



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> MÉTODOS SÍSMICOS		<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA					
<b>CODIGO:</b> 3309	<b>UNIDADES:</b> 5		<b>REQUISITOS:</b> 3301 y 3330				
<b>HORAS/SEMANA:</b> 7	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b> 3	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b> -	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 6

## 1. FUNDAMENTACIÓN

Uno de los métodos de exploración geofísica del subsuelo mas utilizados son los métodos sísmicos, los cuales se utilizan en prospección de hidrocarburos y geotecnia.

## 2. PROPÓSITO

Capacitar al alumno en las técnicas de adquisición, procesamiento e interpretación de datos sísmicos para aplicaciones en prospección de hidrocarburos y geotecnia.

## 3. OBJETIVOS GENERALES

3.1 Conceptos generales sobre métodos sísmicos y propagación de ondas elásticas.

El alumno será capaz de explicar los objetivos, aplicaciones y fundamentos físicos de los métodos sísmicos de prospección.

3.2 Método de refracción sísmica.

El alumno será capaz de interpretar y calcular perfiles del subsuelo somero utilizando los métodos de interpretación más usados.

3.3 Adquisición de datos sísmicos de reflexión.

El alumno será capaz de enumerar y explicar las técnicas de adquisición de datos sísmicos de reflexión.

3.4 Procesamiento de datos sísmicos de reflexión.

El alumno será capaz de enumerar y explicar las técnicas actuales de mejoramiento de los datos sísmicos de reflexión.

3.5 Interpretación de datos sísmicos de reflexión.

El alumno será capaz de extraer información geológica-estructural básica de secciones sísmicas finales.

## 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.1 Conceptos generales sobre métodos sísmicos y propagación de ondas elásticas.

4.1.1 Definir prospección sísmica.

4.1.2 Enumerar las etapas fundamentales en la prospección sísmica.

4.1.3 Explicar el objeto de la prospección sísmica.

4.1.4 Enumerar los parámetros físicos susceptibles de ser medidos directamente con los métodos sísmicos.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 07/04/2010	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 07/04/2010 HASTA:	HOJA 1/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA: MÉTODOS SÍSMICOS				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 3309		UNIDADES: 5		REQUISITOS: 3301 y 3330			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 3	LABORATORIO:	SEMINARIO: -	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 6

4.1.5 Enumerar las propiedades de la materia que se pretenden cuantificar a través de los métodos sísmicos.

4.1.6 Enumerar y explicar brevemente cuatro aplicaciones de los métodos sísmicos.

4.1.7 Enumerar dos ventajas y dos desventajas de los métodos sísmicos con respecto a otros métodos geofísicos de prospección.

4.1.8 Enumerar seis simplificaciones geológicas o físicas que se adoptan en el tratamiento de la información sísmica.

4.1.9 Escribir la ecuación de onda en una dimensión y su solución general.

4.1.10 Describir el significado físico de los siguientes términos usados en sismica: frecuencia, longitud de onda período, número de onda.

4.1.11 Escribir la solución armónica de la ecuación de onda unidimensional.

4.1.12 Escribir las relaciones matemáticas entre: longitud de onda, número de onda, velocidad, período y frecuencia.

4.1.13 Explicar el significado físico de los espectros de amplitud y fase de una señal sísmica.

4.1.14 Definir velocidad de grupo y velocidad de fase.

4.1.15 Explicar con un ejemplo el significado físico de velocidad de fase y de grupo.

4.1.16 Explicar el significado físico de la dispersión.

4.1.17 Enumerar los diferentes tipos de ondas elásticas.

4.1.18 Calcular los ángulos de refracción y reflexión de ondas P y S resultantes de la incidencia de una onda plana sobre la superficie de separación entre dos medios de diferente impedancia acústica.

4.1.19 Calcular las amplitudes de ondas reflejadas y transmitidas por incidencia de una onda longitudinal plana sobre una interfase plana.

4.1.20 Calcular los coeficientes de reflexión y transmisión para incidencias normales de ondas planas.

4.1.21 Citar las principales características de las ondas Rayleigh en un semi espacio homogéneo y en uno estratificado.

4.1.22 Citar los principales mecanismos de atenuación de las ondas sísmicas.

4.1.23 Explicar las implicaciones de la atenuación selectiva de frecuencias de la señal sísmica.

4.2 Método de refracción sísmica.

4.2.1 Citar tres aplicaciones de los métodos sísmicos de refracción.

4.2.2 Explicar con un gráfico el fundamento físico del método de refracción.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 07/04/2010	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 07/04/2010 HASTA:	HOJA 2/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> MÉTODOS SÍSMICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA			
<b>CODIGO:</b> 3309	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 3301 y 3330			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 7	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b> 3	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b> -	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 6

4.2.3 Definir: tiempos de primeras llegadas, distancia crítica,  $x$  de cruce, onda directa, onda redactada críticamente.

4.2.4 Explicar los pasos necesarios para efectuar un levantamiento sísmico de refracción.

4.2.5 Citar el tipo y las características del equipo instrumental utilizado en sísmica de refracción.

4.2.6 Deducir los tiempos de primeras llegadas para un semi espacio estratificado horizontalmente.

4.2.7 Calcular las velocidades, espesores y buzamiento de los refractores en un perfil sísmico utilizando el método clásico.

4.2.8 Calcular las velocidades y espesores de los refractores en un perfil sísmico utilizando el método de los tiempos de retardo y el método de las diferencias.

4.2.9 Calcular las velocidades y espesores de los refractores en un perfil sísmico utilizando el método de los frentes de onda.

4.2.10 Citar una ventaja y una desventaja de los tres métodos de interpretación sísmica de refracción más importantes.

4.2.11 Calcular la corrección estática en un perfil de refracción.

4.2.12 Deducir la estructura geológica a partir de gráficos tiempo-distancia de refracción.

4.2.13 Explicar en que consiste el fenómeno de "Capa escondida".

4.2.14 Explicar como afecta la interpretación sísmica una inversión de velocidades.

4.2.15 Citar dos ventajas y dos desventajas del método sísmico de refracción.

**4.3 Adquisición de datos sísmicos de reflexión.**

4.3.1 Citar tres aplicaciones del método sísmico de reflexión.

4.3.2 Citar las diferencias del método sísmico de reflexión con el método sísmico de refracción.

4.3.3 Citar los principales criterios para la ubicación de líneas sísmicas.

4.3.4 Enumerar las principales fuentes de energía sísmica en Tierra.

4.3.5 Enumerar las principales fuentes de energía sísmica en el mar.

4.3.6 Enumerar las ventajas y desventajas de los siguientes tipos de fuentes sísmicas: explosivos, vibroseis, minisose, acuapulse, airgun, vaporchoc, sparker, flexichoc, flexotir, maxipulse, caída de peso.

4.3.7 Describir el principio de funcionamiento de los geófonos e hidrófonos.

4.3.8 Citar los principales elementos instrumentales que constituyen un equipo de adquisición de datos sísmicos de reflexión.



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> MÉTODOS SÍSMICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA			
<b>CODIGO:</b> 3309	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 3301 y 3330			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 7	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b> 3	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b> -	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 6

- 4.3.9 Citar los principales tipos de filtros usados en los equipos de adquisición de datos sísmicos.
- 4.3.10 Enumerar las principales fuentes de ruido coherente en la adquisición de datos sísmicos.
- 4.3.11 Enumerar las principales causas de ruido incoherente en la adquisición de datos sísmicos.
- 4.3.12 Enumerar las formas de atenuar los diferentes tipos de ruido en prospección sísmica.
- 4.3.13 Citar tres objetivos de los análisis de ruido.
- 4.3.14 Definir "Ground Roll".
- 4.3.15 Obtener la frecuencia, velocidad y longitud de onda de los principales eventos sísmicos de una sección de ruido.
- 4.3.16 Calcular la función de transferencia de un patrón de detectores.
- 4.3.17 Definir directividad en sísmica.
- 4.3.18 Enumerar tres tipos de tendidos sísmicos e indicar su utilidad.
- 4.3.19 Citar dos ventajas del método de cobertura múltiple en el método de reflexión sísmica.
- 4.3.20 Calcular la cobertura de un levantamiento sísmico.

**4.4 Procesamiento de datos sísmicos de reflexión.**

- 4.4.1 Enumerar las principales etapas del procesamiento de datos sísmicos.
- 4.4.2 Definir función reflectividad.
- 4.4.3 Enumerar las principales simplificaciones físicas y geológicas adoptadas en el procesamiento de datos sísmicos.
- 4.4.4 Escribir el modelo convolucional de la traza sísmica.
- 4.4.5 Definir multiplexer, multiplexado.
- 4.4.6 Calcular la frecuencia de Nyquist.
- 4.4.7 Definir rango dinámico.
- 4.4.8 Citar los principales formatos de grabación sísmica.
- 4.4.9 Indicar el objeto del demultiplexado.
- 4.4.10 Indicar el objetivo de la recuperación de ganancia.
- 4.4.11 Citar las principales funciones de ganancia aplicables a los datos sísmicos.
- 4.4.12 Indicar la finalidad de la etapa de edición.
- 4.4.13 Indicar la finalidad de la etapa de correlación.
- 4.4.14 Escribir el modelo convolucional de la traza sísmica.
- 4.4.15 Definir deconvolución.



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> MÉTODOS SÍSMICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA			
<b>CODIGO:</b> 3309	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 3301 y 3330			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 7	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b> 3	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b> -	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 6

- 4.4.16 Explicar en que consiste el efecto de reverberación.
- 4.4.17 Escribir el filtro determinístico de reverberación de Backus.
- 4.4.18 Definir deconvolución impulsiva.
- 4.4.19 Definir deconvolución predictiva.
- 4.4.20 Definir sistema de fase mínima.
- 4.4.21 Definir ondículas de fase mínima, fase cero y fase mixta.
- 4.4.22 Deducir la forma discreta del filtro de Wiener para deconvolución impulsiva.
- 4.4.23 Deducir la forma discreta del filtro de Wiener para deconvolución predictiva.
- 4.4.24 Citar dos ventajas y dos desventajas de la deconvolución impulsiva.
- 4.4.25 Indicar la utilidad de la deconvolución predictiva.
- 4.4.26 Indicar la finalidad de la corrección por sobretiempo normal.
- 4.4.27 Calcular la corrección por sobretiempo normal en el caso de un semiespacio de dos capas.
- 4.4.28 Escribir la fórmula general aproximada de corrección por sobretiempo normal para un semiespacio estratificado.
- 4.4.29 Definir velocidad promedio, interválica, instantánea, RMS, interválica de DIX, promedio de DIX y de apilamiento.
- 4.4.30 Citar tres métodos de obtención de la velocidad de apilamiento.
- 4.4.31 Calcular la función de velocidad de apilamiento en secciones tipo "Constant Velocity Gather" y "Constant Velocity Stack".
- 4.4.32 Citar los efectos negativos de la corrección por sobretiempo normal y la forma de contrarrestarlos.
- 4.4.33 Calcular la velocidad interválica de DIX.
- 4.4.34 Indicar la utilidad de las correcciones estáticas automáticas.
- 4.4.35 Citar los principales métodos de corrección estática automática.
- 4.4.36 Indicar la utilidad de los filtros "Time Variant".
- 4.4.37 Definir migración.
- 4.4.38 Citar dos defectos que se pretenden corregir en las secciones sísmicas mediante la migración.
- 4.4.39 Citar el tipo de distorsión que se produce en las secciones sísmicas en las siguientes estructuras: reflector, inclinado, anticlinal, sinclinal, falla.
- 4.4.40 Definir zona de Fresnel.
- 4.4.41 Describir la migración por difracción.
- 4.4.42 Describir la migración por ecuación de onda.
- 4.4.43 Describir la migración en la frecuencia.



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> MÉTODOS SÍSMICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA			
<b>CODIGO:</b> 3309	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 3301 y 3330			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 7	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b> 3	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b> -	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 6

4.4.44 Citar una ventaja y una desventaja de cada uno de los tres tipos principales de migración.

4.5 Interpretación de datos sísmicos de reflexión.

4.5.1 Indicar el significado de cada parámetro en la leyenda de una sección sísmica.

4.5.2 Identificar y seguir un reflector en una sección sísmica.

4.5.3 Identificar fallas, anticlinales, sinclinales, domos diapiros y otras estructuras geológicas de interés en una sección sísmica.

4.5.4 Citar los criterios para reconocer múltiples, difracciones y el basamento en una sección sísmica.

4.5.5 Citar los principales tipos de errores que se conecten en la interpretación sísmica.

4.5.6 Indicar el significado de "Punto Brillante" en sísmica

4.5.7 Citar los principales tipos de entrapamiento de hidrocarburos.

4.5.8 Indicar el procedimiento para la elaboración del mapa estructural de un reflector.

**5. PROGRAMA SINÓPTICO**

5.1 Conceptos generales sobre métodos sísmicos y propagación de ondas elásticas.

5.2 Método de refracción sísmica.

5.3 Adquisición de datos sísmicos de reflexión.

5.4 Procesamiento de datos sísmicos de reflexión.

5.5 Interpretación de datos sísmicos de reflexión.

**6. PROGRAMA DETALLADO**

6.1 Conceptos generales sobre los métodos sísmicos y propagación de ondas elásticas (13 horas).

6.1.1 Introducción a los métodos sísmicos y sus aplicaciones.

6.1.2 Ecuación de onda y fenómenos asociados a la propagación de ondas elásticas.

6.1.3 Reflexión y refracción de ondas planas.

6.1.4 Ondas superficiales.

6.1.5 Atenuación.

6.2 Método de refracción sísmica (21 horas).

6.2.1 Fundamento físico del método de refracción sísmica.

6.2.2 Aspectos prácticos de la adquisición de datos sísmicos de refracción.

6.2.3 Interpretación en sísmica de refracción por el método clásico.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 07/04/2010	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 07/04/2010 HASTA:	HOJA 6/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA: MÉTODOS SÍSMICOS				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 3309		UNIDADES: 5		REQUISITOS: 3301 y 3330			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 3	LABORATORIO:	SEMINARIO: -	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 6

6.2.4 Interpretación sísmica de refracción por el método de los tiempos de retardo.

6.2.5 Interpretación sísmica de refracción por el método de los frentes de onda.

6.2.6 Limitaciones del método de refracción.

6.2.7 Correcciones estáticas.

6.2.8 Prácticas: Interpretación de registros de refracción. Cálculo de correcciones estáticas.

6.3 Adquisición de datos sísmicos de reflexión (19 horas).

6.3.1 Fundamentos físicos y aplicaciones del método sísmico de reflexión.

6.3.2 Planificación de levantamientos sísmicos de reflexión.

6.3.3 Fuentes e instrumental usado en sísmica de reflexión.

6.3.4 Análisis de ruido.

6.3.5 Patrones de fuentes y detectores.

6.3.6 Método del CDP

6.3.7 Prácticas: Análisis y secciones de ruido. Diseño de patrones de fuentes y detectores. Cálculo de cobertura.

6.4 Procesamiento de datos sísmicos de reflexión (32 horas).

6.4.1 Modelo convolucional de la traza sísmica.

6.4.2 Grabación de datos de campo.

6.4.3 Demultiplexado.

6.4.4 Recuperación de ganancia, edición, función de ganancia.

6.4.5 Correlación.

6.4.6 Deconvolución.

6.4.7 Corrección por sobretiempo normal.

6.4.8 Estáticas automáticas.

6.4.9 Apilamiento.

6.4.10 Migración.

6.4.11 Procesos especiales.

6.4.12 Prácticas: cálculo de velocidad de intervalo, promedio y de Dix. Obtención de velocidades de apilamiento.

6.5 Interpretación de datos sísmicos de reflexión (13 horas).

6.5.1 Presentación de secciones sísmicas finales.

6.5.2 Identificación de estructuras geológicas en una sección sísmica.

6.5.3 Errores típicos en la interpretación sísmica.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 07/04/2010	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 07/04/2010 HASTA:	HOJA 7/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA**



<b>ASIGNATURA:</b> MÉTODOS SÍSMICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> OBLIGATORIA			
<b>CODIGO:</b> 3309	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 3301 y 3330			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 7	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b> 3	<b>LABORATORIO:</b>	<b>SEMINARIO:</b> -	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 6

6.5.4 Detección de hidrocarburos.

6.5.5 Prácticas: Interpretación de secciones sísmicas. Obtención de mapa isocrono.

## 7. ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES

La asignatura será dictada bajo las estrategias clases magistrales, seminarios, panel de discusión, exposición y foros.

## 8. MEDIOS INSTRUCCIONALES

Los medios instruccionales utilizados en la asignatura son: pizarrón, diapositivas, videos, computadoras y material impreso (artículos científicos y capítulos de libros).

## 9. EVALUACIÓN

La evaluación contemplará un parte de teoría con una ponderación del 80% y una parte de práctica con una ponderación de 20%. La evaluación de la teoría se realizará de acuerdo al siguiente esquema:

Primer Parcial	25%
Segundo Parcial	25%
Exámenes Cortos y Tareas	15%
Seminarios	15%
<b>Total Teoría:</b>	<b>80%</b>

La evaluación de la práctica se realizará de acuerdo al siguiente esquema:

Primer Parcial	6%
Segundo Parcial	6%
Exámenes Cortos	3%
Prácticas	5%
<b>Total Práctica:</b>	<b>20%</b>

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 07/04/2010	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: 07/04/2010 HASTA:	HOJA 8/9
--	----------------------------------	-----------------------------------	----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA



ASIGNATURA: MÉTODOS SÍSMICOS		TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA					
CODIGO: 3309	UNIDADES: 5		REQUISITOS: 3301 y 3330				
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 3	LABORATORIO:	SEMINARIO: -	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 6

## 10. REQUISITOS

Haber aprobado las asignaturas Teoría de Filtros (3330) y Métodos Matemáticos de la Física (3301). Esta materia es requisito para las asignaturas Geofísica de Campo (3311) y Petrofísica Aplicada (3314).

## 11. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Burger, R. (1992) **Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface**. Prentice Hall, USA. 489 pp.
2. Butler, D. (2005) **Near Surface Geophysics**. Investigations in Geophysics N° 13, Society of Exploration Geophysicists, 732 pp.
3. Dobrin, M. (1976) **Introduction to Geophysical Prospecting**. 3<sup>ra</sup> Edic. MacGraw-Hill.
4. Gadallah, M. y R. Fisher (2009) **Exploration Geophysics**. Springer Verlag, Berlin, 262 pp.
5. Lowrie, W. (2007) **Fundamentals of Geophysics**, Cambridge University Press, 2<sup>da</sup> Edic. 354 pp.
6. Milsom, J. (2003) **Field Geophysics**. John Wiley & Sons, 3<sup>ra</sup> Edic. 232 pp.
7. Parasnis, D. (1997) **Principles of Applied Geophysics**. Chapman & Hall, Londres.
8. Telford, W., L. Geldart, R. Sheriff, D. Keys. (1998) **Applied Geophysics**. Cambridge University Press, Cambridge.