

Nombre: **MÉTODOS DE EXPLORACION GEOFISICA (10 U.D.)**

Código: **GF42A**

Unidades Docentes: 10 (cat.:3 / labs.:2 / trab. Pers.:5)

Requisitos: FI33A, Electromagnetismo

Presentación y Objetivos

Curso orientado a entregar los conocimientos básicos de los métodos geofísicos actualmente empleados en la exploración del subsuelo. Se tratan principalmente los métodos gravimétrico, magnético, sísmico y eléctrico comúnmente usados en temas tales como prospección minera o petrolera, estudio de suelos, prospección de aguas y estudio de estructuras geológicas a escala regional. Dentro de cada método se hace una revisión básica de la física necesaria para su entendimiento cabal, una descripción del instrumental usado y de sus principios de funcionamiento, un detallado procedimiento para la reducción y procesamiento de los datos obtenidos, y una exposición de elementos básicos para la modelación e interpretación de los resultados coherente con la geología del área en estudio.

EL curso está orientado a entregar los conocimientos básicos de los métodos geofísicos actualmente empleados en la exploración del subsuelo. Se tratan principalmente los métodos gravimétrico, magnético, sísmico y eléctrico comúnmente usados en temas tales como prospección minera o petrolera, estudio de suelos, prospección de aguas y estudio de estructuras geológicas a escala regional. Sin descuidar una base teórica adecuada, la orientación del curso es eminentemente práctica con una importante componente de salidas a terreno donde el alumno tiene la oportunidad de familiarizarse con el instrumental geofísico y aplicar cada uno de los métodos tratados en clase. Este curso puede ser de particular interés para estudiantes de Geofísica, Geología, Ingeniería de Minas, Civil e Industrial.

Programa (Horas de clase)

1- Método Gravimétrico (11 horas*)

- **Revisión de teoría básica:** Ley de gravitación universal, potencial gravitacional, ecuaciones de Poisson y Laplace, ley de Gauss para caso gravitacional. Forma de la Tierra y Fórmula Internacional de Gravedad.
- **Instrumentación:** principio de funcionamiento de gravímetros, medidas relativas y absolutas de gravedad, deriva instrumental.
- **Reducción de datos:** Correcciones de aire libre, Bouguer, topográfica, por latitud, mareas terrestres, corrección de Eötvös en gravimetría aérea y marina, estimación y eliminación de tendencia regional.
- **Interpretación y modelación:** Cálculo analítico del efecto gravitatorio de cuerpos simples (esfera, cilindro, dique, falla, etc.), algoritmos numéricos para el cálculo de efecto gravitatorio de cuerpos de forma arbitraria en 2 y 3 dimensiones, modelaje interactivo de datos reducidos para determinación de formas y contrastes de densidad de las fuentes de la anomalía gravitatoria. Densidades de diferentes tipos de rocas,

variaciones por cambios de presión y temperatura, efecto de la porosidad, correlación de resultados con geología.

2- Método Magnético (11 horas)

- **Revisión de teoría básica:** Ley de Coulomb, potencial magnético, relación de Poisson, campo magnético terrestre, propiedades magnéticas de las rocas y tipos de magnetización
- **Instrumentación:** Principios y unidades de medición, diferentes tipos de magnetómetros, magnetómetros de campo total, principios de operación, procedimiento de trabajo en terreno.
- **Reducción de datos:** obtención de anomalía residual, descuento de campo magnético de referencia.
- **Interpretación y modelación:** cálculo analítico de efectos magnéticos de cuerpos geométricos simples (dique, falla, etc.), modelaje numérico de cuerpos de forma arbitraria en 2 y 3 dimensiones, modelaje interactivo de datos reducidos para determinación de formas y susceptibilidades magnéticas de las fuentes de la anomalía. Susceptibilidad magnética de diferentes tipos de rocas, correlación de resultados con geología.

3- Método Sísmico (11 horas)

- **Revisión de teoría básica:** parámetros elásticos de las rocas, ecuación de ondas, ondas P y S. Propagación de ondas: teoría de rayos, frentes de onda, reflexión y refracción, ley de Snell, curvas camino-tiempo.
- **Propiedades elásticas de las rocas:** valores de módulos de Young, Poisson y velocidades de propagación de ondas P y S para diferentes tipos de rocas, variaciones de velocidades de propagación con presión, temperatura y porosidad, relaciones entre densidad y velocidad de ondas P, coeficientes de atenuación.
- **Instrumentación:** tipos de fuente sísmica y geófonos comúnmente usados en sísmica terrestre y marina, adquisición de datos digitales, aliasing.
- **Refracción:** cálculo de curvas camino tiempo para modelos de capas homogéneas planas e inclinadas, inversión de datos camino-tiempo para la obtención de estructura de velocidades en profundidad por el método de pendientes-tiempos de intercepción.
- **Reflexión:** aproximación hiperbólica a curvas camino-tiempo usada en sísmica de reflexión. Adquisición de datos de reflexión terrestres y marinos, reagrupamiento de datos en Punto Medio Común (CMP), corrección normal, "stacking" y producción de perfil de reflexión, elementos de migración sísmica, interpretación básica.

4- Método Eléctrico (11 horas)

- **Revisión de teoría básica:** Ecuaciones de Maxwell, ley de Ohm, ley de Biot-Savart, efectos de polarización, caracterización de metodologías en corriente continua y alterna, profundidades de penetración, sondajes eléctricos verticales.
- **Propiedades eléctricas de las rocas:** resistividad, polarización, constantes dieléctricas, dependencia de las propiedades eléctricas con la litología y las variables de estado.
- **Instrumentación:** descripción de los distintos sistemas de medición, tipos de arreglos de electrodos, fuentes de poder, preparación de los puntos de medición (resistencias de contacto, inyección de corriente).

- **Reducción e Interpretación de datos:** representación de la información, factores geométricos, modelación directa e inversa mediante modelos de 1 y 2-D para geometrías simples, sistema de capas planas.

Actividades

Tres horas de clases de cátedra (2 bloques) y 1.5 horas de auxiliares (1 bloque) semanales. La orientación del curso es eminentemente práctica con una importante componente de trabajo en terreno donde el alumno tiene la oportunidad de familiarizarse con el instrumental geofísico y aplicar cada uno de los métodos tratados en clase. Este curso contempla entonces una o varias salidas obligatorias a terreno por un total de 4-6 días. El trabajo en terreno se concentrará en una localidad que será estudiada utilizando los diferentes métodos.

El procesamiento e interpretación conjunta de los diferentes tipos de datos obtenidos en una misma zona permitirá apreciar en la práctica las virtudes y defectos de cada método como así también su aplicabilidad en la determinación de la estructura y las diversas propiedades físicas del subsuelo.

La adquisición de datos geofísicos exige una referencia geográfica del punto de medición y su entorno con precisiones del orden de metros a centímetros. Esto se realiza en la actualidad mediante técnicas satelitales que permiten una rápida y precisa determinación de las coordenadas del punto de observación. Dentro del trabajo en terreno y clases auxiliares, el alumno deberá familiarizarse con las técnicas de posicionamiento satelital y temas tales como geodesia, determinación de la órbita satelital, posicionamiento GPS mediante una constelación de satélites, determinación de errores de medición. Técnicas de posicionamiento diferencial. Uso de equipos GPS, asignación de constantes geodésicas (efemérides, datum), tiempos de medición en posicionamiento satelital.

Evaluación

La nota final dependerá en un 60% de la cátedra, y en un 40% del trabajo en terreno. La evaluación de cátedra se efectuará en base a 3 controles y un examen final, y la del trabajo en terreno en base a uno o más informes de terreno donde se expongan las mediciones llevadas a cabo y las conclusiones a que estas llevan sobre el área estudiada.

Bibliografía referencial

- DOBRIN, M., Introduction to Geophysical Prospecting, McGraw Hill, 1976
GRANT, F.S., F.G. West, Interpretation Theory In Applied Geophysics, McGraw-Hill, 1965.
TELFORD, W.M., L.P. Geldart, R.E. Sheriff, Applied Geophysics, 2nd Edition, Cambridge University Press, 1990.
BLAKELY, R. J., Potential Theory In Gravity and Magnetic Applications, Cambridge University Press, 1995.

- ORELLANA, E., Prospección Geoeléctrica en Corriente continua, Paraninfo, Madrid, 1972.
- ASTIER, J.L., Geofísica aplicada a la Hidrogeología, Paraninfo, Madrid, 1974.
- PARASNIS, D. S., Geofísica Minera, Paraninfo, Madrid, 1971.
- MERRIL, R.T., M.W. McElhinny, The Earth's Magnetic Field, International Geophysics Series 32, 1983.
- VANISEK P., E. Krakiwski, Geodesy Concepts, Elsevier 2d Ed., 1992.
- SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS, Mining Geophysics Vol 1-2, 1966.
- CARMICHAEL, R. S., Practical Handbook of Physical Properties of Rocks and Minerals, CRC Press, 1989.
- MAGELLAN GPS NAV 1000 Pro, User Guide, 1990.