

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

## MÉTODOS POTENCIALES DE PROSPECCIÓN

CARRERA: GEOFÍSICA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y 4 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL

CORRELATIVAS: GEOMAGNETISMO Y AERONOMÍA

GRAVIMETRÍA

GEOLOGÍA ARGENTINA Y APLICADA

PROFESOR A CARGO: DRA. CLAUDIA L. RAVAZZOLI

AUXILIARES: DR. JULIÁN L. GÓMEZ (JTP)

DRA. ANA CAROLINA PEDRAZA DE MARCHI (AY. DIPL.)

### CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción general. Definición de *campos potenciales de origen natural*. Objetivos de la prospección geofísica en general y de los métodos potenciales en particular. Tratamiento general de la información proveniente de los campos gravitatorio y magnético. Aplicaciones convencionales y no convencionales.
2. Exploración mediante *Métodos Gravimétricos*. Síntesis de conceptos generales. Gravedad terrestre, modelos de referencia. Relevamientos terrestres, marinos, aéreos y en pozos. Corrección y reducción de los datos. Definición y cálculo de anomalías y análisis de su significado.
3. Densidad de las rocas. Factores de influencia según su clasificación genética. Determinaciones de densidad por *métodos directos*: mediciones de laboratorio y perfilajes de pozo usando radiación Gamma. Determinaciones por *métodos indirectos*:
  - a) Basados en mediciones de gravedad y anomalías: método gráfico de Nettleton y método analítico (coeficiente de correlación); métodos de Siebert y Legge; utilización de perfiles verticales de gravedad (corrección de Prayer), gravimetría de pozos; utilización de anomalías de Aire Libre. Volumen de validez de las densidades estimadas en cada caso.
  - b) Métodos que utilizan información de ondas sísmicas: correlaciones empíricas entre las velocidades de ondas compresionales y de corte y la densidad: curvas de Nafe-Drake, relaciones de Birch, Gardner y otras.
4. Fundamentos de análisis espectral en variables discretas. Transformada de Fourier discreta de series bidimensionales. Espectros de amplitud y de fase. Propiedades. Convolución discreta. Consideraciones sobre muestreo, aliasing y criterio de Nyquist. Longitudes y números de onda discretos y sus rangos de variación. Problemas numéricos (de borde y fenómeno de Gibbs). Consideraciones sobre el diseño de los relevamientos y su resolución espacial.
5. Corrección Topográfica. Correlación entre gravedad y anomalías con la elevación topográfica. Discretización de la topografía en prismas verticales y métodos asociados. Utilización de modelos digitales de elevación (DEM) de distinta resolución. Métodos basados en Transformada de Fourier Discreta.
6. Técnicas de procesamiento. Separación de anomalías gravimétricas. Definición de anomalías regionales y residuales, según la escala. Métodos de suavizamiento gráfico sobre perfiles y áreas. Método de promediación. Separación según distintas longitudes de onda mediante filtros digitales. Ajuste de superficies de tendencia. Estrato equivalente. Continuaciones analíticas ascendente y descendente.

Derivada segunda vertical. Estimación de masa anómala. Aproximaciones de profundidad mediante cuerpos simples.

**7.** Modelado gravimétrico. Conceptos generales del problema gravimétrico directo. Estructuras de respuesta *bidimensional*. Método de la integral de línea de Hubbert. Método de Talwani- Worzel-Landisman. Algoritmo de Won-Bevis. Estructuras de respuesta *tridimensional*. Método de Talwani-Ewing y de prismas verticales de Nagy. Modelos 2.5D.

**8.** Exploración mediante *Métodos Magnéticos*. Objetivos y aplicaciones prácticas. Síntesis de principios físicos y definiciones. Sistemas de unidades. Vectores de campo, intensidad de magnetización e inducción magnética. Susceptibilidad magnética. Dipolos magnéticos. Potencial escalar magnético dipolar.

**9.** Revisión de conceptos geomagnéticos. Campo principal de origen interno, campo de origen externo y campo anómalo. Variaciones temporales: secular, diaria lunisolar, tormentas, etc. Intensidad, inclinación, declinación.

**10.** Propiedades magnéticas de la materia. Tipos de magnetismo. Minerales causantes de anomalías magnéticas. Susceptibilidad magnética de minerales y distintos tipos de rocas. Magnetismo remanente y coeficiente de Königsberger. Importancia de la isoterma de Curie.

**11.** Obtención y tratamiento de los datos magnéticos. Relevamientos terrestres y aéreos. Tipos de magnetómetros y su precisión. Operaciones de campo. Correcciones temporales por variación secular y diurna. Modelos globales para el campo geomagnético principal: IGRF y WMM, su actualización y utilización. Índices de actividad magnética y pronósticos.

**12.** Definición de anomalías vectoriales y anomalías escalares de intensidad total. Interpretación física y geométrica. Significado de sus signos. Propiedades matemáticas. Mapas de isoanómalas. Interpretación cualitativa. Procesamiento y separación de anomalías. Reducción al polo. Procesos especiales.

**13.** Modelado de anomalías magnéticas. Conceptos generales del problema magnético directo bidimensional. Parámetros de influencia sobre la forma e intensidad de las anomalías. Cálculo de anomalías magnéticas vectoriales y escalares para estructuras bidimensionales mediante el método de Talwani-Heirtzler. Relación de Poisson. Algoritmo de Won-Bevis. Modelos 3D.

**14.** Técnicas de inversión aplicadas a la interpretación de datos geofísicos. Problemas directo e inverso en Geofísica. Discretización y parametrización. Espacio de los datos. Espacio del modelo. No-unicidad de la solución. Resolución de problemas inversos *lineales* sobredeterminados: a) Inversión lineal mediante mínimos cuadrados no restringidos (solución de Gauss-Newton); b) Inversión lineal mediante mínimos cuadrados introduciendo regularización de Marquardt-Levenberg e información a priori. Inversión de problemas *no lineales* mediante métodos locales: soluciones de Gauss-Newton, máxima pendiente (SD), Marquardt-Levenberg y su relación. Métodos de búsqueda global: tipo Montecarlo, Hill Climbing, Simulated Annealing. Inversión conjunta.

En todos los casos los temas se complementan con el análisis y discusión de ejemplos y problemas reales publicados en libros y revistas geofísicas de primer nivel. Durante el desarrollo de los trabajos prácticos se resuelven problemas teórico-prácticos y se implementan técnicas de procesamiento, modelado e inversión con datos sintéticos y reales.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

1. Biegert E. K., Millegan P.S., Beyond recon: the new world of gravity and magnetics, The Leading Edge, 17 (1), 41- 42, (1998).
2. Blakely R., Potential theory in gravity and magnetic applications, Cambridge University Press, (1996).
3. Davis J., Statistical data analysis in Geology, John Wiley and Sons, New York, (1986).
4. Dobrin M., Savit C., Introduction to Geophysical Prospecting, 4th. Edn., McGraw-Hill Book Co., (1988).
5. Fowler C.M., The solid Earth. An introduction to global Geophysics, Cambridge Univ. Press, (1990).
6. Gibson R.I. and Millegan P.S. (Eds), Geologic applications of gravity and magnetics: Case Histories, SEG Geophysical References Series, No. 8, (1998).
7. Grant F., West G., Interpretation theory in applied Geophysics, McGraw-Hill Book Co., (1965).
8. Hinze, W., Von Frese, R. and Saad, A. Gravity and Magnetic Exploration: Principles, Practices, and Applications. Cambridge, (2014).
9. Journel A., Fundamentals of Geostatistics in five lessons. American Geophysical Union, Short Course Series, (1989).
10. Lowrie W., Fundamentals of Geophysics, Cambridge University Press (1997).
11. Meju M., Geophysical data analysis: understanding inverse problem, theory and practice, S.E.G. Course notes series, vol. 6., (1994).
12. Menke W., Geophysical data analysis. Discrete inverse theory, Academic Press (1984).
13. Naidu P., Mathew M., Analysis of geophysical potential fields. A digital signal processing approach. Elsevier (1998).
14. Nettleton L.L., Gravity and magnetics in oil prospecting, McGraw-Hill Book Co., (1976).
15. Oppenheim A., Schaffer, Digital signal processing, McGraw-Hill Book Co., (1975).
16. Reynolds, J.M. An introduction to applied and environmental geophysics. 2nd. Edition. Wiley-Blackwell (2011).
17. Schön, J.H. Physical properties of rocks, Handbook of Geophysical Exploration, 18, Elsevier (1996).
18. Sharma, Prem V., Environmental and engineering geophysics, Cambridge Univ. Press, (2002).
19. Telford W., Geldart L., Sheriff R., Applied Geophysics, 2nd. Edn. Cambridge University Press, (1990).
20. Torgue W., Gravimetry, Walter de Gruyter, (1989).

### Trabajos en revistas

21. Bott M.H.P., Solution of the linear inverse problem in magnetic interpretation with application to oceanic magnetic anomalies, Geophys. J. R. astr. Soc., 13, 313 - 323, (1967).
22. Brocher T., Empirical Relations between Elastic Wavespeeds and Density in the Earth's Crust, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 95, No. 6, pp. 2081–2092, December (2005).
23. Cady J., Calculation of gravity and magnetic anomalies of finite-length right polygonal prisms, Geophysics 45(10), 1507-1512, (1980).
24. Corbató C.E., A least squares procedure for gravity interpretation, Geophysics, 30, 228-233, (1965).
25. Eventov L., Applications of magnetic methods in oil and gas exploration, The Leading Edge, 16 # 1, 489-492, (1997).
26. Gardner G., Gardner L., Gregory A., Formation velocity and density- the diagnostic basics for stratigraphic traps, Geophysics, 39 # 6, 770-780, (1974).

27. Götze H.J, Lahmeyer B., Application of three dimensional interactive modeling in gravity and magnetics, *Geophysics*, 53 # 8, 1096-1108, (1988).
28. Hinze, W. et al. New standards for reducing gravity data: the North American gravity database, *Geophysics*, 70(4), J25-J32, (2005).
29. Hubbert M.K., A line integral method of computing the gravimetric effects of two-dimensional masses, *Geophysics*, 13, 215-225, (1948).
30. Johnson W., Least Squares method of interpreting magnetic anomalies caused by two dimensional structures, *Geophysics*, vol. 34 # 1. 65-74, (1969).
31. Legge J., A proposed least squares method for the determination of the elevation factor, *Geophys.* 9,175-179, (1944).
32. Nagy, D., The gravitational attraction of a right rectangular prism, *Geophysics*, 31(2), 362-371, (1966).
33. Nettleton L.L., Determination of density for reduction of gravimeter observations, *Geophysics*, 4, 176-183, (1939).
34. Roy L., Sen M, Blankenship D, Stoffa P and Richter T., Inversion and uncertainty estimation of gravity data using simulated annealing: an application over Lake Vostok, East Antarctica. *Geophysics*, 70, J1-J12, (2005).
35. Sideris M.G., Computation of gravimetric terrain corrections using FFT techniques, Msc Thesis, University of Calgary, (1984).
36. Siegert A.J., Determination of the Bouguer correction constant, *Geophys.* 7, 29-34, (1942).
37. Talwani M., Worzel J., Landisman M., Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino Submarine fracture zone, *J.G.Res.*, 64 #1, 49-59, (1959).
38. Talwani M., Heirtzler J., Computation of magnetic anomalies caused by two dimensional structures of arbitrary shape, *Computers and the mineral industries, Part 1, Stanford Univ. Public. Geol. Sci.*, v.9 #1, 464-480, (1964).
39. Talwani M., Computation with the help of a digital computer of magnetic anomalies caused by bodies of arbitrary shape, *Geophysics.*, 30 (5), 797-817, (1965).
40. Won I., Bevis M., Computing the gravitational and magnetic anomalies due to a polygon: algorithms and fortran subroutines, *Geophys.* 52 #2, 232-238, (1987).