

## Programa Regular

**Denominación de la Asignatura:** Geofísica

**Carrera/s a la/s cual/es pertenece:** Ingeniería en Petróleo

**Ciclo lectivo:** 2017

**Docente/s:**

Coordinador: Lic. Luis Cazau

Integrantes del plantel docente: Ing. Pedro Lafourcade

**Carga horaria semanal:** 5 horas

### **Fundamentación:**

La materia Geofísica es del tipo de las tecnológicas aplicadas y se ubica en el cuarto año en el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería en Petróleo, conectando con materias correlativas anteriores de su misma área (las relativas a las geociencias), así como las de las Físicas. Esto se entiende porque la Geofísica es una rama común de la Geología y de la Física, que estudia la Tierra desde el punto de vista de la física, observando los fenómenos relacionados con su estructura, condiciones físicas e historia evolutiva.

A fin de la Ingeniería en Petróleo, la Geofísica aporta el conocimiento de los métodos experimentales que llevan a un más acabado entendimiento de la estructura de la Tierra, sus partes componentes y características, y que sirven a su vez para la prospección que lleva a determinar las diferentes propiedades físicas y físico-químicas del subsuelo con el objetivo de localizar los yacimientos de hidrocarburos, así como otros variados recursos naturales.

### **Objetivos:**

#### Objetivo general:

Como objetivo general de la materia, se espera que los alumnos logren:

- El entendimiento de los campos físicos de la Tierra y de las anomalías de campo que pueden dar información con fines de prospección o desarrollo minero, petrolero, hidrológico u otros desarrollos con perspectiva económico-social sostenible.
- El conocimiento de las herramientas geofísicas que pueden utilizarse para investigación, exploración, explotación y geología aplicada; así como el discernimiento acerca de la conveniencia científica, técnica y económica de las metodologías a elegir ante distintas problemáticas.

### Objetivos específicos:

Derivados de los objetivos generales anteriores, a su vez se espera que los alumnos conozcan y entiendan la teoría, el trabajo de campo, la interpretación y las aplicaciones de los diferentes tipos de prospecciones geofísicas:

- Prospección Gravimétrica.
- Prospección Magnetométrica.
- Prospección Geoeléctrica.
- Prospección Radiométrica.
- Prospección Sísmica.

### **Contenidos mínimos:**

Estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la tierra. Geofísica interna, superficie e interior de la Tierra, gravimetría, sismología, geomagnetismo, oceanología, paleomagnetismo, geotermometría, geodinámica, prospección geofísica, para localización de petróleo, agua, yacimientos de minerales, cuevas, etc , geotecnia, prospección para ubicación de yacimientos de hidrocarburos, tectonofísica, hidrología. Geofísica externa, meteorología, aeronomía.

### **Contenidos temáticos o unidades:**

#### UNIDAD TEMÁTICA 1: La ciencia Geofísica.

Definición. Su relación con la Física, la Geología, la Geoquímica y el cateo de recursos. Subdisciplinas de la hidrosfera y la atmósfera. Ciencias afines. Acción e interacción de los campos físicos de la Tierra. Geofísica aplicada. Concepto de Anomalía. Desarrollo histórico de los métodos geofísicos. Modalidades prospectivas. Condiciones que favorecen o aconsejan su empleo.

#### UNIDAD TEMÁTICA 2: Prospección Gravimétrica.

Campo y potencial gravitatorio y gravitacional. Gravedad teórica. Geoide. Gravedad absoluta y relativa. Unidades de campo. Variaciones de la gravedad. Densidad de rocas y minerales. Adquisición de datos, compensación de polígonos. Correcciones: Deriva instrumental y Mareas Terrestres, Latitud, Aire Libre, Bouguer, Topográfica. Densidad superficial: Nettleton y otros métodos. Mapas y perfiles de anomalía de Bouguer. Curvas isoanómalas. Gravedad regional e interpretación del residual. Métodos gráficos y analíticos. Interpretación cuantitativa: efectos de cuerpos sencillos y modelado de masas complejas. Anomalías isostáticas. Instrumental y Aplicaciones Gravimétricas. Péndulo, caída libre, mediciones absolutas o geodésicas. Gravímetros estables e inestables, su calibración. Balanzas de torsión y Gradiómetros. Mediciones en pozos. Aplicaciones a la prospección minera, estudio de cuencas sedimentarias, ingeniería civil, medioambiente, etc. Gravimetría marina, aérea y satelital.

#### UNIDAD TEMÁTICA 3: Prospección Magnetométrica.

Campo y potencial geomagnético. Origen de los campos interno y externo. Variaciones temporales. Propiedades magnéticas de las rocas y minerales. Clasificación. Magnetización inducida y remanente. Paleomagnetismo. Susceptibilidad. Permeabilidad. Declinación. Inclinación. Unidades de campo. Correcciones del método, deriva. Mapas y perfiles de anomalías magnéticas. Anomalías someras y profundas. Efectos verticales y horizontales de masas anómalas. Instrumental y Aplicaciones Magnetométricas.

Balanzas de componente vertical y horizontal. Magnetómetros: discriminador de flujo, precesión protónica, vapor de álcali, otros. Aeromagnetometría. Mediciones en pozos: cuentacuplas, resonancia magnética nuclear. Aplicaciones al estudio de reservorios, prospección minera, micromagnetismo, estudio de cuencas, arqueología, etc. Imágenes satelitales.

#### UNIDAD TEMÁTICA 4: Prospección Geoeléctrica.

Métodos de Campo Natural. Campos terrestres naturales y artificiales. Propiedades electromagnéticas de minerales y rocas. Resistividad y clases de conductividad. Resistividad aparente. Corrientes telúricas y magnetotelúricas, audiofrecuencias magnéticas y otros, aplicaciones prospectivas. Potencial espontáneo, de mineralización y fondo, electroquímico y electrocinético. Electrodo empleados, aplicación en superficie y sondeos petroleros. Interpretación del perfil de pozo. Métodos Geoeléctricos de Corriente Continua. Inyección de corriente. Dispositivos tetraelectródicos y dipolares. Sondeo Eléctrico Vertical. Calicatas Eléctricas. Mapeo de líneas equipotenciales. Métodos especiales: con electrodos lineales y excitación de masa. Registros en fondo marino. Trabajos de campo. Curvas patrones. Interpretación cuali y cuantitativa. Aplicaciones a hidrogeología y otras disciplinas. Dispositivos y métodos en pozos petroleros: perfil normal y lateroperfil, microrresistivo, perfil de buzamientos, imágenes de pozo, etc. Investigación a distintas distancias de la pared del pozo. Cálculos de arcillosidad y saturación de fluidos.

#### UNIDAD TEMÁTICA 5: Métodos Electromagnéticos y de Polarización Inducida.

Corriente alterna. Condiciones de empleo. Componentes vectoriales. Métodos de emisor fijo: Inclinación de Campo, Turam y otros. Métodos de emisor móvil: Slingram, EM en el Dominio del Tiempo y otros; registros aéreos. Calicatas EM y Sondeos de Frecuencia. Registros hertzianos. Aplicaciones mineras, ambientales, arqueológicas, etc. Métodos y herramientas inductivas de pozo y su aplicación. Tomografías eléctricas. Métodos de superficie y pozo basados en la constante dieléctrica: Georradar y Perfil Dieléctrico de Propagación. Métodos de Polarización Inducida. Potencial de electrodos y de membrana. Mediciones en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Interpretación y aplicaciones mineras, petroleras y otras.

#### UNIDAD TEMÁTICA 6: Prospección Radiométrica.

Radioactividad natural. Período de semidesintegración y vida media. Equilibrio radioactivo. Tipos de radiaciones. Radioactividad de minerales y rocas. Ionización, efecto fotoeléctrico y Compton. Geocronología. Prospección de superficie, aérea y por sondeos. Aplicaciones en minería y prospección petrolera. Vinculación con métodos geoquímicos. Perfilaje de rayos gamma, espectrométricos, de densidad y neutrónicos. Identificación mineralógica espectral. Prospección Geotérmica. Origen del calor interno de la Tierra, formas de propagación, vinculación al vulcanismo. Gradiente Geotérmico y geoterma. Conductividad térmica de minerales y rocas. Flujo calórico. Mediciones terrestres y oceánicas. Datos de pozo. Ajuste de los datos, perfiles y mapas geotérmicos. Aplicaciones a la prospección minera, estudios de cuencas, desarrollo de yacimientos y madurez de hidrocarburos. Sismología e Interior Terrestre. Propiedades elásticas de las rocas: coeficientes de Poisson, Young, cizalla e incompresibilidad. Leyes de transmisión de ondas: principios de Fermat y Huygens, ley de Snell. Tipos de ondas sísmicas: P, S y superficiales. Velocidades. Sismogramas. Impedancia acústica. Ondas refractadas y reflejadas. Amplitud, fase, frecuencia y número de onda. El interior de la Tierra, discontinuidades. Imágenes sismológicas. Prospección Sísmica de Refracción.

Angulo crítico para refracción y reflexión de ondas P y S. Registros de campo. Refracción 3D. Registros de ondas S. Aplicaciones en el mar, en prospección petrolera, estudios de cuenca, ingeniería civil, arqueología, hidrogeología, medioambiente, etc.

## UNIDAD TEMÁTICA 7: Acústica y Sísmica de Pozo.

Sonar lateral y de substrato. Perfil acústico de pozo y su calibración. Otras aplicaciones: perfil de cemento, imágenes de pozo, sónico dipolar (ondas S y de Stonley). Sismograma sintético, utilidad. Ley y prueba de velocidades, aplicaciones. Perfil sísmico vertical convencional, con apartamientos y desplazamientos, utilidad de cada uno. Registro durante la perforación. Tomografía sísmica. Interpretación Sísmica de Reflexión. Seguimiento de horizontes y fallas. Impedancias y líneas de tiempo geológico. Engaños sísmicos. Mapeo, isócronos e isocronopáquicos. Mapas de isovelocidades y estructurales sísmicos. Interrelación entre datos geofísicos, geológicos y de pozos. Radio de Fresnel, resolución horizontal y vertical. Estratigrafía sísmica y secuencial, criterios y aplicaciones. Programas de computadora, interpretación interactiva.

### **Bibliografía:**

- MARSHAK, Stephen y Mitra Gautam, *Basic methods of structural Geology*, USA, Prentice Hall, EnglewoodCliffs, 1998.
- PRESS, Frank y Siever Raymond, *Understanding Earth*, 2nd edition, USA, W.H. Freeman and Company, 1998.
- DAVIS H. GEORGE, *Structural Geology of roks and Regions*, New York, John Wiley & Sons, 1984.
- BOUMA H., Arnold y Stone G. Charles, *Fine-Grained Turbidite System*, Memoir 72, American Association of Petroleum Geologist (AAPG), 2000.
- SCHATZINGER, A.R. y Jordan F.J., *Reservoir Characterization-Recent Advances*, Memoir 71, American Association of Petroleum Geologist (AAPG), 1999.
- FETTER C.W., *Applied Hydrogeology*, 4th edition, New Jersey, Prentice Hall, 2001.
- DOMENICO, A. Patrick, SCHWARTZ, F.W., *Physical and Chemical Hidrogeology*, E.E.U.U., Johnn Wiley and Sons, 1990.
- MIALL, Andrew D., *Principles of Sedimentarys Basin Analysis*, 2nd edition, New York, Springer, 1990.

### **Propuesta Pedagógico-Didáctica:**

#### Propuesta didáctica:

La metodología de enseñanza sigue el modelo de clases en modalidad teórico-prácticas y comprende la organización de talleres para la resolución de ejercicios y problemas; el estudio de casos modelo para su resolución; y la investigación.

En las clases se presentan los contenidos teóricos y se resuelven en forma conjunta ejemplos que ayudan a comprender y aplicar los conocimientos.

Como parte de la actividad práctica se resuelven ejercicios relacionados con los temas teóricos en curso, se realizan investigaciones o búsqueda de información trabajando en forma grupal y se realizan experiencias con equipos o materiales didácticos provistos en el aula o laboratorio, siguiendo una guía práctica determinada. Se fomenta el trabajo en equipo y la investigación. Habrá lecturas obligatorias, trabajos de investigación y ejercicios que se realicen dentro y fuera del espacio áulico. La exposición podrá ser oral y audiovisual.

Se tendrá como modalidad el agrupamiento en comisiones para resolución de casos de estudio en seminarios e informes por temas.

#### Problemas abiertos de ingeniería:

Se plantearán problemas abiertos de ingeniería, donde la solución no es única y requiere la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnológicas. Con ello se estimulará la capacidad de emplear los procesos cognitivos para enfrentarse y resolver situaciones interdisciplinarias reales en las que la vía de solución no resulta obvia de modo inmediato y en las que las áreas de conocimiento o curriculares aplicables no se enmarcan dentro de una única área.

Para la resolución de este tipo de problemas, se desarrollarán actividades que fomenten el trabajo grupal.

Los conocimientos a abordar bajo esta metodología de trabajos prácticos serán los relacionados a la simulación de prospección por distintos métodos.

#### **Régimen de aprobación:**

Esta materia puede aprobarse mediante el régimen de promoción directa o mediante examen final regular. No se puede aprobar mediante examen libre. Lo anterior implica que el alumno debe cursar la materia y, de cumplir con los requerimientos correspondientes, puede aprobarla por promoción directa. En caso de no cumplir los mencionados, y cumpliendo otros requisitos mínimos, el alumno puede regularizar la materia aprobando primero la cursada, para luego aprobar la materia por examen final, en las fechas dispuestas por el Calendario Académico de la Universidad.

Para el mencionado esquema de aprobación, se debe considerar también lo referido a Correlatividades, de acuerdo a lo dispuesto por el Reglamento Académico vigente, según Resolución (CS) N°43/14.

La evaluación en los cursos se realiza a través de dos parciales teórico-prácticos de desarrollo conceptual y ejercicios seleccionados de las prácticas. Cada parcial consta de una instancia de recuperación. Agregada a todas estas existe una instancia más para evaluar los conceptos que no hayan sido aprobados en las instancias anteriores.

Para promocionar la materia, los alumnos deberán aprobar la totalidad de los trabajos prácticos, y los dos exámenes parciales con un promedio igual o mayor a 7 (siete) puntos y en cada parcial no menos de 6 (seis) puntos. En caso de no alcanzar los requisitos anteriores, y habiendo el alumno aprobado cada parcial con una nota no menor a 4 (cuatro), podrá acceder a la instancia de Examen Final para aprobación de la materia, en las fechas que determine la universidad de acuerdo a su cronograma. Notas menores a 4 en los parciales indican cursada desaprobada.

Por otro lado, tanto para la promoción como para la regularización (aprobación de la cursada), el alumno deberá cumplir con un 75% de asistencia y haber aprobado todos los trabajos prácticos planteados durante la cursada.

El presente régimen de aprobación se ajusta al Reglamento Académico vigente, según Resolución (CS) N°43/14.