrónicas, el docente impartirá los conceptos geofísicos que gobiernan a cada uno de los métodos tratados en el contenido del curso, así como su aplicación en los diversos ámbitos geológicos. Por su parte, con las actividades asincrónicas, se pretende reafirmar los conceptos, aplicaciones en casos concretos por medio de la realización de ejercicios dirigidos.

2. Objetivos

Objetivo general

Introducir al estudiante de geología en el estudio de los procesos geofísicos del interior de la tierra y en los elementos introductorios de varios métodos geofísicos de prospección empleados en las investigaciones geológicas del subsuelo.

Objetivos específicos

Dar una formación básica de la geofísica, con el fin de familiarizar al estudiante de geología con las propiedades y fenómenos físicos, que permiten inferir o discriminar condiciones y procesos del interior de la tierra.

Entrenar al estudiante en diversas técnicas de campo para la prospección geofísica, que permitan darle una visión más aplicada a la disciplina y su relación con diversas áreas de la geología.



3. Contenidos

INTRODUCCIÓN

Objetivos y alcances del curso
La Geofísica como método indirecto
Descripción de los métodos geofísicos del curso

PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA

Principios del método geoelectrico en corriente directa
Métodos de campo e instrumentación
Aplicaciones del sondeo eléctrico vertical, perfiles eléctricos, cartografía y tomografía geoelectrica

MÉTODO ELECTROMAGNÉTICO

Principios generales
Métodos en el dominio temporal
Métodos en el dominio frecuencia

EL MÉTODO MAGNÉTICO

Naturaleza del campo magnético de la tierra
El comportamiento magnético de la materia: (Susceptibilidad magnética, Diamagnetismo, Paramagnetismo, Ferromagnetismo, temperatura de Curie Permeabilidad magnética, Magnetismo remanente (ciclo de Histéresis).
Las diferentes formas de imantación (magnetización remanente):

MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Ley de gravitación universal
Isostasia y modelos de compensación
Instrumentación para medir la gravedad
Técnicas de campo en prospección gravimétrica
Cartas gravimétricas de Bouguer

SISMOLOGÍA Y FÍSICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA

La sismicidad de la tierra. Ondas elásticas y fronteras. Trayectorias camino tiempo. La estructura interna. Variación de las propiedades físicas dentro de la tierra. Tamaño y localización de un evento sísmico.



4. Metodología

La metodología del curso incluye, aunque no se limita a; exposiciones interactivas impartidas por el profesor de forma sincrónica y exposiciones por parte de los estudiantes de temas específicos ya sea se forma sincrónica o asincrónica, dependiendo de la actividad. La modalidad de las clases sincrónicas y asincrónicas pueden presentar cambios por eventualidades que ocurran en el desarrollo del semestre. Estos cambios de modalidad de informarán con antelación, a más tardar en la sesión anterior por medio del entorno de Mediación Virtual. Se podrán realizar trabajos de investigación de temas específicos tanto individuales como grupales y prácticas para resolver ejercicios incluyendo la utilización de programas de cómputo de uso libre.

Todas las actividades se realizarán por medio el Entorno Virtual del Curso disponible en la plataforma de Mediación Virtual de la Universidad de Costa Rica, de esta manera las clases sincrónicas y todas las actividades asincrónicas y evaluaciones se gestionaran por medio de la plataforma de Mediación Virtual.

Para la clase virtual sincrónica de libre asistencia, las personas estudiantes tendrán la libertad de ingresar o mantenerse en la sesión con su audio y video o sólo audio.

Todas de las clases sincrónicas se grabaran en audio y video y estarán disponibles en la plataforma de Mediación Virtual.

Previo a la grabación de las clases sincrónicas, tanto en audio como video, se indicará para que las personas estudiantes decida voluntariamente si desea o no ingresar a la sesión con audio y video, de modo que quien no esté de acuerdo, podrá deshabilitar su imagen y micrófono, lo cual se entenderá para todos los efectos como su no autorización.

En casos debidamente justificados, particularmente con estudiantes con necesidades educativas especiales, en los que no se cuente con las condiciones personales, sociales, familiares, tecnológicas o de otra índole debidamente informadas y comprobadas para participar de clases virtuales sincrónicas de asistencia obligatoria o no, los docentes valorarán otras estrategias didácticas sustitutivas igualmente idóneas y, de ser necesario, la respectiva adecuación, según lo dispuesto en el artículo 37 del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil.



5. Cronograma

N° de semana	Teoría			
	Fecha Día/Mes	Indicar si es sincrónica o asincrónica	Contenido/Evaluación (lo que corresponda)	Actividad Ej: Lecturas, foros. Videoconferencia, cuestionarios, videos
1	17/8	Sincrónico (inicia profesor: Mario Arias)	Introducción	Videoconferencia
2	24/8	Sincrónico	Introducción	Videoconferencia
3	31/8	Sincrónico	Prospección Geoeléctrica	Videoconferencia
4	7/9	Sincrónico	Prospección Geoeléctrica	Videoconferencia
5	14/9	Sincrónico	Prospección Geoeléctrica	Exposición de los estudiantes
6	21/9	Sincrónico	Métodos electromagnéticos	Videoconferencia
7	28/9	Sincrónico	Métodos electromagnéticos	Videoconferencia
8	5/10	Sincrónico	Métodos electromagnéticos	Videoconferencia
9	12/10	Semana de desconexión tecnológica		
10	19/10	Sincrónico (inicia profesor: Oscar Lucke)	Sismología e Interior de la Tierra	Videoconferencia
11	26/10	Sincrónico	Sismología e Interior de la Tierra	Videoconferencia
12	2/11	Sincrónico	Gravedad, geodesia y posicionamiento satelital	Videoconferencia



13	9/11	Sincrónico	Método Gravimétrico	Videoconferencia
14	16/11	Sincrónico	Método Magnético	Videoconferencia
15	23/11	Sincrónico	Charla	Videoconferencia
16	30/11	Asincrónico	II Examen Parcial	Evaluación en entorno virtual
Examen de ampliación	7/12	Asincrónico	Todos los contenidos del curso	Examen

N° de semana	Laboratorio/Práctica			
	Fecha Día/Mes	Indicar si es sincrónica o asincrónica	Contenido/Evaluación (lo que corresponda)	Actividad Ej: Lecturas, foros. Videoconferencia, cuestionarios, videos
1	20/8	Asincrónico (inicia profesor: Mario Arias)	Introducción	Lectura
2	27/8	Asincrónico	Introducción	Foro
3	3/9	Sincrónica	Prospección Geoeléctrica	Ejercicios, uso de programa de interpretación
4	10/9	Sincrónica	Prospección Geoeléctrica	Ejercicios
5	17/9	Sincrónica	Prospección Geoeléctrica	Exposición de los estudiantes



6	24/9	Asincrónico	Métodos electromagnéticos	Ejercicios
7	1/10	Sincrónica	Métodos electromagnéticos	Exposición de los estudiantes
8	8/10	Asincrónico	I Examen Parcial	
9	15/10	Semana de desconexión tecnológica		
10	22/10	Sincrónica (inicia profesor: Oscar Lucke)	Localización de sismos	Videoconferencia
11	29/10	Sincrónica	Modelos de velocidad de onda compresional	Videoconferencia
12	5/11	Sincrónica	Metodologías de posicionamiento satelital	Videoconferencia
13	12/11	Sincrónica	Cálculo de anomalías de gravedad	Videoconferencia
14	19/11	Sincrónica	Práctica, datos de acceso abierto	Videoconferencia
15	26/11	Asincrónica	Práctica, manejo de datos	Ejercicios
16	3/12	Sincrónica	Modelos de densidad / susceptibilidad	Videoconferencia

5.a Recursos

Para el buen desempeño de las actividades de cada contenido, se contará con los siguientes recursos: lecturas técnicas en revistas científicas, enlaces a vídeos, presentaciones didácticas, libros de referencia, artículos científicos de los docentes, programa de cómputo de uso libre y acceso a sitios web.



6. Evaluación

Profesor	Actividad	Tipo de evaluación	Porcentaje
Mario Arias	Trabajo en clase	Asincrónico	20%
	Exámenes cortos	Sincrónico	10%
	Exposición	Sincrónico	10%
	Primer Parcial	Asincrónico	10%
Oscar Lucke	Trabajo en clase	Asincrónica	20%
	Trabajo de investigación	Sincrónico y/o Asincrónico	20%
	Segundo Parcial	Asincrónico	20%
Total			100%

7. Bibliografía recomendada

- Arias, M.E. 2000: "Los Métodos Geofísicos".- en Denyer, P. & Kussmaul, S. (compiladores) Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Arias, M. E. 2002: "Aplicación de métodos geofísicos en Hidrogeología."- en Reynolds, J. (edit.) Manejo Integrado de Aguas Subterráneas. EUNED.
- Arias, M. E. 2002: "La prospección eléctrica y electromagnética en dos dimensiones y su aplicación en la hidrogeología". Revista Geológica de América Central. N.27. 21-26.
- Arias, M. E. 2002: "Aplicaciones Geofísicas a la Hidrogeología de Costa Rica". Revista Geológica de América Central. N: 27. 11-20.
- Arias, M. E., Vargas, A. & Guerin, R. 2003: Geofísica aplicada al problema de la intrusión salina en los acuíferos costeros de Costa Rica.-en López – Geta, et al. (editores). Tecnología de la intrusión de agua de mar en los acuíferos costeros: países Mediterráneos. Instituto Geológico y Minero de España, Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas N° 8. Madrid.
- Arias, M.E; Mojica A. 2004: Prospección arqueológica en América Central mediante el uso de métodos geofísicos. Revista Geológica de América Central. N: 29-30.
- Arias, M. E. 2007: Comparación de los principales dispositivos utilizados en los sondeos eléctricos verticales. Revista de Ciencia y Tecnología, Universidad de Costa Rica, 25 (1-2): 7-23.
- Arias, M. E. 2007: La geofísica de exploración como herramienta de las ciencias forenses: Primer caso de aplicación en Costa Rica. Revista de Ciencias Forenses. 2, 11-20.



- Arias, M. E., 2007: La primer experiencia de aplicación de los Métodos Electromagnéticos en Costa Rica: El caso del acuífero de Tamarindo, Guanacaste. *Boletín Geológico Minero de España*. 118 (1), 51-62.
- Arias, M.E. 2008: Influencia del tectonismo en el modelo hidrogeológico conceptual y aplicación de la geofísica en la determinación de la intrusión salina en Sámara, Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Hidrogeología*. 6, 15-23.
- Barthelmes, F. 2009: Definition of functionals of the geopotential and their calculation from spherical harmonic models. *Scientific Technical Reports*, 09,02, 1-36.
- Barckhausen, U., C. R. Ranero, R. von Huene, S. C. Cande, and H. A. Roeser 2001: Revised tectonic boundaries in the Cocos Plate off Costa Rica: Implications for the segmentation of the convergent margin and for plate tectonic models, *Journal of Geophysical Research*, 106(B9), 19207-19229.
- Cosenza, B., Arias, M. E. 2006: Los principios de equivalencia y supresión en la resolución del problema inverso en los sondeos eléctricos verticales: ejemplo de aplicación en Santa Lucía Cotzumalguapa, Guatemala. *Rev. Geól. América Central* 34-35: 99-108.
- Garbanzo, J., Vega, A., Varela, M., Picado, J., Kingdon, R. W., & Lücke, O. H. (2020). A Regional Stokes-Helmert geoid determination for Costa Rica (GCR-RSH-2020): computation and evaluation. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, 50 (In press).
- Gil, L., & Arias M.E., 2006: Hidrogeofísica de la cuenca del río San Antonio, El Salvador, *Rev. Geól. América Central* 34-35: 121-129.
- Götze, H. J., and B. Lahmeyer 1988: Application of three-dimensional interactive modeling in gravity and magnetics, *Geophysics*, 53(8), 1096-1108.
- Götze, Hans-Jürgen; Lahmeyer, B; Schmidt, S; Strunk, S. 1988: Aplicaciones de gravimetría en geología, Universidad Nacional de Salta, Argentina, 68 p.
- Jacoby, W., and P. L. Smilde 2009: *Gravity Interpretation*, 395 pp., Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.
- Kearey, P., Brooks, M., Hills, J. 2002: An Introduction to Geophysical Exploration, 3 Edition. Blackwell Science, 262 p.**
- Köther, N., H.-J. Götze, B. D. Gutknecht, T. Jahr, G. Jentzsch, O. H. Lücke, R. Mahatsente, R. Sharma, and S. Zeumann 2012: The seismically active Andean and Central American margins: Can satellite gravity map lithospheric structures?, *Journal of Geodynamics*, 59-60, 207-218.



- Krakauer, J. 1987: A Mountain Higher than Everest?, Smithsonian – En: Krakauer, 1990: Eiger Dreams, Ventures Among Men and Mountains, 116-129.
- Li, X., and H.-J. Götze 2001: Ellipsoid, geoid, gravity, geodesy, and geophysics, Geophysics, 66, 1660-1668.
- Lücke, O. H. 2012: Moho structure of Central America based on three-dimensional lithospheric density modelling of satellite-derived gravity data Int J Earth Sci (Geol Rundsch), 1-13.
- Reynolds, J. 1997: An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. Wiley, 796 p.**
- Telford, et al. 1976: Applied Geophysics. Editorial Mc Graw Hill, 628 p.
- Udias, A. & Mézcua, J. 1986: Fundamentos de Geofísica, Editorial Alhambra, Madrid. 419 p.
- Walther, C. H. E. 2003: The crustal structure of the Cocos Ridge off Costa Rica, J. Geophys. Res., 108(B3), 2136.
- Worzewski, T., M. Jegen, H. Kopp, H. Brasse, and W. Taylor 2011: Magnetotelluric image of the fluid cycle in the Costa Rican subduction zone, Nature Geoscience, 4.