

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO**

PROGRAMAS

AÑO 2014

Cátedra de LEVANTAMIENTO GEOLOGICO

Profesor DR. HORACIO ECHEVESTE



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO
CÁTEDRA DE LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO**

1- Propuesta metodológica, carga horaria y plantel docente

Cursada de régimen anual en la modalidad especial teórico-práctico

Carga horaria obligatoria total:

Clases teórico –prácticas: 4 horas semanales, por 32
semanas, total 128 horas

Trabajo de campo: 11 días por 8 horas diarias: 88 horas

Carga horaria total anual: 216 horas.

Clases de consulta optativas: 2 horas semanales, por 26 semanas, total 52 horas.

Nombre del Profesor Titular: Dr. Horacio Echeveste

Cargos y nombres de la planta docente:

Profesor Adjunto:	Dr. Luciano López
Jefe de Trabajos Prácticos:	Dr. Andrés Bilmes
Ayudantes de primera:	Dr. Reinaldo Moralejo
	Lic. Guillermo Villate
	Lic. Joaquín Nigro
	Lic. Leonardo Sierra

Mail de contacto de la Cátedra: hecheves@inremi.unlp.edu.ar

Blog de la Cátedra: <http://blogs.unlp.edu.ar/levantamientogeologico/>

2- Contenido global del curso y fundamentación de la asignatura en relación al diseño curricular vigente, y a su articulación tanto horizontal como vertical con otras asignaturas.

La asignatura Levantamiento Geológico es una materia básica obligatoria de las áreas de Geología, Geoquímica y Paleontología. Es de régimen anual del ciclo básico de las Licenciaturas de Geología, Geoquímica y Paleontología y optativa de la orientación Antropología. En función del esquema de correlatividad vigente se cursa en el cuarto año de las carreras de Geología y Paleontología y en el quinto año en la de Geoquímica.

Para cursar Levantamiento Geológico, los alumnos de las carreras de Geología y Geoquímica deben tener como materias aprobadas: Física, Matemática, Estadística y Mineralogía y como materias cursadas: Sedimentología, Petrología I, Petrología II y Geología Estructural. Para Paleontología se exigen las cursadas de Rocas Sedimentarias y Geología Estructural.

El contenido curricular apunta a impartir conocimientos fundamentales para poner al alcance del alumno diferentes métodos de adquisición, procesamiento y análisis de datos de campo, con especial énfasis en lo que respecta a datos geológicos y a la construcción de mapas e informes geológicos. Estos contenidos curriculares hacen de la asignatura Levantamiento Geológico una parte indispensable a la formación geológica en el campo. Se propone que con los aprendizajes adquiridos al final del curso los estudiantes puedan realizar un trabajo integrador, con la perspectiva de aplicarlo más adelante en la actividad científica o profesional.

Levantamiento Geológico comprende una compleja articulación de saberes y capacidades en sentido vertical y horizontal. Respecto a años anteriores articula con materias iniciales, como Fundamentos de Geología, donde los alumnos adquieren los

saberes referidos a ubicación espacial de los objetos y su representación en planos (Topográficos y Geológicos). Asimismo la materia se relaciona con materias de tercer año de la currícula, focalizadas en la identificación y clasificación de rocas (Petrología I, Petrología II y Sedimentología), así como los productos de la deformación que operaron sobre ellas (Geología Estructural). Por su parte, el contenido de la materia se vincula horizontalmente con las materias Geomorfología, Geología de Yacimientos e Hidrogeología, ya que en todas ellas se utilizan conceptos de ubicación espacial de rasgos geológicos. Por último, los conceptos delineados en esta asignatura, están planificados para que sirvan de articulación con algunas materias más avanzadas de la carrera, como lo son las asignaturas Geología Económica, Geología Argentina y Geología de Combustibles (todas ellas dictadas en el quinto año de la carrera)

3- Objetivos generales y/o específicos que se espera alcance el alumno al finalizar la asignatura.

El curso de Levantamiento Geológico propende generar un espacio de aprendizaje donde el alumno alcance una serie de aptitudes metodológicas y conceptuales que le permitan desenvolverse con solvencia en tareas de mapeo geológico. La propuesta de la cátedra es brindar saberes, herramientas y metodologías que posibiliten a los estudiantes, por un lado, la adquisición y procesamiento de datos de campo y por el otro la producción e interpretación de un mapa geológico con toda la información anexa que lo compone (mapas topográficos, columnas sedimentológicas, perfiles geológicos e informe explicativo). De ello resulta que esta asignatura se establece como metodológicamente transversal para las tareas geológicas de campo, atravesando algunas sub-disciplinas geológicas.

Para ello se proponen actividades donde se resalte la importancia de realizar descripciones y análisis geológicos a diferentes escalas. En función de los objetivos de cada trabajo se usarán técnicas de georreferenciación de distinto grado de precisión. Estas actividades tendrán como fin integrar diferentes elementos geológicos en forma sistemáticamente ordenada, a partir de los cuales se realizará la reconstrucción geológica de la región estudiada.

Tal concepción representa, por un lado, una herramienta básica para la presentación de información geológica ordenada de una región y por otro, un eficiente instrumento de investigación que permite interpretar aquellos rasgos geológicos que, debido a su magnitud, no pueden ser estudiados en un sólo afloramiento.

En síntesis, esta asignatura habrá de brindar al alumno herramientas básicas para describir la geología de una comarca, enlazando a través del carteo todas las piezas del mosaico geológico en los diversos afloramientos de la región estudiada.

En función de estos conceptos, la asignatura ha sido dividida en su desarrollo teórico-práctico, en las siguientes áreas temáticas:

- 1.- Cartografía. La carta topográfica del IGN como mapa base
- 2.- Topografía. Construcción del mapa base topográfico
- 3.- Teledetección. La foto aérea, la imagen satelital y los modelos digitales de elevación (MDE) como mapa base.
- 4.- El sistema de información geográfico
- 5.- Mapeo geológico
- 6.- Trabajo Obligatorio de Campo e Informe Geológico final

El desarrollo de cada una de estas áreas temáticas se realiza en forma progresiva y secuencial. De esta forma, primero se abordan los principios de cartografía, el uso del instrumental, los distintos métodos topográficos, elementos de teledetección, la georreferenciación y la confección del mapa base topográfico. Posteriormente los métodos del carteo geológico, estructural y minero en función de los afloramientos y



tipos de rocas y finalmente el manejo de la información gráfica y escrita mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG).

La síntesis de la enseñanza se logra mediante el Trabajo Obligatorio de Campo en el que se pretende que el alumno realice un levantamiento geológico que se vuelca en un mapa geológico, perfiles geológicos y columnas estratigráficas, todo ello acompañado del informe final.

La idea directriz que el alumno lleva al campo es que dichos estudios están basados en tres premisas:

1.- 1 Analizar cuál o cuáles serán las actividades necesarias de realizar en el campo en función de los objetivos del trabajo.

2. Recolectar datos en forma sistemática con el mayor grado de rigurosidad posible. Este acopio de información está basado en la observación, medición y descripción de los productos geológicos.

3.- Interpretar los datos relevados tomando de base bibliografía previa de la zona y bibliografía específica disciplinar y ordenar los eventos geológicos observados con lo que habrá de obtener las relaciones de edad necesarios para armar el esquema histórico de la geología de la zona.

4- Contenidos a desarrollar, según unidades temáticas.


4-1. La materia se divide en seis unidades temáticas principales o áreas interrelacionadas.

Unidad 1 - Cartografía: Introduce al alumno en el conocimiento básico de la Tierra, su forma, dimensiones y su representación cartográfica, mediante los distintos tipos de proyecciones utilizados en la Argentina y en el mundo, sistemas de coordenadas y datum. En esta unidad se desarrollan los conceptos de mapas y de escala en los trabajos geológicos.

Unidad 2 - Topografía: Comprende la representación de las formas topográficas, partiendo de las ideas fundamentales implícitas en el concepto de mapa: dirección, distancia, posición y espacio. A continuación se desarrollan los principios fundamentales de la topografía y los diversos métodos de operaciones, planimétricas y altimétricas utilizados en la construcción del mapa base topográfico. Esta extensa unidad se completa con el manejo de diferentes tipos de instrumental topográfico, frecuentemente utilizados en trabajos geológicos.

Unidad 3 - Teledetección: La misma trata los fundamentos básicos de la fotografía aérea, imágenes satelitales y modelos digitales de elevación (MDE) aplicadas a la confección del mapa base. A tal efecto se imparten conceptos básicos sobre aerofotogeología y el uso de imágenes satelitales y modelos digitales de elevación en el levantamiento geológico. Se pone especial énfasis en analizar ventajas y desventajas de cada una de estas herramientas en trabajos geológicos. Los conceptos de esta temática incluirán análisis y utilización de distintos tipos de productos, georeferenciación y procesamientos digitales básicos.

Unidad 4 - Sistema de información geográfico: Corresponde al manejo de la información geológica (gráfica y escrita) en la que se introducirá al estudiante en la aplicación del sistema de información geográfica. Así, este segmento está dedicado a la georeferenciación de la imagen satelital del sector donde se realizará la práctica de campo y su interpretación geológica. La unidad se completa con el abordaje al Informe Geológico, donde se brindan las pautas para la presentación de la información escrita de un trabajo geológico de campo. Aquí se remarca que el mapa geológico es la base del texto del informe geológico, pero en ningún caso suplementa la descripción escrita.


4

Unidad 5 - Mapeo geológico: Aquí se brindan los métodos del mapeo geológico, sujetos al tipo de trabajo a desarrollar, al objetivo, a la escala, al tipo de afloramientos, los tipos de rocas, la deformación que se registra en las rocas y a la interpretación de los procesos que la ocasionaron. También este segmento incluye los métodos de medición de perfiles geológicos, espesores estratigráficos en el campo, trazas de afloramientos, realización de perfiles topográfico-geológicos y columnas estratigráficas.

Unidad 6 - Trabajo de Campo: corresponde a las actividades que se desarrollan en torno a la campaña obligatoria de la cátedra de Levantamiento Geológico. Consiste en un trabajo de campo, su elaboración y presentación en forma de un informe geológico final. La evaluación y corrección de este trabajo concluyen la enseñanza impartida en esta actividad.

4-2. Programa analítico, número de clases, objetivos, desarrollo y materiales por tema (sobre un total de 26 clases)

Tema 1

Concepto de mapa; ideas fundamentales: dirección, distancia, posición y espacio. El mapa geológico y el topográfico. La Tierra, su representación. Geodesia y topografía. El geoide, concepto de datum. Superficie de referencia, altura ortométrica y elipsoidal. Proyecciones cartográficas y topografía. Sistema de coordenadas y cuadrantes en topografía. Coordenadas Geográficas, Gauss-Krüger, UTM y polares. El mapa base topográfico. Hojas topográficas del IGN, nomenclatura. Lectura de una hoja topográfica. Escala y curvas de nivel. Otras maneras de representar el relieve. Declinación Magnética. Cálculo de la declinación magnética, distintos métodos. Introducción al uso del programa *Google Earth*. Uso de escalímetro.

Objetivos: Los alumnos adquirirán los conocimientos para:

- 1) Relacionar la identificación numérica de la hoja con su escala y el lugar geográfico de la Argentina que representa. Familiarizarse con el sistema de identificación de hojas topográficas del IGM.
- 2) Determinar las coordenadas geográficas y Gauss-Krüger de un punto en el mapa y entender la ventaja de trabajar con coordenadas planas. Practicarán pasaje de coordenadas polares a cartesianas y viceversa, determinación de pendientes
- 3) Identificar en el mapa topográfico puntos trigonométricos, pilares de acimut y puntos acotados.
- 4) Calcular la distancia y acimut a partir de las coordenadas Gauss-Krüger de dos puntos del mapa y mediante escalímetro.
- 5) Calcular pendientes y coordenadas Gauss-Krüger en la carta a partir de coordenadas polares.
- 6) Comprender el sistema de proyección UTM. Determinación de la ubicación de un punto en una carta imagen y en la plataforma *Google Earth*.
- 7) Identificar y determinar la diferencia entre el Norte de Cuadrícula, Norte Geográfico y Norte Magnético.
- 8) Determinación de la declinación magnética a partir de la carta con los datos que constan en la misma y desde una base de datos online (Geomagnetic Reference Field, disponible en <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/>).
- 9) Interpretar la morfología del terreno a partir de la visualización de las curvas de nivel.
- 10) Lectura e interpretación de la información cartográfica. Descripción de una carta topográfica.
- 11) Cargar archivos en *Google Earth*, editar puntos, trazar polígonos, medir distancias, cambiar de sistemas de coordenadas y generar perfiles topográficos.

Por medio de esta actividad se pretenden alcanzar distintos logros: la incorporación de hábitos de observación de la fuente de documentación y la lectura e interpretación de la información cartográfica.

Desarrollo: Tres clases en gabinete. Cada alumno deberá completar las consignas del práctico 1 (actividades 1 a 6) entregadas por el JTP con el nombre de la carta, escala, declinación magnética actual, equidistancia y demás información requerida. El JTP marcará en la hoja dos puntos (A y B) a diferente cota para que el alumnos calcule sus coordenadas Gauss-Krüger y a partir de estas el acimut AB y BA, la distancia AB y la pendiente entre ambos puntos. Desde otro punto marcado por el JTP en la hoja (A, B o C) y con un valor de ángulo horizontal y una distancia a un punto D, el alumno deberá calcular las coordenadas Gauss-Krüger de D. Además realizará un informe con una breve reseña geográfica del área. Con una computadora portátil provista por el personal docente podrán obtener la declinación magnética de las cartas topográficas entregadas. La actividad 6 la completaran fuera de la actividad áulica, en computadoras de la facultad o personales.

Material para la clase: Cartas topográficas de distintas escalas (al menos 1 cada 2 alumnos), escalímetros, carta imagen del IGM y archivos de *Google Earth* (kmz) disponibles en el blog de la cátedra.

Tema 2

Topografía; principios fundamentales. Planimetría y altimetría. Instrumental topográfico de uso en geología; generalidades. Operaciones planimétricas y altimétricas. Medidas lineales y angulares. Puntos geodésico-topográficos y su vinculación con los trabajos de levantamiento geológico. Métodos planimétricos del levantamiento geológico-topográfico. Redes de apoyo, radiación, poligonación y triangulación. Poligonales, distintos tipos. Determinación de ángulos horizontales. Intersección y resección. Comprobación de poligonales. Errores y tolerancias. Métodos gráfico y analítico de compensación. Uso de la brújula. Notación de rumbo, acimut, RBZ y mano derecha. Rumbo e inclinación por contacto con el plano y a distancia. Medición de pendientes, notaciones Corrección de la brújula por declinación magnética. Levantamiento de puntos con brújula. Preparación de tabla de datos para levantamiento con brújula. Uso del trípode para brújula. Medida de distancias a pasos. Cálculo de la distancia del paso. Alineación. La escuadra de prismas, levantamiento por el método de la cuadrícula con escuadra de prismas.

Objetivos: Introducir al alumno en las metodologías empleadas en la realización del mapa base topográfico. Involucrar a los alumnos en el uso de la brújula y en los sistemas de notación. Pasaje de coordenadas y determinación de pendiente. Adquisición de los saberes para realizar un levantamiento con brújula y pasos y con escuadra de prismas con cinta métrica por el método de la cuadrícula o coordenadas cartesianas.

Desarrollo: Cuatro clases y media, dos y media en gabinete y dos en campo: Clase 1: después de la explicación teórica los alumnos practicarán midiendo rumbos, acimuts e inclinaciones sobre planos inclinados en el aula a puntos distantes dentro del aula o en pasillo de la facultad. Clase 2: después de la explicación teórica los alumnos calcularán la longitud de sus pasos y harán una práctica de alineación y levantamiento planimétrico por el método de la cuadrícula con escuadra de prismas y cinta métrica. En las Clases 3 y 4 levantarán un mapa con brújula. Clase 5 (media): presentación del mapa y discusión de los resultados.



Material para la clase: Brújulas (al menos 1 cada dos alumnos), jalones, cinta métrica de 50 m, escuadras de prismas. Planilla para datos de levantamiento. *Software:* Planilla de cálculo y *ArcGis*.

Tema 3:

Introducción a las técnicas de nivelación. Distintos tipos de nivelación, geométrica, trigonométrica, taquimétrica y barométrica. Superficie de referencia. Instrumental de nivelación, niveles de mano (Abney y Locke) y niveles ópticos. Niveles automáticos. Efecto de la curvatura de la tierra en la nivelación. Horizonte aparente, óptico y verdadero. Medición indirecta de distancias por estadimetría. Tipo de nivelación en función de la precisión requerida (nivelación de primer, segundo, tercer y cuarto orden). Uso del nivel óptico. Tipos de Nivelación: geométrica simple y compuesta. Nivelación desde el centro y desde el extremo. Ventajas del nivel en el medio. Planilla de nivelación compuesta desde el medio. Nivelaciones cerradas y abiertas. Errores y tolerancias. Compensación del error en una nivelación cerrada o controlada.

Objetivos: Los alumnos serán capaces de utilizar el nivel óptico y efectuar mediciones indirectas de distancias por estadimetría. Realización de una nivelación geométrica Determinación de la cota del nivel de agua del Lago del Bosque de La Plata.

Desarrollo: Media clase en gabinete y una clase en campo. Después de la explicación teórica (media clase) los alumnos, en equipos de 4 o 5 personas, realizarán una nivelación geométrica compuesta cerrada con nivel óptico para determinar la cota del nivel de agua del lago del Bosque de La Plata. Se partirá de un punto fijo del IGN de cota conocida ubicado en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas hasta el lago del bosque y se cerrará regresando al punto de inicio. Por ser una nivelación cerrada podrán calcular el error y corregirlo.

Material para la clase: Un nivel óptico por grupo con su trípode y dos miras. Planilla para datos de nivelación.

Tema 4

Levantamiento del mapa base topográfico con teodolito o estación total. El teodolito y sus partes, distintos tipos. Graduaciones de limbos. Lectura de limbos. Nonios. Teodolitos ópticos, distintos tipos de lecturas de limbos. Teodolitos electrónicos. Condiciones de exactitud. Medición mediante el método de Bessel. Tipos de teodolitos, repetidores y reiteradores. Estación total. Métodos de levantamiento con teodolito. Medición con teodolito de ángulos horizontales en poligonales. Con teodolito orientado. Con 0 atrás. Error en las mediciones. Equivocaciones, errores accidentales y errores sistemáticos. Tolerancias, angular y lineal. Cálculo y compensación de poligonales levantadas con teodolito o estación total. Cálculo y compensación del error de cierre angular. Cálculo de acimuts o rumbos entre alineaciones (ley de propagación de los acimuts). Cálculo de las proyecciones de los lados. Cálculo del error de cierre lineal. Compensación del error de cierre lineal. Cálculo de las coordenadas de los vértices. Nivelación trigonométrica. Principios de la triangulación. Taquimetría. Cálculo de la distancia reducida y desnivel en el método taquimétrico. Uso de los *software* Planilla de cálculo, *Poligonales* (transforma coordenadas polares a cartesianas y efectúa la corrección de la poligonal, desarrollado en la cátedra por Joaquín Nigro) y *ArcGIS*.

Objetivos: Los alumnos estarán en condiciones de utilizar el teodolito y serán capaces de internalizar las técnicas de levantamiento topográfico con poligonal como



red de apoyo. Introducirlos en el uso de *software Poligonales* para el cálculo y corrección de poligonales. Redacción de informe y manejo bibliográfico.

Desarrollo: Dos clases y una salida al campo de un día. Después de la explicación teórica los alumnos realizarán ejercicios en el aula sobre la determinación de distancia reducida y desnivel en el método taquimétrico, cálculos de acimut según la ley de propagación de los acimuts y obtención de distancias y desniveles mediante el método de intersección. En la siguiente clase realizarán una poligonal cerrada con teodolito electrónico en la zona del Bosque de La Plata trabajando con teodolito orientado. Durante el sábado siguiente harán un levantamiento topográfico de una cantera de suelos en el partido de La Plata.

Material para la clase: Un teodolito por grupo con su trípode y dos miras. Planilla para datos de taquimetría.

Tema 5

Uso de la plancheta y alidada óptica. Distintas alidades, directas e inversas. Alidades con arco Beaman y autoreductoras. Puesta en estación, orientación del tablero con mapa base topográfico. La brújula declinatoria. Como levantar un punto por estadimetría. Orientación con visual atrás. Levantamiento de puntos por intersección y resección. Punto de paso. Resolución del problema de los tres puntos con plancheta.

Objetivos: Los alumnos lograrán utilizar la plancheta y alidada en la elaboración del mapa topográfico-geológico.

Desarrollo: Una clase en gabinete: después de la explicación teórica los alumnos, en grupo de trabajo de 4 o 5 individuos, practicarán la puesta en estación de la plancheta, orientación y levantamiento de puntos. Harán una poligonal cerrada en el patio de la facultad.

Material para la clase: Planchetas y alidades, tablas de Jordán, papel para plancheta, escalímetro, miras y jalones.

Tema 6

Sistemas de posicionamiento global (GPS). Principios y funcionamiento. Comparación con instrumental óptico. Navegadores y GPS diferencial. Precisión en la horizontal y en la vertical. Sistemas de coordenadas e importancia del Datum en la programación del GPS. Funciones ir a (GoTo) e itinerarios (Track). Determinación de la declinación magnética con GPS. Levantamiento geológico con GPS, alcances y limitaciones.

Objetivos: Establecer las variables para una correcta configuración del GPS. Generar espacios de debate de la conveniencia o no de esta metodología de levantamiento. Realizar una práctica de Georreferenciación.

Desarrollo: Una clase, media de gabinete y media de campo. Luego de una introducción teórica los estudiantes conformarán grupos de 4 – 5 personas. Sobre una imagen satelital que cubre el área de la FCNyM, seleccionaran al menos 5 posibles puntos de control. Se configurará el GPS de acuerdo al sistema de coordenadas y Datum designado por el plantel docente. Se propondrá la salida al exterior para la obtención de las coordenadas de los puntos establecidos. Finalmente se georreferenciará la imagen asignada y se construirá una grilla de coordenadas sobre la misma.



Material para la clase: Un GPS por grupo, una imagen de que cubra la zona de la FCNyM. Regla y calculadora.

Tema 7

La foto aérea, la imagen satelital y los modelos digitales de elevación (MDE) como mapa base. Fotografías aéreas, verticales y oblicuas. El relevamiento aerofotográfico. Líneas de vuelo y recubrimiento. El problema de la escala, desplazamiento y deformación de la imagen. Mosaicos no controlados, semicontrolados y controlados. Fotoíndice. Visión estereoscópica. Foto aérea de baja altura. Fotogeología y fotointerpretación. Tono y textura. Rasgos litológicos en rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Rasgos estructurales. Forma de ejecutar un plano con fotografías aéreas. La imagen satelital como mapa base. Componentes de sistema, plataformas espaciales, instrumentos de observación. Resolución espacial, temporal y espectral. Visualización de la imagen. Distorsión y corrección de la imagen. Corrección geométrica y georreferenciación. Tratamiento digital de la imagen. Fusión de imágenes. Modelos digitales de Elevación (MDE) construidos por fotogrametría, interferometría de imágenes radar y LIDAR (*Light Detection and Ranging*). Diferencias entre modelos digitales de superficie (MDS) y modelos digitales del terreno (MDT). Construcción de mapas topográficos a partir de los MDE. Construcción y análisis de mapas derivados de pendiente, *hillshape*, aspecto. Determinación de sistemas de drenaje con MDE. Fusión de imágenes satelitales o fotografías aéreas con MDE para la construcción de modelos híbridos en 3 dimensiones.

Objetivos: Utilizar diferentes tipos de imágenes satelitales, fotos aéreas y modelos de elevación. Evaluar la potencialidad de estas herramientas en el mapeo geológico. Uso de las mismas con *software ArcGIS* y *GlobalMapper*. Construcción y visualización de mapas topográficos, mapas derivados y modelos híbridos en 3D a partir de MDE.

Desarrollo: Dos clase en gabinete. En las clases, luego de la introducción teórica, los alumnos trabajarán con fotos e imágenes satelitales con diferente resolución espacial y espectral. Visualizarán y analizarán MDE de diferente resolución construidos por diferentes técnicas y, discutirán sobre ventajas y desventajas de cada uno de los productos. Diferenciación entre MDT y MDS. Realizarán a partir de MDE entregados la construcción de mapas topográficos y mapas derivados de pendientes y de aspecto. Además visualizarán y analizarán en 3D todos los mapas generados, incluyendo la construcción de modelos híbridos a partir de imágenes satelitales y MDE.

Materiales para la clase: Pc portátiles facilitadas por la cátedra. Imágenes satelitales y modelos de elevación digital, disponibles desde el blog de la cátedra.

Tema 8

Métodos de mapeo geológico. Tipos de mapas geológicos. Elementos mapeables. Grupo, Formación, Miembro, Estructuras. Unidades litodémicas, pedo y aloestratigráficas. Métodos de mapeo por contactos. Distintas evidencias para identificar las rocas del subsuelo, trazado de contactos. Regla de las V geológicas. Trazas de afloramiento. Mapeo por afloramientos. Rocas subaflorantes. Mapeo por perfiles. Notas de campo. Perfiles geológicos, su preparación. Diversos tipos: esquemático, expeditivo y de precisión. Convenciones cartográficas. Leyenda, símbolos y colores. Escalas. Carta geológica básica. Mapas geológicos 3D. Mapas de afloramiento y depósitos superficiales. Mapas de subsuelo próximo. Mapas derivados y temáticos. Mapa tipo perfil. Mapas estratigráficos. Mapa geomorfológico. Mapa de potencial de ambiente. Interpretación del mapa geológico. Mapas de Riesgo Geológico.



Objetivos: Iniciar a los alumnos en los diferentes tipos de mapeos geológicos en función de la escala de trabajo y de la abundancia de exposiciones. Desarrollar en los alumnos una visión crítica sobre la planificación, adquisición, análisis y divulgación de datos de campo geológicos.

Desarrollo: Tres clases en gabinete. Después de la explicación teórica los alumnos trabajaran en la resolución de problemas de V geológicas y trazas de afloramientos en zonas pobremente expuestas. Interpretación de mapas geológicos.

Material para la clase: Escuadras, transportador, escalímetro. Mapas Geológicos.

Tema 9

Sistemas de información geográfica (GIS). Definición y conceptos generales. Usos en Ciencias Naturales. Tipos de información soportada en GIS: Raster, vectores y bases de datos. Georreferenciación de archivos Raster. Edición de archivos vectoriales. Herramientas para la salida gráfica. Relación con otras tecnologías espaciales digitales (GPS, imágenes satelitales, etc.). Sistemas de coordenadas y Datum. Mapas temáticos. Mapas de Riesgo. Ejemplos de GIS.

Objetivos: Presentar un *software* de GIS. Adquirir las habilidades para trabajar en este tipo de entorno. Reflexionar sobre los tipos de información almacenada en un GIS y establecer la mejor forma de presentarla. Debatir acerca de las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de información almacenada e incorporar las herramientas para poder relacionarla. Seleccionar el sistema de coordenadas y Datum para el desarrollo trabajo práctico.

Desarrollo: Se propone para el práctico de GIS una duración de 4 clases completas en gabinete. Se continuará trabajando con los grupos previamente conformados de 4-5 personas. Cada grupo utilizará una computadora con el programa *Esri ArcGIS* instalado.

Clase 1: Georreferenciar la Imagen satelital Quickbird del área "Cuesta del Miranda", la Rioja, Argentina, mediante puntos de control a partir de las imágenes georreferenciadas del *Google Earth*. Seleccionar el sistema de coordenadas/Datum UTM/WGS84.

Clase 2 y 3: Crear las capas con información planimétrica y geológica relevante a partir de la fotointerpretación de la imagen satelital previamente georeferenciada, considerando el tipo de geometría que se utilizará en cada una de ellas (puntos, líneas o polígonos). Al menos deberán crearse las siguientes capas de información, Planimetría, Hidrografía, Fotounidades, Unidades Geomorfológicas, Lineamientos estructurales, Rumbo de las capas geológicas y Puntos de interés a ser controlados en el campo.

Clase 4: Presentar los mapas temáticos generados. Al menos deberán obtenerse un mapa planimétrico, uno geológico/estructural y un geomorfológico. Se desarrollarán las funciones de Layout con las funciones básicas para la salida gráfica de los mapas.

Material para la clase: Una computadora portátil y una licencia de *ArcGIS* por cada grupo de trabajo. Imagen satelital Quickbird y DEM SRTM del sector de la Cuesta del Miranda.

Tema 10

Particularidades en el mapeo de diferentes tipos litológicos. Elección del plan y método de trabajo. Recorrido preliminar. La libreta del geólogo, notas, croquis y muestreo. Mapeo de rocas sedimentarias. Definición del nombre de la roca. Composición, color, texturas y estructuras. Importancia de definir la polaridad de las



capas. Estructuras indicadoras de polaridad. Registro gráfico de la secuencia sedimentaria. Medición de espesores en secuencias sedimentarias. Distintos métodos usados en la determinación de espesores. Mapeo de rocas ígneas y metamórficas. Rocas ígneas plutónicas e hipabisales. Texturas y estructuras de las rocas ígneas. Rocas volcánicas coherentes e incoherentes. Rocas volcánicas de flujo, de oleadas y de caída. Domos y criptodomas. Definición del nombre de la roca. Rocas metamórficas, texturas y estructuras. Reconocimiento de superficies S0 y S1. Identificación del protolito. Toma de muestras petrográficas, geoquímicas, paleontológicas, recomendaciones. Toma de muestras orientadas. Preparación del informe geológico, sus partes. Citas bibliográficas. Preparación de una exposición oral.

Objetivos: Iniciar a los alumnos en el mapeo de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Brindar las herramientas para reconocer en el campo cada tipo litológico. Definición del nombre de la roca, interpretación genética de las texturas y estructuras.

Desarrollo: Dos clases en gabinete. Después de la explicación teórica los alumnos trabajaran en la resolución de distintos problemas de cálculo de espesores y reconocimiento, sobre fotografías, de polaridad de estratos.

Material para la clase: Fotos de afloramientos de rocas sedimentarias. Material gráfico para el cálculo de espesores.

Tema 11

Mapeo de estructuras. Estructuras frágiles, fallas y diaclasas. Fallas, principales tipos. Reconocimiento en el campo de la presencia de fallas. Medición del desplazamiento de una falla. Desplazamiento relativo y desplazamiento neto. Reconocimiento de indicadores de movimiento, medida de dirección/*plunge* y *rake*. Diferentes rastras. Zonas de cizalla dúctil, como reconocerlas en el campo. Pliegues, distintos tipos. Reconocimiento de los elementos medibles en un pliegue, flancos, plano axial, eje y vergencia. Mapeo de pliegues, traza del plano axial.

Objetivos: brindar a los alumnos los conocimientos básicos necesarios para el reconocimiento, medición y mapeo de estructuras.

Desarrollo: Una clase en gabinete. Después de la introducción teórica, los estudiantes trabajarán sobre la resolución gráfica de problemas estructurales consistentes en la determinación de rastras de planos axiales y ejes de pliegues, determinación de desplazamiento neto de fallas mediante análisis de mapas en plata y perfiles. Interpretación estructural de sobre imágenes satelitales de *Google Earth*, estimación de acimut e inclinación de estratificación, planos axiales de pliegues y fallas.

Material para la clase: Elementos de dibujo, material gráfico (trabajo práctico impreso) e imágenes satelitales de *Google Earth*. *Software, Visible Geology, Stereonet.*

Tema 12

Levantamiento de distritos mineros. Importancia en la interpretación de la estructura. Estructura y su control en el depósito mineral. Vetas y stockworks, reconocimiento de indicadores cinemáticos. Levantamiento en superficie y subterráneo. Teodolitos de minas. Orientación; distintos métodos. Transporte de rumbos. Estaciones. Medición de distancias y desniveles en galerías. Errores y compensación. Levantamiento de perfiles mineros. Plano de proyección, su importancia. Delimitación de la propiedad minera.



Objetivos: Los alumnos podrán iniciarse en el abordaje de tareas de mapeo en distritos mineros, tanto en superficie como en labores subterráneos. Identificar las diferencias metodológicas con las tareas de mapeo anteriormente expuestas.

Desarrollo: Una Clase. Se contempla una introducción con abordaje teórico y luego un debate sobre la conveniencia de las distintas técnicas de mapeo en distritos mineros.

5- Salidas de campo y viajes de campaña.

Los trabajos prácticos se completan con dos salidas de campo, una de un día en la que se realiza un levantamiento topográfico-geológico-minero en una cantera de suelo seleccionado del partido de La Plata y otra, de 14 días, en una zona serrana del país.

5-1. Trabajo de campo inicial

Se trata de una actividad práctica de un día de duración donde los alumnos aplicarán los conocimientos adquiridos en el uso del teodolito electrónico. Realizarán un levantamiento topográfico-geológico con teodolito orientado según una red de apoyo abierta constituida por tres o cuatro estaciones (a determinar por los alumnos). El mapa se georeferenciará mediante GPS tipo navegador en coordenadas UTM. Finalizado el levantamiento topográfico, los alumnos levantarán una columna estratigráfica consignando en la misma las distintas unidades geológicas identificadas. El trabajo se completará con actividad en gabinete, una vez calculadas las coordenadas x, y, z de todos los puntos levantados (mediante *software* de planilla de cálculos), se volcará en el *software ArcGIS* para el trazado de las curvas de nivel y demás rasgos relevados. Para un adecuado trazado de la topografía, se trabajará sobre una capa constituida por una imagen de alta resolución de *Google Earth*. Además del mapa, los alumnos harán un informe.

5-2. Trabajo de campo final

La actividad del Trabajo Obligatorio de Campo es de dos semanas de duración, el cual es el único viaje obligatorio de la Licenciatura en Geología. Durante el mismo los alumnos hacen un mapa geológico de un sector serrano de la Cuesta de Miranda, provincia de La Rioja, a escala 1:5.000 sobre un mapa base constituido por una imagen satelital georeferenciada. Por tratarse de un mapa de detalle mapean por el método de todos los afloramientos. Es oportuno recordar acá, que previamente a la salida al campo, los estudiantes trabajaron en gabinete en la interpretación geológica del área sobre una imagen satelital de alta resolución obtenida mediante el *software Google Earth*. Las observaciones y chequeo de campo sobre la interpretación realizada en gabinete, se vuelcan sobre el mapa base con ayuda de GPS tipo navegador. El trabajo de campo se complementa con el levantamiento de un perfil columnar de una porción de la Formación Patquía aflorante en el área de trabajo. Las tareas de campo finalizan mediante la exposición pública del trabajo por cada equipo participante y la presentación del Informe Geológico borrador, acompañado del mapa geológico, perfiles, columnas, etc. La presentación final del trabajo, como documento electrónico, es prerequisite para aprobar los trabajos prácticos de la materia. Este trabajo se corrige y se devuelve a los alumnos para su modificación, el que deberá ser presentado nuevamente con los arreglos indicados por los docentes de la Cátedra y archivado en la misma.

Esta práctica se lleva a cabo en cada ciclo lectivo y tiene por objeto desarrollar un levantamiento geológico completo que complementa y afirma los conocimientos adquiridos en el aula. En líneas generales, el proyecto que se lleva a cabo según el siguiente cronograma:



- Día 1: Viaje La Plata-Cuesta de Miranda.
Día 2: Llegada por la mañana. A la tarde, recorrida preliminar, integración de equipos, preparación del material y entrega del mismo a cada grupo.
Día 3: Recorrida de reconocimiento del área de trabajo con especial atención a sitios de interés geológico.
Día 4 al 10: Son siete días de intenso trabajo de campo con jornadas de 8/9 horas y tareas de gabinete por la noche. Esta labor implica la revisión de las litologías interpretadas y la toma de datos estructurales. Por las noches realización del mapa geológico borrador y confección de informe.
Día 11: Levantamiento del perfil sedimentológico-estratigráfico. Al finalizar la tarde exposición preliminar de los trabajos por parte de cada uno de los grupos.
Día 12: desarmada del campamento y limpieza de las instalaciones por la mañana, seguido del almuerzo de despedida y posterior y regreso a La Plata.
Día 13: Llegada a La Plata en la mañana.

En los últimos 6 años esta práctica de campo se ha realizado en la Cuesta de Miranda, entre la Sierra de Famatina y Sañogasta, La Rioja, con alojamiento en el campamento Cachiyuyal propiedad de Vialidad Nacional, delegación La Rioja sobre la ruta nacional 40.

6- Metodología de enseñanza/aprendizaje a utilizar en las diferentes actividades de la asignatura y su fundamentación.

Sin duda, cada actividad o segmento que constituye la asignatura guarda estrecha relación y comunicación entre sí.

Por otra parte, la integración de conocimientos adquiridos en otras materias resulta imprescindible para poder realizar un levantamiento geológico completo, efectivo y armónico, sobre todo en lo hace al conocimiento de las rocas y cuerpos de rocas y la geología estructural, así como muchos otros datos geológicos que faciliten la aplicación del método científico hipotético deductivo, basado principalmente en el método de las múltiples hipótesis de trabajo (Chamberlin, T. C., 1897; Journal of Geology 5: 837-848).

En lo referente a la metodología de trabajo a implementar en las diferentes actividades, ésta está basada en dos aspectos: el topográfico y el geológico. El aspecto topográfico implica un conjunto de procedimientos para la representación del terreno y para fijar la posición de las observaciones geológicas, mediante el uso de técnicas instrumentales adecuadas a los trabajos geológicos. El aspecto geológico habrá de documentar la historia de la región en base al estudio de las rocas y su arreglo espacial y temporal.

7- Recursos materiales necesarios para el dictado de la materia

Material cartográfico y de sensoramiento remoto: cartas topográficas de distintas escalas, Mapas Geológicos a escala 1:200.000 y 1: 250.000, fotos aéreas, imágenes satelitales, MDE y fotos de afloramientos de rocas sedimentarias.

Materiales de dibujo: papel transparente, escalímetro, escuadra, transportador, regla, material gráfico (trabajo práctico impreso).

Instrumental topográfico: jalones, cintas métricas de 50 m, escuadras de prismas, niveles de Locke y Abney, niveles ópticos automáticos, trípodes y miras estadimétricas, brújulas tipo Brunton y Fraiberger, teodolitos electrónicos, planchetas y alidades, papel para plancheta, Gps.

Material informático: Pc portátiles. *Software:* Planillas de cálculo, *Google Earth*, *ArcGIS*, *Poligonales* (autor Joaquín Nigro), *Coordenadas* (autor Joaquín Nigro). Asimismo se contará con imágenes satelitales Quikbird y Landsat, y un MED SRTM del sector de la Cuesta del Miranda.



8- Formas y tipos de evaluación

Las evaluaciones se realizan indirectamente en cada actividad práctica, durante la constante adquisición de conocimientos que queden materializados en los trabajos que se realizan en el aula y en los espacios no-áulicos. Al final de cada clase, la evaluación está dada por la revisión de los progresos del trabajo de cada día.

En cuanto a los exámenes parciales, estos son dos, el primero integrado por conocimientos cartográficos, los temas generales de la topografía, los métodos de levantamiento a brújula, nivelación y taquimetría. El segundo abarca el manejo de teodolito, plancheta y telémetro, los fundamentos de la teledetección con fotografía aérea, imágenes satelitales y MDE, los métodos de levantamiento correspondientes, la preparación del mapa geológico, perfiles geológicos, medición de espesores y los fundamentos del SIG.

Cada prueba parcial es de carácter escrito y oral, donde mediante ejemplos concretos de mediciones y cálculos se califican los conocimientos adquiridos.

Sin embargo, la evaluación principal de los conocimientos adquiridos se logra mediante el desarrollo y seguimiento del trabajo de campo, en el informe final y en la exposición pública de los resultados obtenidos. Recién aquí la Cátedra se da por satisfecha con los logros alcanzados por los alumnos del curso, con lo que culminan los trabajos prácticos y se pasa a la etapa de evaluación final, mediante el correspondiente examen final.

Se proponen aquí dos modalidades para aprobar la materia de Levantamiento Geológico.

1. Sistema de promoción: Aprobación de la materia por régimen de cursada especial con promoción sin examen y con clases teórico-práctica.
2. Sistema tradicional: Aprobación de los Trabajos prácticos y examen final.

1. Sistema de promoción.

El régimen promocional se adecua al reglamento para el dictado de cursadas especiales. De esta forma el sistema promocional contará con los siguientes requisitos.

- Asistencia mínima del 85% de las clases efectivamente dadas.
- Los exámenes parciales abordarán conceptos teórico y prácticos.
- Los exámenes parciales tendrán 1 recuperatorio.
- Asistencia a las actividades de campo (práctica de un día en cantera y práctica Cuesta de Miranda).
- Las instancias evaluativas se organizarán del siguiente modo:

2 Exámenes parciales (individual).

- 1 Informe de trabajo de campo Cantera de suelos de La Plata (Nota grupal).
- 1 Informe de trabajo Cuesta de Miranda (Nota grupal).
- 1 Exposición oral de trabajo Cuesta de Miranda (Nota grupal).
- 1 Coloquio final integrador (individual).

Cada una de estas instancias deberá ser aprobada con un mínimo de 6 puntos sobre 10. La nota final será un compendio de las notas parciales obtenidas, ponderando cada instancia de evaluación de la siguiente forma:

Parciales	25 puntos (c/u) total 50 puntos
Informe Cantera.....	5 puntos
Informe Miranda.....	20 puntos
Exposición Miranda.....	5 puntos



Coloquio final integrador..... 20 puntos

Total100 puntos

El coloquio final tendrá dos fechas posibles para ser rendido, tentativamente serán en diciembre del año de la cursada y en febrero del año siguiente.

2. Sistema tradicional.

Cursarán la materia en el régimen tradicional aquellos estudiantes que opten por este sistema o aquellos estudiantes que hayan obtenido una nota inferior a 6 (seis) en las instancias de evaluación de los exámenes parciales y del Informe de la Cuesta de Miranda. Para aprobar los trabajos prácticos, el estudiante deberá obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada una de las siguientes tres instancias.

1er parcial.

2do parcial.

Informe Cuesta de Miranda.

En el caso que el estudiante no logre obtener el puntaje mínimo, perderá la cursada y deberá recurrir a la materia.

Relación Parcial, promoción-cursada tradicional

Parcial	Nota	Condición
1 fecha	6 a 10	Aprobado para la promoción
1 fecha	4 a 6	Recuperatorio para promoción o aprobación cursada tradicional
1 fecha	1 a 4	Recuperatorio
2 fecha	6-10	Aprobado para la promoción
2 fecha	4 a 6	Aprobación cursada tradicional
2 fecha	1 a 4	Recuperatorio
3 fecha	4 a 10	Aprobado cursada tradicional
3 fecha	1 a 4	Pierde la cursada

Al obtener la aprobación de los Trabajos Prácticos será habilitado para rendir el examen final de acuerdo a la reglamentación vigente.

9- Bibliografía a utilizar

A continuación se eleva la bibliografía, que ha sido agrupada por unidades temáticas (la mayoría de ella disponible en la cátedra).

El listado se actualiza cada dos años con la incorporación de nuevos textos y se completa con la nómina de libros de textos generales.

Unidad 1. Cartografía

Bibliografía básica

- Del Cogliano, D. y Perdomo, R. 2001. Curso de actualización Geodesia y GPS. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Plata. 64 pp. Disponible en http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/geodesia/deptos/geo_topo/cursogps.pdf.
- Echeveste, H. 2013. Apuntes de la cátedra de Levantamiento Geológico. I. Sistemas de coordenadas y proyecciones. 17 pp.



Raisz, E. 1953. Cartografía General. 435 pp. Ed. Omega. Barcelona.

Bibliografía complementaria

- Instituto Geográfico Militar. 1974. Lectura de cartografía. 134 pp.
Instituto Geográfico Militar. 1975. Curso técnico del servicio geográfico. Topografía 1a Parte. 66 pp.
Instituto Geográfico Militar. 1975. Curso técnico del servicio geográfico. Geodesia astronómica. 134 pp.
Instituto Geográfico Militar. 1975. Transformación de coordenadas geográficas a coordenadas planas. Publ. Geodésica 1.
Instituto Geográfico Nacional. 2010. Manual de Signos Cartográficos. 191 pp.
Loedel, E. y S. De Luca. 1950. Elementos de Cosmografía. 382 pp. Ed. Estrada. Bs. As.
Snyder, J. 1987. Map projections. A working manual. 383 pp. Professional Paper 1395 U.S. Geological Survey.
Snyder, J. 1982. Map projections used by the U. S. Geological Survey. 313 pp. Bull. 1532 U.S. Geological Survey.
<http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html>
<http://www.csiss.org/map-projections/index.html>

Unidad 2. Topografía

Bibliografía básica

- Casanova Matera, L. 2002. Topografía plana. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Vías. Mérida, Venezuela. Disponible en <http://civilgeeks.com/2011/11/17/topografia-plana-leonardo-casanova-m/>.
Echeveste, H. 2013. Apuntes de la cátedra de Levantamiento Geológico. III Topografía, IV Medida de distancias y ángulos, V Brújula, VI Pentaprisma y método de la cuadrícula, VII Altimetría, VIII Levantamiento del mapa base con teodolito, IX Taquimetría, X Plancheta y alidada.

Bibliografía complementaria

- Brasington, J., Rumsby, B.T., McVey, R.A. 2000. Monitoring and modelling morphological change in a braided gravel-bed river using high resolution GPS-based survey. Earth Surface Processes and Landforms v.25, 973–990.
Brunton Compass. Pocket Transit, Instruction Manual. (PDF disponible en la cátedra o en <https://kooters.com/pdf/BruntonTransit-inst.pdf>).
Bustos, B.N. Nivelación geométrica de precisión. Documento de cátedra. Topografía 2. Universidad Nacional de San Juan. Disponible en: <ftp://ftp.unsj.edu.ar/agrimensura/Topografia%20II/NIVELACION%20GEOMETRICA%20DE%20PRECISION.pdf>.
Coe, A.L., Argles, T.W., Rothery, D.A. y Spicer, R.A. 2010. Geological field techniques. Angela L. Coe (Ed). 323 pp. John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
Compton, R. 1985. Geology in the field. 398 pp. J. Wiley.
Daly, P. 1993. Navstar GPS and GLONASS: global satellite navigation systems. Electronics & Communication Engineering Journal v. 5 (6): 349 – 357.
Davis, R., Foote, F. y Kelly, J. 1971. Tratado de topografía. 3era ed. castellano traducida de la 5ta ed. norteamericana. Aguilar. Madrid.
Domínguez García Tejero, F. 1974. Topografía abreviada. Tercera edición corregida y aumentada. Editorial Dossat, S.A. Madrid.
Freeman, T. 1999. Procedures in field geology. 95 pp. Blackwell Science.
Galloway, D., Hoffmann, J. 2007. The application of satellite differential SAR interferometry-derived ground displacements in hydrogeology. Hydrogeology Journal v. 15: 133–154.



- Hofmann-Wellenhof, B.; Lichtenegger, H. Collins. 1993. Global Positioning System. Theory and practice. 347 pp. J. Springer, Wien (Austria).
- Lahee, F. 1970. Geología práctica. 3era. ed. española. 874 pp. Omega. Madrid.
- Lisle, R.J., Brabham, P.J. & Barnes, J.W., 2011. Basic Geological Mapping. 217 pp. Fifth Edition. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Low, J. 1961. Geología de campo. 2a. ed. española, tomada de la 1ra. ed. norteamericana. Com. Ed. Cont. México.
- Malet J.-P., Maquaire O, E Calais, 2002. The use of Global Positioning System techniques for the continuous monitoring of landslides: application to the Super-Sauze earthflow (Alpes-de-Haute-Provence, France), Geomorphology, v. 43 (1-2): 33-54
- McClay, K. 1988. The mapping of geological structures. 161 pp. Geological Society Handbook, Open University Press, Milton Keynes.
- Instituto Geográfico Militar. 1975. Curso técnico del servicio geográfico. Topografía II. 77p. Buenos Aires
- Jordan, W. 1957. Tablas taquimétricas. 5ta ed. El Ateneo. Buenos Aires.
- Kissam, P. 1967. Topografía para ingenieros. 663p. Edición española de Mc Graw Hill Book Co. Madrid.
- Low, J. 1952. Plane table mapping. Harper and Bros. New York.
- Müller M.D., A. Geiger, H.-G. Kahle, G. Veis, H. Billiris, D. Paradissis, S. Felekis, 2013. Velocity and deformation fields in the North Aegean domain, Greece, and implications for fault kinematics, derived from GPS data 1993–2009, Tectonophysics, v.597–598: 34-49.
- Muller, R. 1947-53. Compendio general de topografía. 4a. ed.
T.1: Agrimensura y catastro.
T.2, v.1: Óptica, v. 2: Teodolitos y poligonación.
T.3, v1: Triangulación y nivelación, v.2: Taquimetría gráfica y numérica.
T4: Introducción a la fotogrametría.
Librería El Ateneo. Buenos Aires.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1980. Carta isógona de la República Argentina. Buenos Aires.
- Torbjörn E. Törnqvist, Scott J. Bick, Klaas van der Borg, Arie F.M. de Jong. 2006. How stable is the Mississippi Delta? Geology, v. 34: 697-700
- Valbuena Duran, J.L., Vara Jaén, M.D., Soriano Sanz, M.L., Rodríguez Díaz, G. y Sevilla, M.J. Instrumentación y Metodología Empleadas en las Técnicas Altimétricas Clásicas. Instituto de Astronomía y Geodesia. Facultad de Ciencias Matemáticas. Universidad Complutense. Madrid. Disponible en: <http://www.mat.ucm.es/deptos/as/Tecnicas%20altimetricas.pdf>.

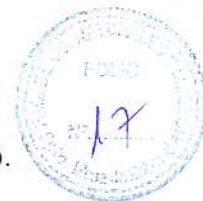
Unidad 3. Teledetección

Bibliografía básica

- Chuvieco, Emilio. 1996. Fundamentos de teledetección espacial. 568 pp. 3a Ed. Revisada. RIALP. Madrid.
- De Romer, J. 1969. Fotogeología aplicada. 136 pp. Eudeba. Buenos Aires.
- Echeveste, H., 2013. Apuntes de la cátedra de Levantamiento Geológico. XII. La fotografía aérea en el levantamiento geológico. XII. La imagen satelital en el levantamiento geológico.
- Lillesand, Th. Y Kiefer, R. 1994. Remote sensing and image interpretation. 750 pp. 3a Ed.. John Wily & Sons, New York.

Bibliografía complementaria

- Drury, S. A. 1993. Image interpretation in geology. 283 pp. 2a Ed., Chapman & Hall. London.



- Florinsky, I. V., 2012. Digital terrain analysis in soil science and geology. 395 pp. Elsevier, Amsterdam,
- Jensen, John R. 2005. Introductory digital image processing. Pearson Prentice Hall, New Jersey. 526 p.
- Scanvic, Jean-Yves. 1989. Teledetección aplicada. Traducción de la edición francesa. Paraninfo, Madrid. 200 p.
- Tarolli, P. 2014. *In press*. High-resolution topography for understanding Earth surface processes: opportunities and challenges. *Geomorphology*.
<http://gis4geomorphology.com/mountain-front-sinuosity/>

Unidad 4. Sistema de Información Geográfico

Bibliografía básica

- Bosque Sendra, J. 1992. Sistemas de información geográfica. 451 pp. Ed. Rial, Madrid.
- Bosque Sendra, J. et al. 1994. Sistemas de información geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI. Ed. Rama, Madrid. 478 p.
- Burrough, P.A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.. 194 pp. Oxford.
- ESRI, 1992. Understanding GIS. The ARC/INFO Method. Environmental Systems Research Institute, Inc., 423 pp. Jhon Wiley & Sons Inc. New York,.

Bibliografía complementaria

- Doerfliger, N., Jeannin, P.-Y., Zwahlen, F. 1999. Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). *Environmental Geology* 39, 165–176.
- Dai, C.F Lee, X.H Zhang. 2001 GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study, *Engineering Geology*, Volume 61, Issue 4, Pages 257-271
- Lantada Zarzosa Nieves y Amparo Núñez Andrés. 2005. Sistemas de Información geográfica: Practicas con Arc View. 226 pp. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona..
- Lulseged Ayalew, Hiromitsu Yamagishi. 2005. The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan, *Geomorphology*, Volume 65, Issues 1–2, 1, Pages 15-31.
- Pérez Navarro, Antoni (coordinador). 2011. Introducción al sistema de información geográfica y geotelemática. 347 pp.

Unidad 5. Mapeo Geológico

Bibliografía básica

- Barnes, J. 1991. Basic geological mapping. 118 pp. Geol. Soc. London Handbook. J. Wiley and Sons. Gran Bretaña.
- Coe, A.L., Argles, T.W., Rothery, D.A. y Spicer, R.A., 2010. Geological field techniques. Angela L. Coe (Ed). John Wiley & Sons, Ltd., Publication. (
- Echeveste, H., 2013. Apuntes de la cátedra de Levantamiento Geológico. XIV. Métodos de mapeo geológico. XV. Ejecución del mapeo geológico. XVI. Mapeo de estructuras. XVII. Mapeo de distritos mineros.
- Lisle, R.J., Brabham, P.J. & Barnes, J.W., 2011. Basic Geological Mapping. Fifth Edition. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Fry, N. 1984. The field description of metamorphic rocks. Geol. Soc. London Handbook. J. Wiley and Sons. 110 pp.
- Tucker, M. 1982. The field description of sedimentary rocks. Open University Press. Gran Bretaña. 112 pp.



Compton, R. 1985. *Geology in the field*. 398 pp. J. Wiley.

Bibliografía complementaria

- Bassi, H. G. L. 1999. *Geología de minas*. Serie B nro. 22. Asociación Geológica Argentina. 93 pp.
- Forrester, J. 1946. *Principles of field and mining geology*. J. Wiley and Sons. New York.
- Peters, W.C. 1978. *Exploration and mining geology*. 696 pp. John Wiley and Sons.
- Taton, R. 1977. *Topografía subterránea*. 2a ed. 190 pp. Paraninfo. Madrid.
- Ahmed, F. & D. Almond. 1983. *Field mapping for geology students*. G. Allen & Unwin. Londres.
- Allmandinger, R. 1988. *Técnicas modernas de análisis estructural*. Asociación Geológica Argentina, Serie B 16. Buenos Aires.
- Badgley, J. 1959. *Structural methods for the exploration geologists*. Harper and Bros. New York.
- Compton, R. 1962. *Manual of field geology*. 378 pp. J. Wiley and Sons. New York. Existe traducción en México.
- Davis, G. y S. Reynolds. 1996. *Structural geology of rocks and regions*. 2da. Edición, 776 pp. J. Wiley and Sons. New York.
- Freeman, T. 1999. *Procedures in field geology*. Blackwell Science. (Disponible en la cátedra).
- Kershaw, S. 1991. *Way-up structures*. *Geology Today* 7, i-iv.
- Lahee, F. 1970. *Geología práctica*. 3era. ed. española. Omega. Madrid.
- Lisle, R.F., 2004. *Geological Structures and Maps A practical guide*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Linacre House, Jordan Hill, Oxford.
- Low, J. 1961. *Geología de campo*. 2a. ed. española, tomada de la 1ra. ed. norteamericana. Com. Ed. Cont. México.
- Maddock, R.H., Rutter, E.H., White, S.H., Bell, T.H., Ferguson, C.C., Wheeler, J., Prior, D.J., Knipe, R.J., Bates, M.P., Grant, N.T., Law, R.D., Lloyd, G.E., Welbon, A. 1987. *Orientation of specimens: Essential data for all fields of geology*. *Geology* 15, 829-831.
- McClay, K. 1988. *The mapping of geological structures*. *Geological Society Handbook*, Open University Press, Milton Keynes.
- Moseley, F. 1981. *Methods in field geology*. Oxford/San Francisco. Freeman.
- Thorpe, R. y G. Brown. 1985. *The field description of igneous rocks*. *Geol. Soc. London Handbook*. Open University Press. Gran Bretaña.
- Wilson, G. 1978. *Significado tectónico de las estructuras menores y su importancia para el geólogo de campo*. Traducción de la edición inglesa de 1972, 128 p. Omega. Barcelona.

Unidad 6. Trabajo obligatorio de campo e informe geológico final

Bibliografía básica

- de Alba, 1954. *Descripción geológica de la Hoja 16c, Villa Unión*. Provincia de La Rioja. Ministerio de economía. Secretaría de estado de minería. Boletín N° 82.
- de Alba, 1979. *Descripción geológica de la Hoja 16d, Chilecito*. Provincia de La Rioja. Ministerio de economía. Secretaría de estado de minería. Boletín N° 163.
- Caselli, A.T. y Limarino, C.O., 2002. *Sedimentología y evolución paleoambiental de la formación Patquía (Pérmico) en el extremo sur de las sierras de Maz y cerro Bola, provincia de La Rioja, Argentina*. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 57 (4): 415-436.

Bibliografía complementaria

Andreis, R.R. y Arrondo, O.G., 1974. Acerca de la discordancia angular entre las Formaciones Guandacol y Tupe en la sierra de Maz (provincia de La Rioja). *Ameghiniana*, 9 (4): 373-378.

Azcuy, C.L. y Morelli, J.R., 1970. Geología de la Comarca de Paganzo- Amaná. El Grupo Paganzo, formaciones que lo componen y sus relaciones. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 25 (4): 405-429.

Azcuy, Carrizo, y Caminos, 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Precordillera, Cordillera Frontal y bloque de San Rafael. Instituto de Geología y Recursos Mineros. *Geología Argentina. Capítulo 12. Anlaes 29 (12): 261 - 318*, Buenos Aires.

Cuerda, A.J., 1965. Estratigrafía de los depósitos paleozoicos de la sierra de Maz, provincia de La Rioja. *II Jornadas Geológicas Argentinas. Actas III: 79-94*.

Durand, Toselli, y Aceñolanza, 1967. Las estructuras de la Quebrada de Miranda y sus relaciones regionales, sistema de Famatina, provincia de La Rioja, Argentina. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, CONICET Miguel Lillo 205, RA-4000, San Miguel de Tucumán, Argentina.

Ezpeleta, Miguel; Astini, Ricardo A y Davila, Federico. Depósitos sinorogénicos en el Antepaís neopaleozoico del cinturón de Famatina, centro-oeste de Argentina: implicancias paleoambientales, paleogeografías y tectonosedimentarias. 2008. *Revista Geológica de Chile*, vol.35, n.2, 253-277.

Frengüelli, 1944. Apuntes acerca del Paleozoico superior del Noroeste Argentino. *Revista Museo La Plata, Sección Geología, II. La Plata, Argentina*.

Gioia, H.F. 1986. Descripción geológica del sector sudeste de la quebrada Las Chilcas, Miranda, sudeste de la Sierra de Famatina, La Rioja. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Memoria de Título, 52 p. La Plata, Argentina.

Miró, 1999. El basamento Precámbrico-Paleozoico inferior de las Sierras Pampeanas, Famatina, Cordillera Oriental y Puna. Instituto de Geología y Recursos Mineros. *Geología Argentina. Capítulo 6. Anales 29 (6): 133 - 167*. Buenos Aires.

Villar Fabre, Gonzalez, Toselli, 1973. Los lamprófiro intrusivos en el granito de la Cuesta de Miranda (La Rioja). *Actas Geológicas Lilloanas, Vol. 12, 3, p. 23-60*.

Varela, R., Basei, M.A.S. y Pereyra, C.P., 2008. Datación U-Pb del granito Paimán, Sierra de Paimán, Chilecito, La Rioja. *Revista de la Asociación Geológica Argentina. 63 (1): 97 - 101*.

10- Duración de la materia y cronograma con la distribución del tiempo para cada actividad (incluidas en el punto 5) y responsables de cada una.

Levantamiento Geológico es una asignatura de curso anual, con una clase teórico-práctica por semana de 4 horas de duración.

El tiempo para cada actividad ordenado en semanas se consigna en la tabla siguiente:

Semanas totales	Clases teórico-prácticas	Parciales	Recuperatorios	Viaje de campo	Exposición pública del informe de campo
32	25	2	2	2	1

La tercera de recuperación de parciales se tomará fuera del horario de clase, en fecha y horario a consensuar con los estudiantes.

Las clases desarrolladas durante las 25 semanas consistirán en su mayoría en una introducción teórica de entre una hora y una hora y media a cargo de los profesores titular o adjunto. Durante el desarrollo de la clase práctica (dos comisiones por semanas), además de los dos profesores participaran el jefe de trabajos prácticos



y los cuatro ayudantes de primera. Desde 2013 la cátedra cuenta con la colaboración de 3 estudiantes avanzados.

La práctica en la cantera del partido de La Plata demanda un día de trabajo. En los últimos años este práctico se ha desarrollado en una cantera del barrio Aeropuerto con fácil acceso en micro de línea. Debido al instrumental disponible, la práctica se realiza en dos días, sábado y domingo posteriores al práctico de teodolito en el bosque. Será responsable de cada día de trabajo uno de los dos profesores de la cátedra y participará todo el personal docente dividido en dos grupos, uno para cada día.

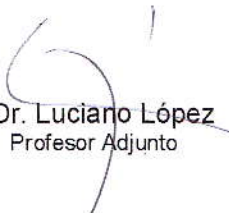
En la toma de los exámenes parciales participará todo el personal de la cátedra. La primera fecha de cada uno será, para el primer parcial, la semana anterior al inicio de las vacaciones de invierno y para el segundo, la semana anterior al viaje a La Rioja (segunda semana de octubre).

La práctica de campo en la zona de la Cuesta de Miranda en la provincia de La Rioja, será organizada por los dos profesores y participará todo el personal de la cátedra. Se realizará durante la segunda quincena de octubre

La evaluación de los estudiantes en el coloquio final estará a cargo de los profesores titular y adjunto y el jefe de trabajos prácticos. Se efectuará según el cronograma establecido por las autoridades de la Unidad Académica para exámenes finales dentro del ciclo lectivo vigente.

La Plata, 30 de marzo de 2014.-

Dr. Andrés Bilmes
Jefe de Trabajos
Prácticos


Dr. Luciano López
Profesor Adjunto


Dr. Horacio Echeveste
Profesor Titular

La Plata, 15 de abril de 2014

Sra. Decana de la Facultad de
Ciencias Naturales y Museo
Dra. Alejandra Rumi Macchi Zubiaurre

S/D

Tengo el agrado de dirigirme a la señora Decana para elevarle el programa actualizado de la materia Levantamiento Geológico de la cual soy profesor titular.

Sin otro particular me despido de la Señora Decana con la consideración más distinguida.




Dr. Horacio Echeveste
Profesor Titular de Levantamiento Geológico





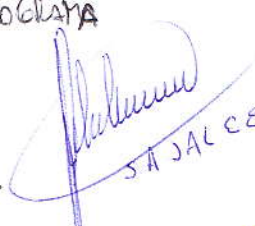
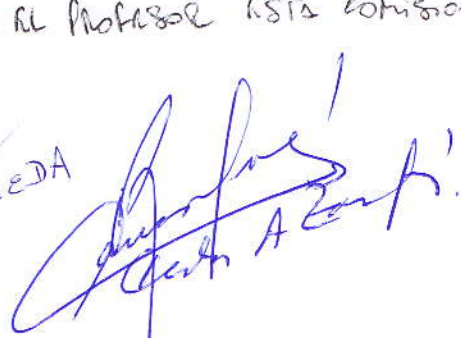
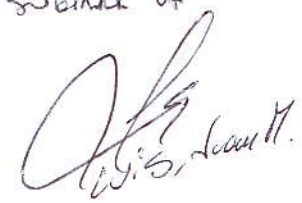

La Plata, 2/6/14

Visto y analizado el presente programa de la materia Levantamiento Geológico, este ec DGG, considerado el programa se ajusta perfectamente a la reglamentación vigente, es minucioso y detallado.


ALPERIN

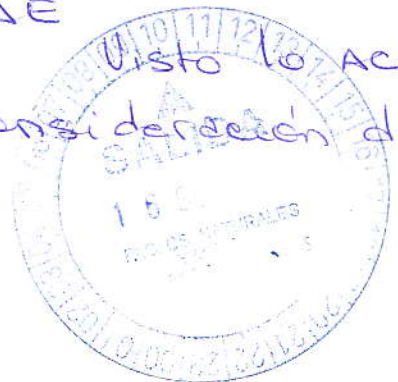

MARIANO GONZALEZ DOBRA


Miguel Del Blanco.

COMISION DE RESERVA
LA PLATA, 15 DE SEPTIEMBRE DE 2014
VISTO LO PRESENTADO POR EL PROFESOR ESTA COMISION SUBIENE LA APROBACION DEL PROGRAMA

DAE

SA SACEEDA

Alicia A. Conti

Luis L. Luciani

M. Cristina Damborenea

LA PLATA 16 DE SEPTIEMBRE DE 2014.

DAE
Visto lo actuado por la C.E. pase a consideración de C.D.




Lic. ANDREA DIPOLITO
Directora de Asuntos Estudiantiles
Facultad de Cs. Naturales y Museo