

¿Qué es la Geofísica?

La *geofísica* es una ciencia derivada de la geología que trata del estudio de las propiedades físicas de la Tierra. Comprende aspectos como la investigación de la composición interna del planeta, el flujo de calor proveniente del interior de la Tierra, la fuerza de la gravedad que forma el campo gravitacional, la fuerza magnética de atracción, ejercida por un magneto ideal en el interior de la Tierra que crea el campo geomagnético, y la propagación de las ondas sísmicas a través de las rocas de la corteza terrestre.

La *geofísica* contribuye a una ubicación adecuada de obras civiles y en la prevención de desastres naturales, asimismo permite optimizar procesos de exploración y extracción de minerales, agua y energía.

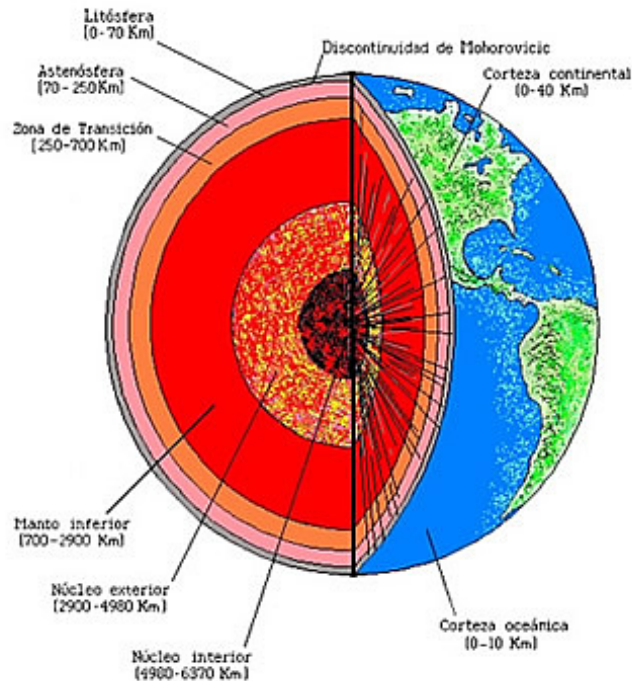
Por medio del registro de los diferentes tipos de ondas sísmicas (método indirecto de la *geofísica*), se ha logrado definir la composición interna de la Tierra, dividiéndolo en capas con especificaciones de su espesor y contenido, sin que necesariamente estén a la vista del ser humano.

La teoría actual más aceptada, explica que cuando la Tierra empezó su evolución -hace 4,700 millones de años aproximadamente-, su temperatura inicial era de 1,000° C; dicha temperatura empezó a incrementar hacia el interior debido a la energía derivada de minerales radiactivos, que por peso se hundían hacia el centro del planeta. La superficie entonces, comenzó a enfriarse con ayuda de los agentes meteóricos externos.

Al aumentar la temperatura interna y alcanzar el punto de fusión del fierro y de otros minerales empieza la diferenciación del planeta, en capas con distinta densidad y por lo mismo otro contenido de minerales, quedando en el centro del planeta la mayor parte de los minerales pesados y hacia la parte externa, la mayor parte de los minerales más ligeros; con ello se logra diferenciar las capas del planeta en núcleo interior, núcleo exterior, manto inferior, astenósfera o manto superior, litósfera y, dentro de ésta, una delgada cáscara exterior denominada corteza terrestre habitada por los seres vivos que constituyen la biósfera. Existe además, una última capa en la parte externa de la Tierra compuesta por gases denominada atmósfera.

Contacto:

Blvd. Felipe Angeles Km. 93.50-4, Col. Venta Prieta
Pachuca, Hgo., C.P. 42083
Teléfono: (771) 71 13583
Correo Electrónico: webmaster@sgm.gob.mx



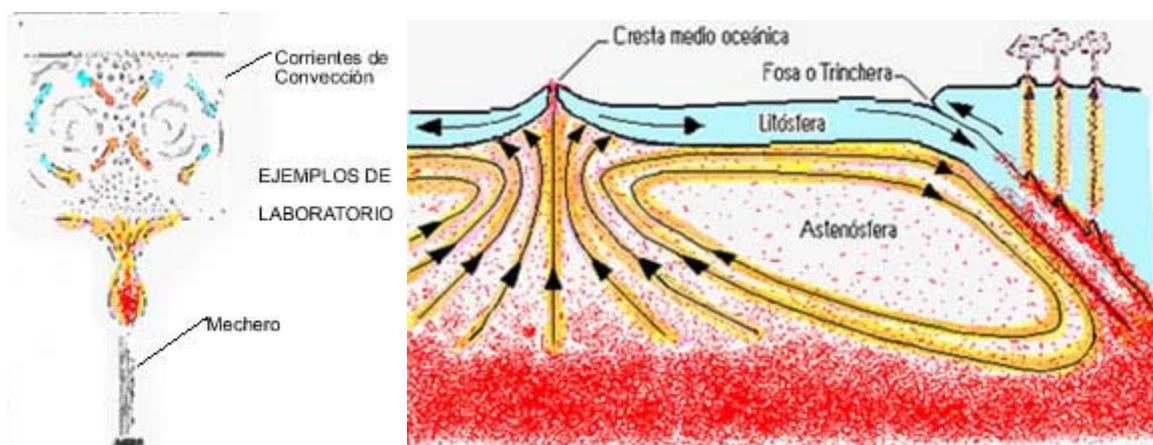
Capas del planeta

El flujo de calor es la energía en tránsito y fluye de las regiones de alta temperatura del interior de la Tierra, hacia las regiones de baja temperatura ubicadas en la superficie del planeta, creando las corrientes de convección en la roca fundida (magma), que en algunos casos, se manifiestan con la creación de zonas volcánicas. Cuando se presentan en las zonas de apertura en medio del océano, forman las crestas oceánicas o medio oceánicas.

La geotermia y su aplicación

La *geofísica*, se apoya de otras ramas como la geotermia: ciencia relacionada con el estudio del calor interior de la Tierra, se emplea en la localización de yacimientos naturales de agua caliente.

La energía geotérmica se manifiesta como una vibración de átomos cuya intensidad determina la temperatura y llega a la superficie por difusión, por movimientos de convección y por circulación de agua en las profundidades. Esta energía tiene como origen la temperatura inicial del planeta, la segunda fuente es la radioactividad derivada de elementos como el torio, el uranio y el potasio -que constituyen los minerales de las rocas-, y como tercera fuente, la fuerza de gravedad en energía térmica durante el proceso de compresión y diferenciación del planeta.



Ejemplos de laboratorio

Flujo de calor en el interior de la Tierra

Su utilización se ha destinado para la generación de energía eléctrica ya que el vapor producido por líquidos calientes naturales en sistemas geotérmicos, es una alternativa al que se obtiene en plantas de energía por quemado de materia fósil o por fisión nuclear.

Las perforaciones modernas en los sistemas geotérmicos, alcanzan reservas de agua y de vapor calentados por magmas profundos, que se encuentran hasta los 3,000 metros bajo el nivel del mar. El vapor se purifica en la boca del pozo antes de ser transportado en tubos grandes y aislados hasta las turbinas. La energía térmica puede obtenerse también a partir de grietas y de algún géiser.

Campos gravitacional y magnético

La Tierra está influenciada por dos campos de origen interno, que afectan a todos los procesos que ocurren en la superficie del planeta, estos son:

- El *campo gravitacional*: es aquel en que cualquier cuerpo atrae a otros a través de una interacción de sus campos gravitacionales, siendo posible calcular los efectos de la gravedad tales como: la aceleración de un objeto al caer, las órbitas de los planetas, la trayectoria de un objeto lanzado o de un vehículo aéreo.

El valor local de la gravedad (G) corresponde al período -tiempo de una oscilación completa- de un péndulo giratorio o, a la aceleración de un peso que cae.

- El *campo magnético o geomagnético*: se basa en las propiedades magnéticas del mineral de hierro llamado magnetita, conocida también como "piedra cargada" con la cual, los chinos inventaron la primera brújula magnética, que consistió en suspender de una cuerda un trozo de este mineral.

Este campo es descrito como el modelo de una pequeña pero poderosa barra magnética permanente, localizada cerca del centro de la Tierra e inclinada alrededor de 11° con respecto al eje geográfico; las líneas de fuerza del campo magnético indican la presencia de una fuerza magnética en cada punto del espacio.

El campo tiene intensidad y dirección; su fuerza depende de la cantidad de material magnético y su distancia y dirección con respecto al detector. Una aguja magnetizada, libre para girar sobre un pivote de un plano horizontal, girará hasta una posición paralela a la línea local de fuerza, aproximadamente en dirección Norte - Sur; denominándose al extremo que apunta al Norte geográfico, polo norte magnético y estará desviado ligeramente al Oriente o al Occidente del Polo Norte geográfico, dependiendo del sitio del observador. Este ángulo de desviación del Norte geográfico se denomina declinación.

Medición y exploración

La exploración de "campos potenciales" se refiere a los trabajos realizados a través de procedimientos magnéticos y gravimétricos; ambos son usados por los especialistas para entender e interpretar el comportamiento de la superficie terrestre, mediante la susceptibilidad magnética y densidad de las rocas. Estos métodos geofísicos, corresponden a herramientas indirectas que ayudan a localizar características

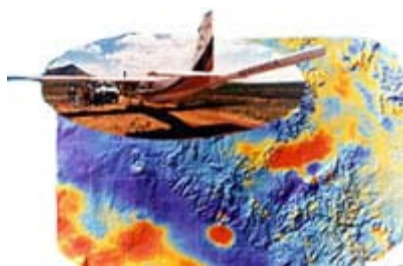
Contacto:

estructurales, como fallas, fracturas, ciertos tipos de rocas y basamento geológico. También son útiles en la búsqueda de yacimientos minerales, hidrocarburos y acuíferos.

Los geofísicos, miden la intensidad magnética con una herramienta llamada magnetómetro, con precisión de hasta 0.1 nT. La unidad de medida de la intensidad del campo magnético es nanotesla (nT), y difiere de acuerdo a la región del globo terráqueo, por ejemplo, varía de 25,000 nT en el ecuador a 70,000 nT en los polos. Una nanotesla es igual a 1 gamma y 105 gammas son igual a 1 oersted.

El magnetómetro mide todos los efectos del campo magnético terrestre y debido a los cambios lentos, son actualizados cada cinco años mediante el International Geomagnetic Reference Field (IGRF), de tal forma que los datos son referidos a este organismo.

Los primeros estudios de magnetometría se realizan con exploración aérea (aeromagnetometría), posteriormente en áreas específicas, se realiza la exploración magnética terrestre, enfocada a la localización puntual de yacimientos minerales ferríferos ocultos o cualquier yacimiento metálico, que contenga minerales magnéticos (magnetita, pirrotita).



Geofísica

Para la exploración aeromagnética y realizar trabajos de cartografía magnética, el Servicio Geológico Mexicano (SGM) cuenta con tres aviones Islander. A la aeronave se le adapta un sensor magnético con el cual mide la intensidad del campo magnético, excepto su dirección. Éste requiere volar continuamente en una sola dirección, a una misma altura y a una separación constante.

El **SGM**, realiza dos tipos de vuelos, en escala regional (1:250,000), con dirección N - S, a una altura constante sobre el nivel del terreno de 300 m y separación de líneas de 1000 m; vuelos con dirección E-W cada 10,000 m, como apoyo para hacer más exacta la información magnética obtenida. Los vuelos de alta resolución (escala 1:50,000), donde se efectúa la magnetometría, además de radiometría (rayos gamma), se realizan a una altura constante sobre el nivel del terreno de 120 m y separación de líneas cada 300 m.

Cabe mencionar que los vuelos sobre el altiplano mexicano se realizan en avión y son de alto grado de peligrosidad. Para la zona de barrancas de las sierras de México, es necesario adaptar el magnetómetro en un helicóptero, disminuyendo el riesgo.

La inversión en la aplicación de estos métodos aparentemente es costosa, pero a final de cuentas resulta ser barata por ser investigaciones muy rápidas que cubren grandes extensiones de terreno. Junto con otros métodos indirectos y bajo el pleno conocimiento del contexto geológico, pueden llevar a resultados exitosos.

Variaciones del campo magnético

Para el estudio de las propiedades magnéticas de las rocas, la geofísica se apoya de la disciplina denominada paleomagnetismo, también usada para mostrar el movimiento de masas rocosas a través del tiempo geológico. Por ejemplo, este tipo de análisis ha demostrado que los Polos Norte y Sur han sido invertidos al paso geológico de los años.

A través del tiempo geológico, se han observado variaciones del campo magnético de la Tierra, tanto en su dirección como en intensidad. Al igual que todos los imanes dipolos, la Tierra tiene un campo magnético (núcleo o campo principal) correspondiente a los Polos Norte y Sur, por lo tanto el ángulo entre una brújula y el Norte verdadero se denomina declinación magnética.

El campo magnético es afectado por cortas variaciones debido a tormentas magnéticas. Aun cuando la fuerza del campo magnético terrestre no es tan alta, es capaz de magnetizar algunas clases de rocas que contienen hierro o algunos otros niveles magnéticos.

Contacto:

La diferencia entre los valores magnéticos medidos y los valores del modelo del núcleo terráqueo se conocen como "anomalías magnéticas", causadas principalmente por variaciones en la magnetización de las rocas de la corteza y debido a la naturaleza dipolar del fenómeno, pueden ser positivas o negativas.

La mayoría de las rocas sedimentarias no son magnéticas, las rocas ígneas ricas en minerales de hierro presentan alta susceptibilidad magnética o alto magnetismo (propiedad que describe la cantidad de material magnético en una unidad litológica).

Las rocas tienen minerales magnéticos con dos clases de magnetización:

- Inducida: se refiere a la presencia de un campo magnético externo.
- Remanente: atrapada dentro de la roca.

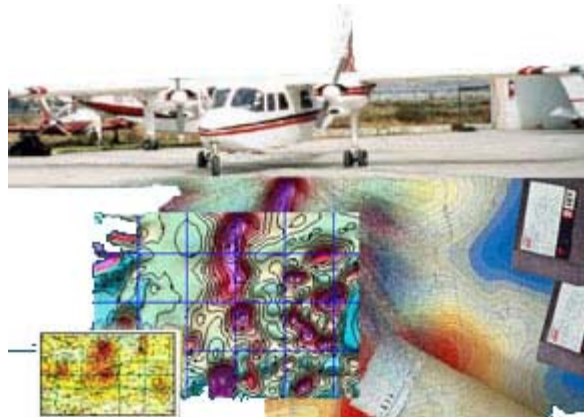
Representación gráfica

La representación gráfica de la información magnética medida, se realiza en mapas de anomalías magnéticas y se pueden representar en un sinnúmero de formas. El SGM, tiene las siguientes representaciones:

- Carta magnética de campo total en contornos de color, relieve en color, y relieve en grises. Carta magnética de campo total reducido al polo con presentaciones de contornos en color, relieve en color, y relieve en grises.
- Carta magnética de la 1ª derivada vertical del campo total reducido al polo en presentaciones de contornos en color, relieve en color y relieve en grises.
- Modelo digital de elevación del terreno (MDE), con una cobertura magnetométrica de campo total, reducción al polo, y 1ª derivada vertical.

Contacto:

Bldv. Felipe Angeles Km. 93.50-4, Col. Venta Prieta
Pachuca, Hgo., C.P. 42083
Teléfono: (771) 71 13583
Correo Electrónico: webmaster@sgm.gob.mx



Carta magnética

Las escalas para regional o baja resolución son de 1:50,000 y 1:250,000 y para alta resolución (incluyendo radiometría) 1:50,000 y 1:20,000.