

# Convocatoria de ayudas de Proyectos de Investigación Fundamental no orientada

## TECHNICAL ANNEX FOR TYPE A or B PROJECTS

### 1. SUMMARY OF THE PROPOSAL (the summary must be also filled in Spanish)

**PROJECT TITLE:** Assessing the validity of 3D restoration methods: 3D structural reconstruction, paleomagnetism and analog modelling applied to evaluate complex structures and potential CO<sub>2</sub> reservoirs (**3DRestoQ-CO2**). **SUBPROJECT A (Pmag3DRest)**: Consistent 3D restoration in complex structures and potential CO<sub>2</sub> reservoirs by using structural and paleomagnetic 3D references (Emilio L. Pueyo Morer). **SUBPROJECT B: (3D-RESTANALOG)** Checking 3D structural restoration methods by means of analogue models (Ruth Soto Marín)

**PRINCIPAL INVESTIGATOR:** Emilio L. Pueyo Morer

#### SUMMARY

(brief and precise, outlining only the most relevant topics and the proposed objectives):

**Three-dimensional reconstruction** of the underground implies the integration of discrete and heterogeneous datasets and it is a major challenge in Earth Sciences due to its **important socio-economic implications** (safety of CO<sub>2</sub> storage, underground water reservoirs estimation, mineral resources evaluation, etc...). Methodological development during the last decades has turned out a wide variety of methods, tools with a reasonable level of predictability especially when abundant surface and sub-surface information are available. The **problem** arises when the data needed to build 3D models are limited and/or when **deformation processes are complex** and the dataset optimisation still have significant implications (eg. investment decisions). For that reason some structural validation tools (**3D restorations**) based on geometric and mechanic laws have been developed lastly. However the assumptions needed and the procedures used by these methods **do not always allow obtaining unique and reliable solutions**.

This **methodological project** focuses the problem of **reliability of underground reconstructions** based on 3D restoration methods (3D-RM). It begins a **simple premise**: any 3D restoration method should use a truly 3D reference frame able to relate the deformed and undeformed stages. The project has the following **goals**: 1) To produce a set of **detailed 3D reconstructions of complex "type structures"** and to analyse **complex tectonic scenarios** from natural examples (including the acquisition of paleomagnetic data) and **analogue models**, respectively, to better understand the geometry and kinematics of geological structures. This goal also includes the application of **innovative technologies**: CT and MR scanning of the analog models or simple simulations. 2) To **develop a 3D restoration tool based on 3D references** (it will include the control of potential paleomagnetic errors and the building of the world-wide first on-line geo-referenced paleomagnetic database). 3) Finally to **check the validity of current restoration tools** (Move by MVE; Kine3D by Paradigm-gOcad and Dinel3D by igeoss) using the studied natural examples and analogue models. 4) Special attention will be paid to the 3D reconstruction and evaluation of some potential CO<sub>2</sub> reservoirs in the Loranca Basin (Central Spain).

The project is divided in 8 main tasks, four of them shared between the two subprojects. Subproject A possess (16 reseacrhers) proved solvency (CGL-2006-02289-BTE) and results related to the proposed subject, whereas Subproject B is formed by four young researchers that propose a new research line. The project implies the **interaction of several methodologies** (3D structural geology [in a wider sense], geophysics, analogue modeling, paleomagnetism, spatial databases, radiology) converging in an solely final goal: to check the reliability of underground reconstructions. The viability of the project is guaranteed taking into account the proposed objectives, coherent with the trajectory of the soliciting team. Moreover, the project has the support of **seven EPOs** related either with the methodologies or the objectives proposed.

**KEYWORDS:** 3D reconstructions, 3D restoration, Structural Analysis, Analog Modelling, Paleomagnetism, Potential CO<sub>2</sub> reservoir. Quality Evaluation

**TITULO DEL PROYECTO:** Validación de métodos de restitución 3D del subsuelo: reconstrucción estructural 3D, paleomagnetismo y modelización analógica, aplicado a estructuras complejas y a la evaluación de reservorios de CO<sub>2</sub>.

## RESUMEN

(breve y preciso, exponiendo sólo los aspectos más relevantes y los objetivos propuestos):

Las **reconstrucciones 3D** de la geología del subsuelo implican la integración de toda la información de superficie y subsuelo disponible y hoy en día representan uno de los mayores desafíos en el campo de las Ciencias de la Tierra debido a sus **implicaciones socio-económicas** (viabilidad de almacenes de CO<sub>2</sub>, estimación y gestión de acuíferos, evaluación de recursos naturales, etc...). Durante las últimas décadas se ha producido un importante desarrollo metodológico para diseñar herramientas con alta capacidad de predicción, especialmente a partir del estudio en zonas con gran cantidad de datos disponibles tanto de superficie como de subsuelo. Sin embargo, **un importante avance es necesario** para el desarrollo de modelos 3D en zonas con datos limitados y/o en escenarios tectónicos complejos. En estos casos, realizar la validación del modelo 3D es fundamental y ésta es la razón del creciente desarrollo de **técnicas de restitución 3D** basadas en premisas geométricas y mecánicas, aunque es necesaria la mejora de los actuales métodos puesto que no funcionan en casos complejos.

Este proyecto presenta un fin fundamentalmente metodológico relacionado con la validez de las actuales técnicas de restitución 3D. Así, se parte de la premisa de que todo método de restitución 3D debe relacionar el estado deformado y no deformado teniendo en cuenta la deformación en todas las direcciones del espacio. Los principales objetivos del proyecto son: 1) La reconstrucción en 3D de estructuras tipo complejas y análisis de escenarios tectónicos complejos a partir del estudio de ejemplos naturales (incluyendo datos paleomagnéticos) y modelos analógicos, respectivamente, que contribuirá a una mayor comprensión de la geometría y cinemática de las estructuras geológicas. Este objetivo incluye la aplicación de técnicas innovadoras (TAC y resonancia magnética) para el escaneado 3D de los modelos analógico y de las simulaciones sencillas. 2) Desarrollo de un método de restitución 3D real, basado en referencias en las tres dimensiones (controlando potenciales errores paleomagnéticos y la construcción de la primera base de datos paleomagnéticos georeferenciados). 3) Finalmente, validar los métodos de restitución actuales (Move de MVE; Kine3D de Paradigm-gOcad y Dine3D de igeoss) a partir del análisis de ejemplos naturales y modelos analógicos. 5) Además, se propone un estudio detallado de la cuenca de Loranca, en concreto la reconstrucción 3D de varios potenciales reservorios de CO<sub>2</sub> de dicha cuenca utilizando los métodos y herramientas propuestas en el proyecto.

El proyecto está dividido en 8 tareas principales, y cuatro de ellas las realizarán los dos subproyectos en colaboración. El equipo investigador del subproyecto A, con 16 investigadores ha demostrado solvencia (CGL-2006-02289-BTE) y resultados científicos relacionados con el tema propuesto, mientras que el equipo del Subproyecto B está constituido por cuatro jóvenes investigadores proponiendo una nueva línea de investigación. El proyecto implica la interacción de numerosas disciplinas (geología estructural 3D [en sentido amplio], geofísica, modelos analógicos, paleomagnetismo, bases de datos espaciales, radiología) que convergen en un solo objetivo final: comprobar la credibilidad de las reconstrucciones del subsuelo. La viabilidad del proyecto está garantizada por la naturaleza de los objetivos, acorde con la trayectoria del equipo solicitante. Además, el proyecto cuenta con el apoyo de **siete EPOs** interesadas bien en la metodología u objetivos propuestos.