

## Restitución 3D de estructuras geológicas a partir datos paleomagnéticos; aplicación a los anticlinales del Balces y Boltaña (Pirineo Central)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	<b>Pueyo, E.L.</b>
<i>Equipo de trabajo:</i>	Barnolas, A.; Bausá, J.; Beamud, B.; Briz, J. L.; Ciria, J. C.; Gil-Peña, I.; Hernández, R.; <b>López, M. A.</b> ; Martín Alfageme, S.; <b>Mochales, T.</b> ; Navas, J.; <b>Olivan, C.</b> ; Pocoví, A.; <b>Ramón, M. J.</b> ; Ros, L. H.; <b>Rodríguez-Pintó, A.</b> ; Vidal, O.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad de Zaragoza, Universitat de Barcelona, Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera" CSIC, Hospital "Royo Villanova" <i>Midland Valley Exploration. Norsk Hydro</i> , y Gessal
<i>Fecha de inicio:</i>	12-12-2006
<i>Final previsto:</i>	31-12-2009
<i>Palabras clave:</i>	reconstrucción 3D, restitución 3D, paleomagnetismo, geología estructural, Pirineo, simulaciones TAC
<i>Área Geográfica:</i>	Huesca (Aragón)

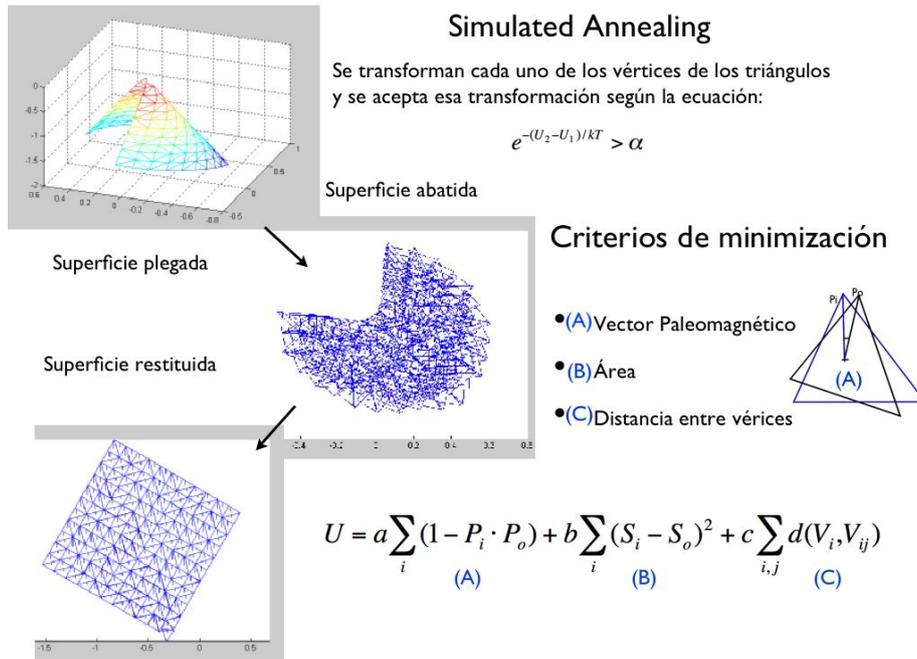
### Resumen:

Objetivos: Este proyecto de investigación del Plan Nacional de Investigación (CGL2006-02289 (MEC) propone como objetivo fundamental el desarrollo de un método de restitución tridimensional real basado en el uso primario de datos paleomagnéticos. En contraste con otros métodos geométricos o mecánicos, la utilización de una referencia 3D real (So y vector magnético) puede limitar considerablemente el número de suposiciones iniciales y el de soluciones finales y restituir con éxito geometrías en zonas complejas de transferencia lateral de deformación afectadas por gradientes laterales de acortamiento (rotaciones de eje vertical). El segundo objetivo es la aplicación del método que se desarrolle a la zona de estructuras oblicuas del Pirineo Centro-occidental (anticlinales de Balces, Boltaña, Fachar, Pico del Aguila, Santo Domingo-San Marzal). Se plantea para ello el refinamiento en la caracterización de la geometría de los cuerpos sedimentarios involucrados en el plegamiento, la datación precisa (magnetoestratigráfica) de la secuencia sedimentaria y de la deformación y la adquisición de numerosos puntos de control de la rotación (paleomagnetismo). El primer objetivo representa la temática de la tesis doctoral de María José Ramón (técnico superior- DGES) y el segundo objetivo incluye el desarrollo de las tesis doctorales de Adriana Rodríguez (becaria UZ-Fundación Carolina) y Tania Mochales (becaria IGME).

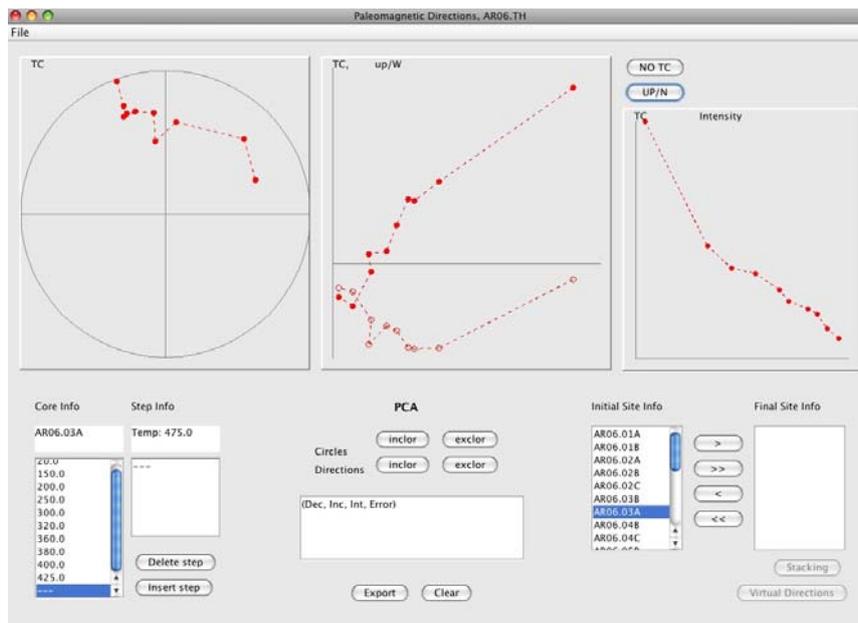
Actividades: 1): Desarrollo de un modelo matemático e informático de plegamiento flexural de lineaciones en 3D. 2) Refinamiento de la geometría y cinemática de la deformación en estructuras tipo del frente surpirenaico occidental (anticlinales de Boltaña, Balze, Barbastro, Pico del Aguila, Fachar y San Marzal) que sean utilizadas como ejemplos del método de restitución. 3) Refinamiento de la geometría y cronoestratigrafía de estos ejemplos (edades de deformación). 4) Caracterización paleomagnética detallada de las rotaciones y de su edad en estas estructura tipo. 5) Implementación de los datos paleomagnéticos en el SIGEOF. 5) Construcción de modelos 3D geoméricamente validos en los ejemplos estudiados.

Resultados por actividades: Actividad 1: Inicio del desarrollo de las funciones matemáticas que relacionan el error observable en datos paleomagnéticos causado por una restitución incorrecta de estructuras complejas, o por la deformación interna o el solapamiento de componentes en cuerpos plegados. También se ha iniciado el desarrollo del algoritmo de restitución: Se parte del principio de horizontalidad de las capas: restituir es volver al estado inicial no deformado que se supone horizontal en un contexto geológico de plegamiento flexural, (mínima deformación interna) incorporando la información del paleomagnetismo. Etapas del método: A) Definir y triangular la superficie. B) Incorporar el vector paleomagnético. C) Abatir a la horizontal. D) Rotar (convergencia con la referencia paleomagnética). E) Trasladar minimizando las distancias. F) Coser (minimización de huecos y solapamientos entre triángulos). G) Optimizar (iterativamente se modifican los vértices de los triángulos de una forma aleatoria aceptando el cambio buscando minimizar una función de potencial). Actividad 2: *Anticlinal del Balces*; Datación de la serie pre y syntectónica (finalizada). Interpretación sísmica y reconstrucción 3D en curso (tesis doctoral de Adriana Rodríguez). *Anticlinal de Boltaña*: Perfiles magnetoestratigráficos de los materiales pre y sintectónicos finalizada, prevista reconstrucción 3D parcial de la zona de San Felices (tesis doctoral de Tania Mochales). *Anticlinal de Fachar*. Iniciada la reconstrucción 3D de la estructura, también se han muestreado y medido 13 estaciones adicionales de rotación (25 en total). *Anticlinal del San Marzal*: Se ha mejorado la calidad de los datos paleomagnéticos existentes y se prevé densificar la red de punto (tesis doctoral de María José Ramón) e iniciar su reconstrucción 3D. Actividad 3: Finalizados

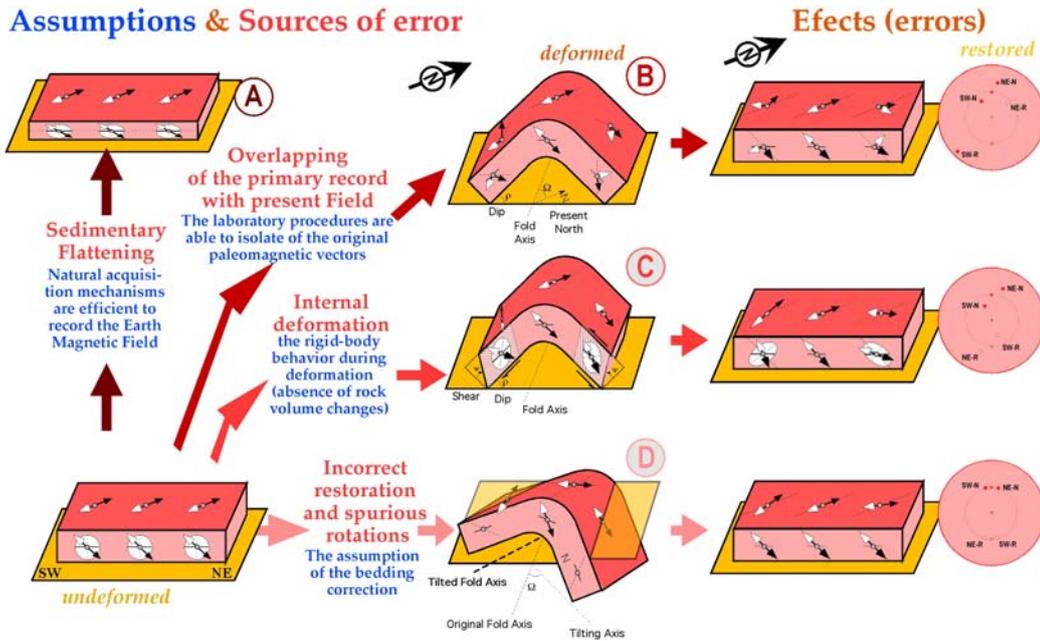
5 perfiles magnetoestratigráficos (más de 3,5 kilómetros de serie y más de 2000 muestras analizadas): 1) Mesón de Sivil (570 m; 24R-20R Cusiense-Luteciense). 2) Santa Marina (650 m; 22R-19N Cusiense-Luteciense sintectónico). 3) Isuela (550 m; 21R-19N Luteciense). 4) Perfil de Coscollar-Mondot (900 m; 21R-19R Lutetian). 5) Serie de Ara-Yeba (900 m; 24R-21R Ilerdiense-Cusiense). 6) Surco turbidítico: 35 estaciones paleomagnéticas a techo de las megacapas en los cortes de Roncal, Subordán y Aragón. **Actividad 4:** se han desarrollado numerosas campañas de muestreo paleomagnético para a caracterización de las estructuras tipo: 1) Fachar (25 estaciones), Barbastro-Balaguer (19), Piloto Garum (12), Balzes (10), así como la discretización de los perfiles estratigráficos de Isuela (10), Balces (12) y Boltaña (18). **Actividad adicional:** Simulaciones en TAC. Se ha iniciado una colaboración con el Hospital "Royo Villanova" de Zaragoza, en concreto con el servicio de Radiología, para el escaneado (TAC) de simulaciones de superficies gaussianas que representan la geometría de las estructuras tipo estudiadas.



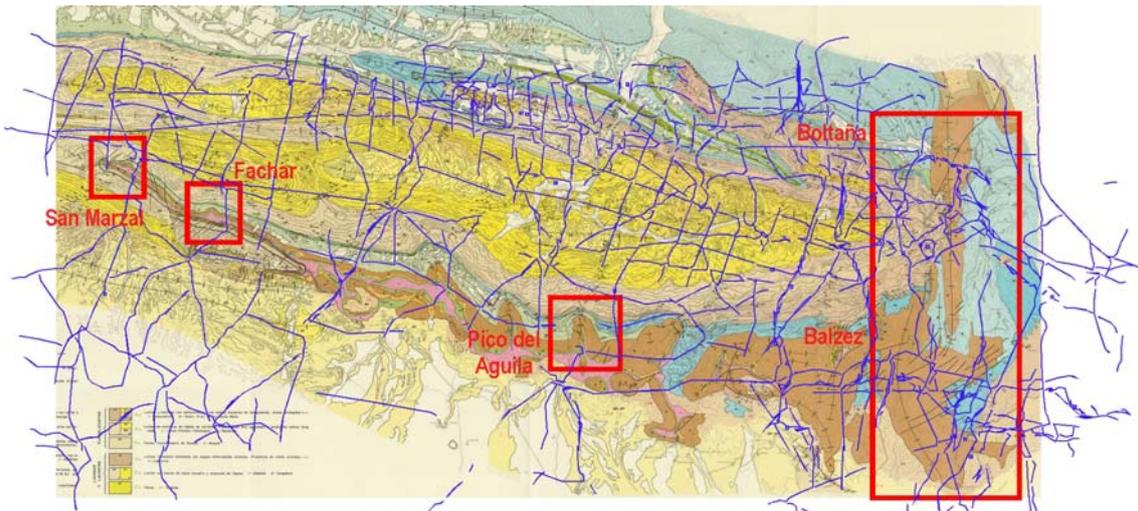
Metodología y criterios de minimización para el desarrollo de un algoritmo de restitución 3D utilizando datos paleomagnéticos



Programa de procesado integral de datos paleomagnéticos VDPaldir desarrollado en el marco del proyecto; incluye las rutinas de cálculos de direcciones y planos por ACP, la Rutina de Apilamiento y las Direcciones Virtuales.



Tipificación de errores de origen estructural en datos paleomagnéticos (Pueyo et al., 2009).



Localización de las estructuras sobre las que se realizan modelos 3D y de las líneas sísmicas compiladas.

Estado de trabajo de las estructuras consideradas:

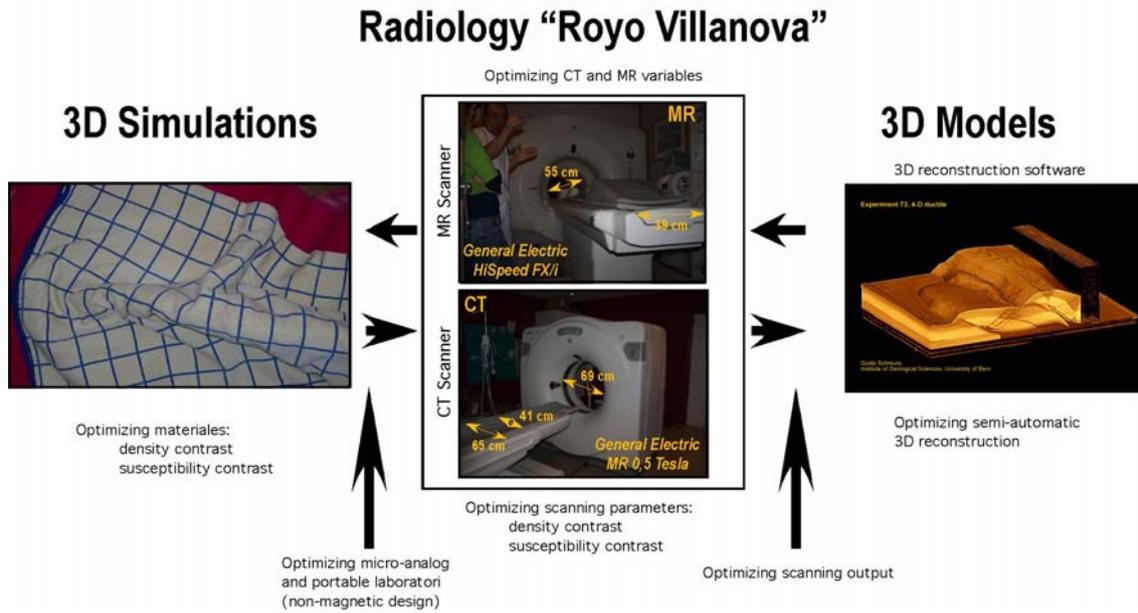
Anticlinal del Balces (inicialmente no previsto); Compilación de DEM, compilación e interpretación de líneas sísmicas. Inicio del modelo 3D, actualmente de estancia en Geomodels-UB.

Anticlinal del Pico del Aguila: Modelo 3D realizado en la tesis doctoral de Oscar Vidal (UB). Campañas piloto en los anticlinales oblicuos de la Sierra de Guara (Guara, Tozal y Nasarre) realizadas 13 estaciones para caracterizar las rotaciones pre-Bartonienses. Prevista su continuación en el marco del proyecto CGL2009-14214-CO2.

Anticlinal de Boltaña: Previsto inicio del modelo 3D del flanco W en la localidad de San Felices con el fin de precisar la edad de rotación

Anticlinal de Fachar (inicialmente no previsto); Se ha iniciado la reconstrucción de un modelo 3D de la estructura en la que se realizó una campaña intensiva de recogida de más de 2000 datos de campo (verano 2007). Realizada en 2008 campaña de prospección paleomagnética; 13 estaciones (10 más previstas en 2009)

Anticlinal del San Marzal (inicialmente no previsto); Iniciada la mejora de datos paleomagneticos existentes (Pueyo 2000), se prevé densificar unos 15-20 puntos la red de puntos de rotación (María José Ramón) e iniciar su reconstrucción 3D en 2009.



Rutina de trabajo para el escaneado 3D de análogos de estructuras de cobertera (desarrollables en el sentido de Gauss) en las instalaciones del servicio de Radiología del Hospital Royo Villanova.(Zaragoza).