

**Programa del curso de postgrado y Doctorado:
“SENSORES REMOTOS Y SU APLICACIÓN EN GEOLOGIA”**

*Por: DANIEL J. PÉREZ
Laboratorio de Tectónica Andina (IDEAN)
Departamento de Ciencias Geológica - FCEN - UBA*

I. PARTE TEÓRICA

1. INTRODUCCIÓN

Definición de Sensores Remotos. Fuentes de los datos. Antecedentes históricos. Desarrollo actual. Componentes de un sistema de Sensores Remotos. Principales aplicaciones.

2. ENERGIA Y PRINCIPIOS DE RADIACIÓN.

Radiación Electromagnética (REM). Espectro Electromagnético (EEM). El Color. Colores aditivos y sustractivos. La Atmósfera. Interacciones de la radiación y la atmósfera. Propiedades de las ondas electromagnéticas. Reflexión. Absorción. Transmisión. Dispersión. Dispersiones Rayleigh, Mie y No Selectiva. Interacción de la Energía con la superficie de la Tierra. Firma o signature espectral. Energía reflejada. Reflexión especular. Reflexión difusa (Lambertian). Interacción de la Energía con los materiales. Signatura o firma espectral. Visible, infrarrojo cercano, medio y termal). Interacción de la radiación electromagnética con la Vegetación, el Suelo, el Agua, las rocas y minerales.

3. SISTEMAS DE SENSORES Y METODOS DE PERCEPCIÓN REMOTA.

Sensores activos y pasivos. Sensores de barradura y de no-barradura. Sensores fotográficos (no-generan imágenes y generadores de imágenes) y no-fotográficos. Radiómetros no generadores de imágenes. Radiómetros generadores de imágenes.

4. ADQUISICIÓN DE DATOS Y ESTRUCTURA DE LA IMAGEN.

Estructura de una imagen. Carácter digital. Sistema de coordenadas, líneas “rows” y columnas “samples”. Pixel “picture element”. Número Digital DN “digital number”. Principales Formatos de las imágenes digitales: BSQ, BIL, BIP. Resolución de una imagen. Resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal.

5. SATÉLITES y SENSORES.

Satélites de órbita baja, científicos, geoestacionarios de telecomunicaciones y meteorológicos, EOS AM. El satélite TERRA, sensores CERES, MOPITT, MISR, MODIS, ASTER. Satélite LANDSAT, sensores MSS, TM, ETM+. Satélites Noaa, Goes, Spot. Ikonos. RADARSAT. JERS-1. ERS. SAC.

El sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emisión and Reflection Radiometer*). Tipos de imágenes ASTER. Productos ASTER. Comparación entre ASTER y otros sensores. Niveles ASTER L1A y L1B. Conversión de (números digitales) DN para Radiancia. Procedimientos para la adquisición de los Datos ASTER. Estereoscopia y generación de DEM con imágenes ASTER Bandas estereoscópicas de ASTER. VNIR, SWIR, TIR & ASTER DEM. Respuesta de espectros ASTER. Obtención de valores de reflectancia. Ejemplos de espectros minerales. Vegetación y suelos de laboratorio, USGS, JHU. Re-muestreo (Resampled) equivalente a espectros de ASTER. *Librerías espectrales VNIR & SWIR*.

6. TRATAMIENTO DIGITAL DE LAS IMÁGENES.

Histograma de una imagen. Unidimensional y multidimensional. Contraste de una imagen. Transferencia de contraste. Aumento lineal de contraste. Color. Tonalidad. Textura. Contexto. Proceso digital del color. Blanco y negro, color y falso color. Filtros. Paso alto y paso bajo. Filtros de borde. Suavizado. Refuerzo de bordes. NDVI (Índices de vegetación). Tasseled Cap.

7. EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN.

Cocientes de bandas. Clasificación multiespectral. Supervisada. No supervisada. Métodos Mixtos. Operaciones aritméticas: substracción de bandas, cociente de bandas, índices de bandas. Análisis por componentes principales. Clasificaciones: multiespectrales e hiperespectrales. Clasificación Spectral Angle Mapper (SAM); Mixed Tuned Matched Filtering (MTMF).

8. CORRECCIONES DE IMÁGENES.

Correcciones geométricas, atmosféricas. Georeferenciación y ortorectificación. Sistemas de proyección, datum. Modelos de elevación Digital. Mosaicos. Problemas y soluciones de las imágenes ASTER.

9. APLICACIONES.

Exploración de hidrocarburos. Uso del suelo. Estudios agronómicos
Estudios ambientales. Estudio de la hidrosfera. Prospección minera. Evaluación de daños ocasionados por fenómenos naturales.

10. BIBLIOGRAFÍA

11. PROGRAMAS específicos para procesar datos de imágenes.

- ERMapper.
- ENVI.
- ERDAS.

12. Evaluación/examen final.

Desarrollo de un proyecto.

II. PARTE PRÁCTICA

1. Introducción al Programa ENVI.
2. Introducción a Datos ETM / TM / ASTER.
3. Imágenes Pseudocolor y Color.
4. Introducción a Datos Pancromáticos y Vectores.
5. Importación y exportación de datos.
6. Histogramas de imágenes. Filtros. Mosaicos.
7. Rectificación y georeferenciación de imágenes.
8. Clasificación de Imágenes multiespectrales.
9. Clasificación supervisada y no supervisada.
10. Clasificación de Imágenes SAM, MNF.
11. Mapas vectoriales en imágenes georeferenciadas.
12. Desarrollo de un Proyecto (*Examen*).

El desarrollo de los ejercicios de los trabajos prácticos del curso, están basados en los Tutoriales del programa ENVI y desarrollados con el programa ENVI.

Los procesamiento realizados en las prácticas, se realizan con imágenes de los sensores LandSat MSS, TM, ETM y Landsat 8. También se utilizan imágenes del sensor ASTER.

Se realizará una evaluación/examen final, mediante el desarrollo de un Proyecto. El mismo está planteado con aplicación de los procesamiento vistos en clase, con la finalidad de poder unir todos los conceptos adquiridos en el curso y poder realizar el procesamiento de una imagen y resolver algún tema en particular. Se utilizan imágenes de los sensores según el objetivo, TM, ETM, ASTER.

Los tipos de objetivos en relación al proyecto pueden ser; 1) mapeo geológico y estructural; 2) prospección de blancos de alteración, 3) ambiental; 4) investigación; 5) biología; 6) agronomía; 7) urbanismo; 8) ambiental; etc.. Todos los proyectos/examen, son presentados por los alumnos, y expuestos mediante una presentación de los datos analizados y sus resultados y conclusiones.

Finalmente cada uno de los proyectos pasa a formar parte de una base de datos, expuesta y disponible en la página web oficial del curso, la cual pasa a ser parte de la biblioteca de todos los proyectos, desarrollados desde los inicios del dictado del Curso de Sensores Remotos y sus Aplicaciones en Geología.

BIBLIOGRAFÍA

Canada Centre for Remote Sensing/Natural Resources Canada (1997). GlobeSAR2 Radar Image Processing and Information Extraction Workbook Version 1.2. Ottawa, Ontario, Canada.

Chuvieco, E. Fundamentos de Teledetección Espacial. Rialp. 3Ed España. 1996. 568 p.

Chuvieco, E. Teledetección Ambiental. Ariel. España. 2002. 586 p

Clark, R. N., King, T.V., Klejwa, M. and Swayze, G. A., 1990, high spectral resolution spectroscopy of minerals, Journal of geophysical research, v95, pp. 12653 – 12680.

Clark, R. N., 1999, Spectroscopy of rocks and minerals and principles of spectroscopy, derived from: Manual of remote sensing, USGS, open report file.

Clark, R. N., Swayze, G.A., Gallagher, A., Gorelick, N. and Kruse, F. A., 1991, Mapping with imaging spectrometer data using the complete band shape least squares algorithm simultaneously fit to multiple

- spectral features from multiple materials: in Airborne visible / Infrared imaging spectrometer (AVIRIS) workshop, JPL publication 91-28, pp 2-3.
- Crosta, A. P., Sabine, C and Taranik, J. V., 1998, Hydrothermal alteration at the bodie, California, Using AVIRS Hyperspectral data, Remote sensing env., 65 , pp 309 – 319.
- Goetz, A.F.H., Vane, G., Solomon, J.E., Rock, B.N., (1985) "Imaging Spectrometry for Earth Remote Sensing", Science, 228, no 4704, pp. 1147-1153,.
- Goetz, A.F.H., 2009. Three decades of hyperspectral remote sensing of the Earth: a personal view Remote Sensing of Environment, 113 (2009), pp. S5-S16
- Jensen, J.R. (2007). *Remote sensing of the environment: an Earth resource perspective* (segunda edición). Prentice Hall.
- Jensen, J.R. (2005). *Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective* (3ª edición). Prentice Hall.
- Jensen, J. R., 2015, Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective (4th Edition). Publisher: Prentice Hall; 4th edition.
- Kruse, F. A., 1988, Use of Airborne Imaging Spectrometer Data to Map Minerals Associated with Hydrothermally Altered Rocks in the Northern Grapevine Mountains, Nevada and California: Remote Sensing of Environment, v. 24, no. 1, pp. 31-51.
- Kruse, F.A., 1989, spectral mapping with Landsat Thematic Mapper and imaging spectroscopy for precious metals exploration. Proceedings of the seventh Thematic Conference on Remote \ Sensing for exploration geology, Calgary, Alberta, (Ann Arbor: Erim), pp. 17-28.
- Kruse, F. A., Lefkoff, A. B., and Dietz, J. B., 1993, Expert System-Based Mineral Mapping in northern Death Valley, California/Nevada using the Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS): Remote Sensing of Environment, Special issue on AVIRIS, May-June 1993, v. 44, p. 309 - 336.
- Kruse, F. A., Lefkoff, A. B., Boardman, J. W., Heidenbrecht, K.B., Shapiro, A. T., Barloon, J.P. & Goetz, A. F.H., 1993, The spectral Image processing system SIPS) – Interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data: Remote Sensing Environment, v. 44, pp. 145-163
- Kruse, F. A., Boardman, J. W., and Huntington, J. F., 1999, Fifteen Years of Hyperspectral Data: northern Grapevine Mountains, Nevada: in Proceedings of the 8th JPL Airborne Earth Science Workshop: Jet Propulsion Laboratory Publication, JPL Publication 99-17, p. 247 - 258
- Kruse, F.A., 2012. Mapping surface mineralogy using imaging spectrometry. Geomorphology 137, 41–56.
- Lillesand, T. Remote Sensing and Image Interpretation. Ralph W. Kiefer. 4 Ed. 2000 Mora, H. Sensores Remotos. En: Modulo Geomática y Demografía. Manizales, Colombia. 2007. 25 p.
- Lillesand, T.M.; R.W. Kiefer, and J.W. Chipman (2003). *Remote sensing and image interpretation* (5.ª edición). Wiley.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J. W., 2015, Remote Sensing and Image Interpretation, Publisher: John Wiley & Sons; 7th edition. ISBN-13: 978-1118343289
- NASA The remote sensing tutorial (<http://rst.gsfc.nasa.gov/start.html>)
- PérezJ., A.P. Crósta; G. Marín, 2002. Análisis de imágenes hiperespectrales Aviris en la identificación de recursos naturales, ejemplo de Los Menucos (67°51'W-40°53'S), Provincia de Río Negro. XV° Congreso Geológico Argentino, El Calafate, Argentina.
- Sabins,F.F., 1997, *Remote Sensing: Principles and Interpretation* (3rd edition), W.H. Freeman and Company, New York.
- Spatz, D.M., 1997, Remote sensing characteristic of the sediment- and volcanic-hosted precious metal systems: imagery selection for exploration and development, Int. J.of Remote sensing, v18, 7, pp 1413 – 1438.
- Taranik, J.V. y Crósta, A.P., 1996. Remote sensing for geology and mineral resources: an assessment of tools for geoscientists in the future. In: XVIII ISPRS Congress, Viena. Procceding, 10p.



Dr. DANIEL J. PEREZ
Dpto. Cs. Geológicas - U.B.A.

Dr. Daniel J. Pérez