

## PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
GF5013	Métodos Inversos Aplicados a la Geofísica			
Nombre en Inglés				
Inverse Methods Applied to Geophysics				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3,0	1,5	5,5
Requisitos			Carácter del Curso	
MA2002 (Cálculo Avanzado y Aplicaciones) FI2003 (Métodos Experimentales) GF4001 (Sismología General)  Requisitos Específicos: Programar en lenguajes de tipo scripting (Ej: MATLAB, PYTHON, etc).			Obligatorio para carrera de Geofísica	
Resultados de Aprendizaje				
Al final del curso se espera que el estudiante demuestre que: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maneja conceptos básicos y alcances de la teoría de problemas inversos discretos lineales y no-lineales, en problemas de estimación en geofísica.</li> <li>• Aplica métodos de optimización y Bayesianos para resolver problemas inversos discretos, con el fin de utilizar observaciones medidas en la superficie de la tierra, para estimar parámetros de modelos matemáticos que representan fenómenos geofísicos.</li> </ul>				

Metodología Docente	Evaluación General
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases de cátedra expositivas</li> <li>• Clases auxiliares expositivas</li> <li>• Sesiones de Laboratorio</li> <li>• Lectura y discusión de artículos científicos</li> </ul>	El sistema de evaluación – tipos, cantidad y ponderación de evaluaciones – se determina y comunica a los alumnos el primer día de clases. Tipos de evaluación (al menos uno): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles</li> <li>• Tareas (teóricas, numéricas y lectura de artículos científicos)</li> <li>• Ejercicios</li> <li>• Examen</li> <li>• Desarrollo de un proyecto a lo largo del semestre</li> </ul>

## Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Métodos inversos	1
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1.1 Formulación y clasificación de problemas de estimación de parámetros y métodos Inversos 1.2 El problema inverso lineal 1.3 Ejemplos de problemas inversos. 1.4 Discretización de problemas inversos. 1.5 Dificultades en la resolución de problemas inversos	Se espera que el estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Categorize diferentes tipos de problemas inversos.</li> <li>• Identifique las características generales de las soluciones de problemas inversos.</li> <li>• Formule problemas inversos lineales discretizados</li> <li>• Reconozca problemas inversos comunes en geo-ciencias.</li> </ul>	(a) , (b), (d)

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Problemas Inversos Lineales	5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
2.1 Estimación por mínimos cuadrados 2.2 Aspectos estadísticos de mínimos cuadrados 2.3 Problemas lineales con rango deficiente y mal condicionados 2.4 Métodos de regularización de problemas inversos lineales 2.5 Errores y resolución de los parámetros estimados y de la predicción de los modelos 2.6 Consideraciones numéricas en la resolución de problemas inversos lineales 2.7 Estimación robusta de parámetros: mínimos valores absolutos 2.8 Ejemplos de problemas inversos lineales en geofísica	Se espera que el estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantee problemas inversos lineales discretos, además reconoce e identifica los alcances y limitaciones de éstos.</li> <li>• Resuelva problemas lineales de inversión por los métodos de mínimos cuadrados y de mínimos valores absolutos e interpreta resultados.</li> <li>• Reconozca problemas inversos lineales comunes en geofísica.</li> </ul>	(a), (b), (c)

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Introducción a Problemas Inversos no lineales	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
3.1 Estimación de parámetros de modelos no lineales 3.2 El problema de mínimos cuadrados no lineales 3.3 Regularización del problema de mínimos cuadrados no lineales 3.4 Métodos numéricos para la resolución de problemas inversos no lineales 3.5 Ejemplos de problemas de inversión no lineal en geofísica	Se espera que el estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formule problemas inversos no lineales</li> <li>• Categorice y aplique diferentes técnicas de optimización para la resolución de problemas inversos no lineales</li> <li>• Reconozca diferentes problemas inversos no lineales en geofísica</li> </ul>	(a), (b)

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Métodos Bayesianos para resolver problemas inversos	6
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
4.1 El enfoque de Popper-Bayes 4.2 Parámetros de Jeffreys 4.3 Funciones de densidad de probabilidad y de probabilidad volumétrica 4.4 Probabilidades condicionales, marginales, y relaciones entre parámetros. 4.5 Algoritmos de muestreo de funciones de densidad de probabilidad. 4.6 Modelos, observaciones y el problema de simulación directa 4.7 Formulación Bayesiana del problema inverso (Enfoque Popper-Bayes) 4.8 Métodos de Monte Carlo 4.9 Conexión entre la formulación Bayesiana y de optimización del problema inverso 4.10 Ejemplos aplicados a la geofísica	Se espera que el estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantee problemas inversos, utilizado el enfoque Bayesiano.</li> <li>• Utilice nociones básicas de probabilidad y de medida para modelar diferentes parámetros que definen el modelo físico.</li> <li>• Aplique métodos de Monte Carlo para la resolución de problemas inversos, a fin de estimar, caracterizar y calificar soluciones del problema inverso no regularizado.</li> </ul>	(b),(d)

### Bibliografía General

- (a) Richard C. Aster, Brian Borchers and Clifford H. Thurber. "Parameter Estimation and Inverse Problems - Second Edition". Academic Press – Elsevier (2013). (Obligatorio).
- (b) William Menke. "Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory – Third Edition". Academic Press – Elsevier (2012). (Obligatorio).
- (c) Hansen, P. C. (1998), *Rank-Deficient and Discrete Ill-Posed Problems: Numerical Aspects of Linear Inversion*, SIAM, Philadelphia. (Sugerido)
- (d) Albert Tarantola. "Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation". (Obligatorio).

Vigencia desde:	Otoño 2014
Elaborado por:	Francisco Hernán Ortega Culaciati
Revisado por:	ADD (Área de Desarrollo Docente)