

**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**  
*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*  
*Departamento de Ciencias Geológicas*

***Levantamiento Geológico y Cartografía***

**Plantel Docente:** José Sellés Martínez, Ernesto Cristallini, Ana Vrba y Carlos Herrmann, Teresa Saint Pierre.

***Objetivos fundamentales de la materia***

Al finalizar la materia los alumnos deben:

- Saber levantar datos de campo construyendo mapas, secciones y perfiles esquemáticos y tomando toda la información necesaria en sus libretas de campo.
- Saber construir mapas preliminares en base a fotografías aéreas e imágenes satelitales.
- Saber construir mapas geológicos completos.
- Saber leer e interpretar mapas geológicos, topográficos y temáticos.
- Saber distribuir tareas en un trabajo cartográfico en equipo. Saber trabajar en equipo.

***Introducción a la materia***

En la materia los alumnos deben aprender las técnicas y rutinas básicas de la recolección de información geológica. Los datos recolectados serán la base sobre la cual se armarán ideas, teorías e interpretaciones tanto propias como de terceros, se programarán obras, explotaciones mineras y de hidrocarburos, y se tomarán medidas que puedan afectar la vida de ciudadanos y también el medio ambiente. Por esta razón la recolección de los datos geológicos tiene que ser hecha con mucha responsabilidad así como también su presentación tiene que hacerse con mucho cuidado ya que debe ser comprendida por cualquier geólogo o profesional afín y no sólo por quien recolectó los datos. Sólo se comprende la importancia de la planta baja de un rascacielos cuando se quieren construir los pisos siguientes de mismo. Quien los construya debe poder conocer perfectamente los planos de la planta baja ya que de lo contrario podían desmoronarse. De esto, deben tomar conciencia los alumnos, y si lo hacen la materia les resultará sencilla y sumamente útil para su labor profesional.

La geología es una ciencia relativamente fácil de estudiar, sin embargo es muy difícil ser un/a buen/a geólogo/a. Esto se debe fundamentalmente a que la información en geología no es tan clara ni fácil de obtener. En muchos casos es confusa y las descripciones y el levantamiento de los datos son difíciles de hacer. En el campo usualmente se presentan dos problemas mayores que se aprenderán a resolver en esta materia. Uno es que la cantidad de información posible de levantar es infinita pero incompleta. Esto significa que se podría trabajar una vida entera en un afloramiento sin terminar de obtener la información disponible y además sin llegar a comprender lo que sucede. Esto afortunadamente tiene una solución que es la de saber elegir la escala de observación justa para el tipo de trabajo a realizar y filtrar con nuestro conocimiento la información que no es necesario levantar. El ojo humano, bien adiestrado, es una de

las principales herramientas de filtro y medición de la que vamos a disponer. También es una herramienta que mal utilizada puede ser muy peligrosa. El otro problema importante es cómo volcar esa información en las libretas y mapas de campo para que pueda ser entendida ya sea por el propio geólogo o por otros en el futuro. Éste va a ser uno de los objetivos más importantes de la materia.

Los trabajos de campo son en general únicos y si se toma conciencia de eso su registro será realizado con conciencia y dedicación. Una campaña es en general cara y por lo tanto no se vuelve al mismo lugar. Si se hace, seguramente va a ser después de un tiempo importante (meses o años). Por esta razón hay que tener un objetivo claro de qué datos recolectar ya que después, si falta alguno, es muy difícil volver para obtenerlo. No se puede confiar el registro de datos a la memoria ya que esta es sumamente traicionera aún pocas horas después de hecha la observación. Hay que tener presente que la información geológica es en general tridimensional y direccional. El cambio constante de ubicación en el campo, de luces y sombras y por ende de colores hace sumamente difícil recordar aún datos sencillos y binarios como podría ser si algo inclina para el este o el oeste.

El/la geólogo/a va a disponer de instrumentos sencillos o complejos para el levantamiento dependiendo del objetivo del mismo. A lo largo de la materia se adiestrará a los alumnos en el conocimiento y uso de los mismos. Los cambios tecnológicos constantes hacen que no tenga sentido que los alumnos estudien en detalle el funcionamiento de algunos equipos en particular ya que probablemente los mismos sean obsoletos en pocos años. En cambio, si deben conocer los fundamentos teóricos y aprender a manejarse con los manuales de los equipos extrayendo la información necesaria y sabiendo que buscar en ellos.

### ***Programa actualizado de clases teóricas***

Presentación del plantel docente. Planificación de horarios, parciales, finales y viaje de campo. Exigencias. Introducción a la materia. Objetivos de la materia. Orden de la materia y vistazo general de los temas.

Introducción histórica a la cartografía. Evolución de la cartografía en el tiempo. Impacto de las diferentes necesidades en la evolución de la cartografía.

Determinación de la escala de trabajo. Escalas regionales vs. escalas locales. Escala numérica y escala gráfica. Cálculos para la transformación de escalas, regla de tres simple. Transformación gráfica de escalas: porcentajes de reducción-ampliación en fotocopias, gráficos escaneados y utilización de programas gráficos. Introducción a las escalas variables según la proyección. Escalímetro, compás. Importancia de la escala gráfica en mapas esquemas y fotografías de campo.

La tridimensionalidad de la información geológica. Geodesia. La necesidad de contar con proyecciones claras y sencillas. Ventajas y limitaciones de los distintos sistemas de proyección. Coordenadas geográficas, latitud y longitud. Sistema Gauss Kruger. Sistema Universal Transverse Mercator (UTM). Representación cartográfica del globo. Radios terrestres. Geoide. Elipsoide de referencia. Campo Inschauspe, WGS-84, etc.

Topografía. El mapa topográfico. Tipos de medidas topográficas. Medidas directas e indirectas. Tipos de errores. Valoración de la importancia relativa del error según la escala de trabajo. Medidas lineales. Taquímetros, telémetros ópticos, telémetros láser.

Introducción a los aparatos topográficos: teodolito, nivel, plancheta, brújula, estación total, GPS, altímetro.

Cálculo de cota topográfica, puntos acotados (IGM). Norte geográfico y magnético. Declinación. Cartas isógonas. Obtención de la declinación mediante el uso de un GPS.

Donde obtener mapas topográficos. Confiabilidad de los mapas topográficos. Modelos de elevación digital del terreno (*Digital Elevation Models: DEM*). Interferometría de imágenes radar una tecnología de punta para obtener DEM de alta calidad. Donde conseguir DEMs de argentina.

El mapa topográfico, su confección manual. Programas de interpolación. Métodos numéricos de interpolación.

Distancia inversa a una potencia, vecino más cercano, *kriging*, regresión polinómica, triangulación con interpolación lineal, etc. Ventajas y desventajas de cada uno.

Mapeo estructural y de zonas metamórficas. Toma de datos de rumbos e inclinaciones de planos de falla y estratificación, medición de estrías y direcciones de movimiento. Medición de ejes de pliegues. Proyección de pliegue perpendicular a su eje (*down plunge projection*). Método numérico.

Densidad de datos necesarios en un mapa, extrapolación *in situ* de datos. Mediciones a la distancia. Proyección estereográfica. Sistemática de la toma de datos. La importancia de los esquemas en la libreta de campo. Medición de indicadores de movimiento (indicadores cinemáticos en rocas frágiles y dúctiles). ¿Cómo dibujar secciones estructurales esquemáticas en el campo?. Medición de esquistocidades y foliaciones en rocas dúctiles. Zonaciones. Toma de muestras orientadas.

Mapeo de rocas sedimentarias y estratificadas. Medición de espesores reales y aparentes. Cálculo de espesores reales. Medición de inclinaciones reales y aparentes. Cálculo de inclinaciones reales. Espesores medidos y espesores estimados. Medición de indicadores de paleocorrientes. Gráficos de roseta asociados. Sistemática de la toma de datos. Levantamiento de perfiles sedimentarios, reglas básicas. Metodologías de conteo de clastos en el campo. La importancia de los esquemas en la libreta de campo.

Mapeo de rocas ígneas. Determinación de la forma de los cuerpos. Importancia del mapeo del contacto entre cuerpos intrusivos y rocas de caja. Muestreo de rocas ígneas, ¿cómo obtener muestras no alteradas?.

El uso de las fotografías aéreas en el mapeo geológico. Distorsión de las fotografías. Calidades, escalas y alturas de vuelo. Donde obtener fotografías aéreas. Como orientar fotografías aéreas de acuerdo a luces y sombras. Como orientarse en el campo en una fotografía aérea.

Estereoscopía. Exageración vertical de las fotos aéreas. Determinación de inclinaciones aproximadas. Separación de litologías. Determinación de geoformas. Ventajas de las fotografías aéreas frente a las imágenes satelitales.

El uso de las imágenes satelitales en el mapeo geológico. La ortogonalidad de las imágenes satelitales. Altitud de las orbitas. Tipos de imágenes satelitales. Satélites más comunes.

Sensores multiespectrales e hiperespectrales. Ventajas de cada uno. Diferenciación de litologías vs. identificación de litologías según su patrón espectral. Colores verdaderos y falsos colores. Visualización RGB. Imágenes radar. Interferometría de imágenes radar y su uso en topografía. Visualizaciones 3D, importancia en geomorfología y determinación de estructuras. Ventajas de las imágenes satelitales frente a las fotografías aéreas.

El uso de las fotografías aéreas y de las imágenes satelitales en los mapas preliminares de campo. Ventajas de ir al campo con material aéreo y satelital. Restitución óptica de fotografías aéreas. Restituciones numéricas de fotografías aéreas escaneadas. Georeferenciación de imágenes satelitales y de fotografías restituidas. Programas ERDAS, ER MAPPER y MAPINFO. Las ortofotos y las cartas imagen. Donde se consiguen.

Introducción a la cartografía geológica. Levantamiento de campo. Materiales necesarios. Instrumentos más comunes en el levantamiento geológico. La herramienta más preciada: el ojo humano y su calidad de calificar, cuantificar y filtrar información. La libreta de campo como un informe que debe ser comprendido por cualquier geólogo.

Rutinas de campo. Sistemática en la toma de datos. Que datos se deben tomar según la escala de trabajo. El mapa de campo. Introducción al uso de la fotografía aérea y de la imagen satelital en el campo. Orientación.

La brújula geológica. Distintos tipos de brújulas y sus utilidades. Medición de rumbos e inclinaciones de planos; directamente sobre el plano y a la distancia. Medición de direcciones de buzamiento y buzamiento de rasgos lineales. Sistemática en el registro de los datos para poder ser entrados rápida y simplemente a un programa de proyección. Tipos de programas, sus ventajas y desventajas.

El posicionador satelital (*Global Position System: GPS*). Principios, tecnología y funcionamiento. Como utilizar el GPS para medir posiciones. Cambio de sistemas de coordenadas. Utilización del GPS para obtener el norte geográfico y magnético. Navegar desde y hacia puntos. Medidas hechas con GPS. Errores y sus importancias respecto a la escala de trabajo. Mapeo hecho con GPS y computadora. Alturas calculadas con GPS. GPS más altímetro: una buena combinación. GPS diferencial. Estaciones fijas continuas. (Ej. monitoreo de deformaciones intracontinentales con GPS diferencial). La plancheta, principios, características y ventajas. Utilización en la cartografía geológica.

Elaboración de un proyecto de trabajo de campo. Análisis bibliográfico y cartográfico previo a la visita al campo. Construcción de un mapa geológico preliminar en base a fotografías aéreas, imágenes satelitales o ambas. La importancia de la carta topográfica. Identificación de áreas problema para visitar en el campo. Análisis de accesibilidad de áreas problemas. Planificación de las tareas de campo. Equipamiento necesario y logística. Lista de material recomendado para llevar al campo. La libreta de campo: un informe geológico. Análisis bibliográfico y cartográfico posterior a la visita al campo. Tareas de gabinete. Redacción de informes y confección de mapas finales.

Mapas geológicos. Generalidades. Simbologías y signos cartográficos normados y estándares. Normas gráficas. Normas de colores. La importancia de la base topográfica en el trazo y diseño de los afloramientos. Regla de la "V". Contornos estructurales. Relaciones de contactos: intrusivos, discordancias y fallas. Bloques

diagramas, su construcción a partir de mapas geológicos y topográficos. Programas de visualización 3D (ej. MAPINFO).

Las hojas geológicas. Donde conseguirlas. Programa Cartográfico Nacional, grado de avance: distintas generaciones de hojas geológicas, ventajas de cada una. Cartografía digital, donde se consiguen mapas digitales de argentina y el mundo. Webs relacionadas.

Mapas temáticos. Interacción entre el geólogo y otros profesionales en proyectos "temáticos". Mapas hidrogeológicos, ambientales, de riesgo geológico, geoquímicos, metalogénicos, edafológicos. Mapas tectónicos y paleoambientales, proyecciones globales, programas de proyección.

Mapeo de zonas de alteración. Relevamiento minero. Mapas de superficie y mapas subterráneos. Instrumental topográfico minero. Cálculos volumétricos de zonas mineralizadas (cubicaciones). Programas para calculo de volúmenes de cuerpos irregulares.

Mapas utilizados en la industria del petróleo. Mapas base, isocrónicos, estructurales, isopáquicos, mapas sísmicos, mapas de coherencia sísmica, mapas de atributos sísmicos. Formatos de transferencia en la industria.

Sistema de información geográfica (SIG o GIS). Ventajas de tener la información organizada en un GIS. Cual es la información que debemos introducir en un GIS. En que casos el GIS es una necesidad. Que se le debe exigir a la compañía que genera el GIS. Programas comunes de GIS (ARCINFO, ACVIEW, MAPINFO, etc.). Búsquedas en GIS. GIS en la Web. GIS públicos vía INTERNET. Formatos gráficos: EPS, PS, CGM, WMF, GIF, TIF, JPG, PCX, DXF, etc. Transformación de formatos gráficos.