

Memoria de Ejecución del Proyecto de Innovación docente

Mejora de material docente en análisis estructural y geofísica

Clave: ID11/126

Grupo de innovación docente: Análisis Estructural y Geofísica

(Área de Geodinámica Interna - Geología)

Coordinador: Juan Gómez Barreiro [jugb@usal.es]

Cantidad solicitada: 1000 €

Cantidad concedida 400 €

Titulaciones / Asignaturas implicadas:

Licenciatura Geología / **Geofísica (15960)**

Licenciatura Geología - Ingeniería Geológica / **Geofísica Aplicada (15963 y 16043)**

Licenciatura Geología / **Análisis Estructural (15977)**

Licenciatura Ingeniería Geológica / **Sismología e ingeniería sísmica (16055)**

Master en Ciencias de la Tierra: Geología Ambiental y Aplicada / **Análisis Estructural y Microestructural de almacenes geológicos para CO₂ y residuos (302775)**

Miembros del grupo de innovación docente:

M^a Antonia Díez Balda mad@usal.es

Puy Ayarza Arribas puy@usal.es

Fernando Álvarez Lobato fernando@usal.es

José Ramón Martínez Catalán jrmc@usal.es

Juan Gómez Barreiro jugb@usal.es

Incidencias reseñables durante la ejecución:

Licenciatura Geología / **Análisis Estructural (15977)**: sin docencia por no haber matriculados en el curso 2011-2012.

Memoria de resultados

Durante la ejecución del presente proyecto se han llevado a cabo con éxito los objetivos principales del mismo, teniendo en cuenta el recorte sustancial del presupuesto solicitado inicialmente. Dentro de las prioridades del Grupo de Innovación Docente se perseguía una actualización de las metodologías docentes centrándonos en la consolidación de una enseñanza práctica que consolide el compromiso de nuestro grupo con la orientación progresiva de los contenidos a las demandas del mercado laboral nacional e internacional dentro del campo de la geología estructural y geofísica. En ese sentido se han reforzado de manera paralela al proyecto líneas de transferencia de conocimiento con la empresa que nos ha permitido renovar parte de los objetivos de mejora para ajustar el perfil demandado en el sector laboral y los contenidos específicos que para cada nivel educativo debemos ir ajustando. Tales líneas se pretenden afianzar en futuros planes de innovación docente de la USAL.

El perfil docente está orientado al desarrollo de contenidos tanto para Geólogos, Ingenieros geólogos y estudiantes del Máster Universitario en Ciencias de la Tierra. Dichas titulaciones aunque presentan un cierto grado de coordinación, se distinguen en su aplicación última en el mercado laboral y, por tanto, se requiere dotar a las iniciativas e innovación docente de la suficiente flexibilidad para adaptarse a los grupos de una u otra titulación.

Comentario similar merece la aplicación transversal del proyecto a diferentes niveles académicos, desde asignaturas de carácter troncal a cursos optativos, tanto de la licenciatura como del programa de Máster Universitario de Ciencias de la Tierra, donde los contenidos deben enfocarse necesariamente de modo distinto.

Desde este proyecto hemos pretendido pues comenzar un proceso de renovación coordinado (Téngase en cuenta que es el primer proyecto de este tipo del grupo) que en el futuro próximo pueda extenderse a otras asignaturas del área.

Las actuaciones recogidas en los objetivos del proyecto incidían en dos campos prioritarios:

1. Actualización y reparación de la colección de alumnos y edición de material didáctico asociado

2. Adquisición del software profesional 3Dstress © (con licencia académica) y elaboración de tutorial

A continuación se detallan los resultados asociados a ambas acciones:

1. Actualización y reparación de la colección de alumnos y edición de material didáctico asociado

Se ha realizado una revisión exhaustiva de las colecciones de láminas delgadas y muestras de mano localizando y organizando las categorías del material para la docencia de análisis estructural y geofísica, reconociéndose el siguiente inventario:

Serie S: rocas con problemas de foliaciones tectónicas, identificación de anisotropías mecánicas y planos de debilidad estructural. Secuencia estructural. Condiciones metamórficas y de esfuerzos (50 láminas)

Serie P: rocas con problemas de relaciones blastesis – deformación, con especial énfasis en la identificación de fases pre-, sin-, tardi- y postcinemáticas. Correlación de condiciones PTd y diagramas de fases (65 láminas)

Serie M: rocas asociadas a zonas de deformación frágil, frágil-dúctil y dúctil. Identificación del estilo de deformación y geometría/simetría. Estimación de condiciones PTd y secuencia de eventos. Identificación de microestructuras, expresión microestructural de defectos cristalinos puntuales, lineales y planares. Régimen mecánico de deformación. Circulación de fluidos. (90 láminas)

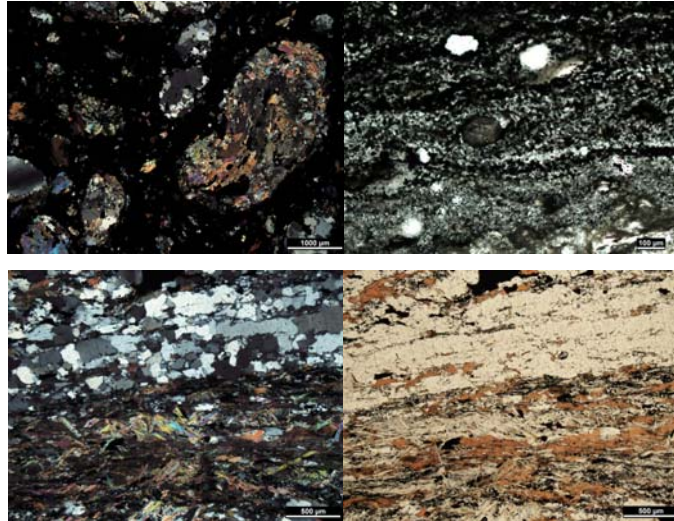


Figura 1: Ejemplo del material didáctico elaborado para las fichas de discusión y estudio de los alumnos. De izq a derecha y de arriba abajo, pueden observarse detalles de una brecha mineralizada afectando a rocas básicas metamorizadas. Después tenemos el típico aspecto de una roca intensamente deformada por la acción de una zona de cizalla dúctil (ultramilonita) con desarrollo de porfiroclastos de cuarzo y calcita. Debajo dos vistas al microscopio petrográfico de esquistos semipelíticos con cuarzo, biotita, moscovita y granate, con desarrollo de una foliación tectónica de tipo esquistosidad y unas cintas de cuarzo de carácter milonítico.

Todas ellas incluyen un número de ejemplos excepcionales, en muchos casos de referencia internacional, como se recoge en la última edición de GEOSITES 2011, iniciativa promovida por la UNESCO, con un valor formativo magnífico. En cada una de ellas se ha determinado el % de muestras dañadas y la prioridad de la actuación desde un punto de vista formativo. En total se ha estimado una media de un 15% de láminas dañadas (~30 láminas) con necesidad de sustitución. Considerando las prioridades del proyecto de innovación docente y el presupuesto concedido se seleccionaron 6 muestras de reposición consideradas críticas, por su valor formativo tanto en niveles académicos de grado/licenciatura como de Máster. Si bien esta es una tasa de daño alta en la colección hay que considerar que representa un desgaste acumulado. En futuras intervenciones didácticas se pretende completar la reparación.

De manera paralela a la actividad previa se han elaborado fichas que han pretendido tutelar al alumno en el uso de la colección. Si bien la asignatura de Análisis estructural este año no ha contado con ningún matriculado, dicha colección ha sido empleada en 5 sesiones prácticas en la asignatura de Máster oficial de Ciencias de la Tierra: Análisis Estructural y Microestructural de almacenes geológicos para CO₂ y residuos. Los alumnos han mostrado un gran interés en dichas prácticas mostrando un

grado de aprovechamiento óptimo. Del mismo modo, se han integrado parte de las colecciones en la docencia específica de algunos temas al combinar las presentaciones digitales con la proyección de láminas delgadas a través del sistema digital de microscopía adquirido por el Área de Geodinámica Interna recientemente.

La principal ventaja de esta metodología es fomentar el trabajo personal y crítico de valoración de estructuras y microestructuras en contexto, y discutir los aspectos teóricos y aplicados a litologías reales. En el caso del curso de Máster se ha visto reforzar la conexión de conceptos teóricos como la permeabilidad de fractura y la observación de rocas fracturadas, así como de las evidencias de circulación de fluidos.

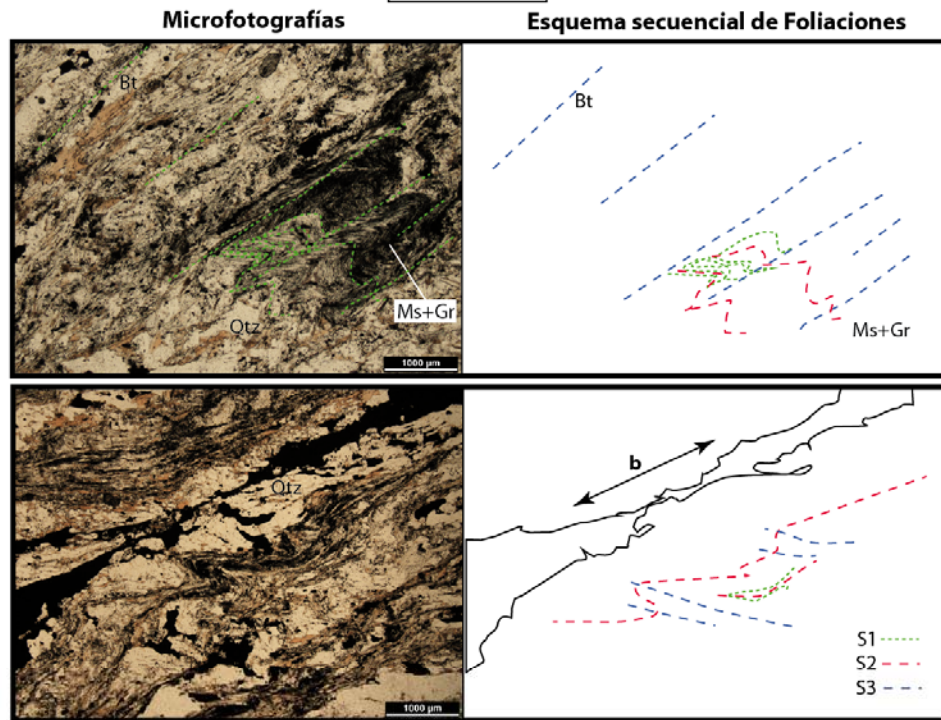
El aprendizaje de dichas competencias es básico para la evaluación de riesgo de fuga e integridad a largo plazo de almacenes geológicos profundos de CO₂, residuos, y recursos energéticos (petróleo-gas) y ha de reseñarse la excelencia formativa que el departamento de Geología lleva consiguiendo en estos campos a lo largo de los años.

Mejoras inmediatas asociadas:

- Ampliación de la autonomía del alumno en el estudio práctico de casos reales y significativos.
- Mayor y más variada experiencia práctica. Enfocada a problemas actuales (fallas-almacenes)
- Tutorial y guía de consulta y estudio de láminas delgadas de rocas de la colección.
- Fichas descriptivas con material en color.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de Ficha descriptiva elaborada.

Ficha S-34



Mineralogía: Cuarzo (Qtz) + Biotita (Bt) + Mica blanca (Ms) + Grafito (Gr) + Opacos

Textura: Foliada, (lepidoblástica), con segregación parcial de cintas de cuarzo recristalizado. Se observa una superposición compleja de foliaciones tectónicas o esquistosidades ($S1 > S2 > S3$)

El conjunto aparece afectado tardíamente por fenómenos de microfracturación y boudinage (b), con entrada de opacos (probables sulfuros).

Grado Metamórfico: bajo - medio

Contexto Geológico: Zona de Galicia Tras-Os-Montes. Sector de transición a niveles mesozonales. Unidades metasedimentarias superiores.

Guía de Observación:

- Identifica las Fases minerales principales y secundarias
- Detalla la microestructura de la general a lo particular
- Secuencia de foliaciones/ fases de deformación: ¡Empieza por la última estructura generada!
- Grado metamórfico aproximado: fases minerales en equilibrio textural

Prácticas

Análisis Estructural

Figura 2: Ejemplo de ficha realizada para prácticas de análisis estructural, con clave y guía de observación.

2. Adquisición del software profesional 3Dstress © (con licencia académica) y elaboración de tutorial:

Se persigue adiestrar a los alumnos de cursos avanzados en una metodología de trabajo actual para evaluar el potencial de reactivación y fuga de poblaciones de fracturas. Dicha formación es demandada a escala internacional tanto en el sector público como privado, en proyectos de gran repercusión social como son las infraestructuras de captura de CO₂.

Mejoras inmediatas asociadas

- Metodología novedosa y demandada laboralmente. Satisfacción del alumno.
- Adquisición de destrezas avanzadas en el manejo de datos y modelos geo-referenciados de fracturas.
- Prácticas sobre casos reales y posibilidad de realizar trabajos en áreas prioritarias de investigación (
- Software profesional de difícil acceso.

La metodología relacionada con el software adquirido se ha incluido de manera activa en el programa docente con el desarrollo de las siguientes actuaciones:

- Seminario dedicado a conceptos básicos:

- * Tendencia al deslizamiento
- * Tendencia a la apertura
- * Tendencia combinada a la apertura y deslizamiento
- * Uso del Círculo de Mohr y su relación con la presión de fluidos

- Aplicación a casos reales:

- * Elaboración de un mapa de fracturas
- * Datos de fallas en afloramientos seleccionados
- * Interpretación 3D del sistema de fallas (cortes geológicos)
- * Información estructural a partir de testigos orientados en entornos fracturados
- * Cálculo de esfuerzos locales y regionales

Algunos ejemplos mostrados en los seminarios son la obtención de estereogramas representando la orientación de planos de falla con un valor de tendencia al deslizamiento asociado (Figura 3a) o la proyección de datos geo-referenciados de fracturas (Figura 3b)

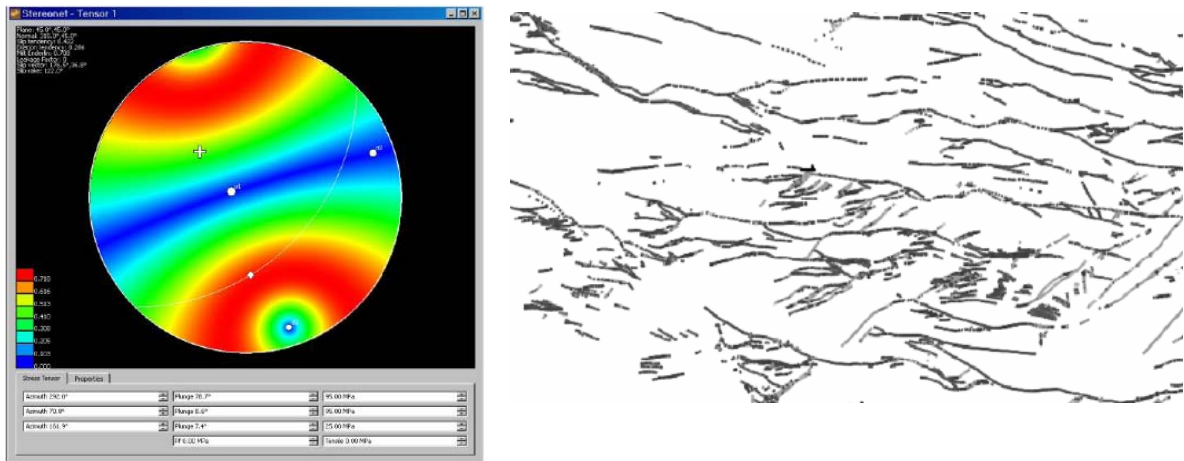


Figura 3: a) Izquierda, distribución espacial en proyección estereográfica de polos de planos de falla con valores de tendencia al deslizamiento para un estado de esfuerzos dado. b) derecha, Mapa de fracturas geo-referenciado utilizado para el análisis.

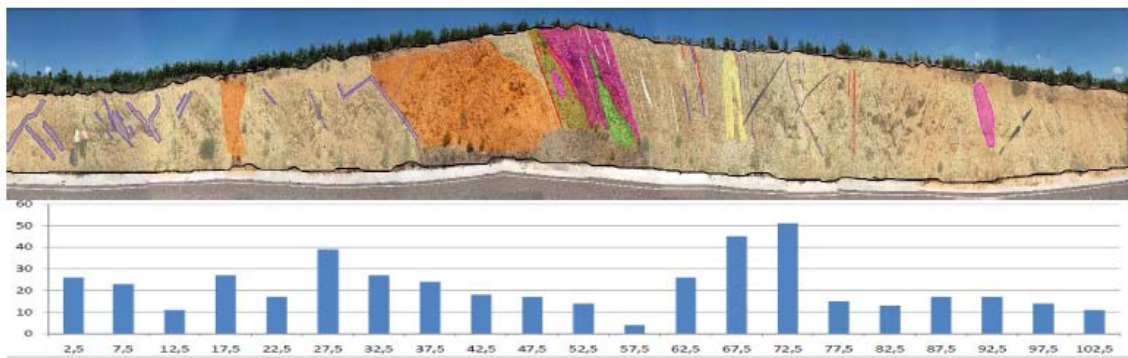


Figura 4: Resultados de la aplicación de la metodología a un caso práctico de análisis de fracturas, en un ejercicio de campo llevado a cabo por los alumnos.

Esta metodología ha sido empleada con éxito este año y será extendida a los próximos cursos dado el grado de satisfacción y aprovechamiento reconocidos por los alumnos sobre es te tema.

Conclusiones

Como avanzábamos en la introducción, los profesores implicados en el grupo de innovación docente consideramos que se han cumplido los objetivos de manera satisfactoria y debemos seguir avanzando en esta línea de mejora continua de la docencia. Los resultados académicos de los alumnos también son satisfactorios pues tanto en las pruebas prácticas parciales que implican trabajos de campo y resolución de problemas, así como en las evaluaciones finales, se ha percibido un incremento en el grado de mejora de conceptos y habilidades en los campos incluidos en el proyecto. No cabe duda que una mayor aportación económica hubiera redundado en un mayor impacto, pero atendiendo a las circunstancias generales, la inversión realizada ha sido amortizada con excelentes resultados.

El proyecto de innovación docente ha permitido implantar un grupo de contenidos y metodologías novedosas, aplicadas y de gran interés para los alumnos de los distintos cursos afectados.