

Visión global del Proyecto Berrocal. Planteamiento y objetivos

The El Berrocal Project: Global overview. Scope and objectives

P. Hernán (Enresa)

Emilio Vergas, 7 28043 Madrid

ABSTRACT

The El Berrocal Project was preceded by a preliminary study (0 Phase) started in 1989, intended to prepare and ensuring the performance of the actual Project that was divided in two two-year phases. At its very origin the Project was mainly conceived to achieve strategic objectives of methodology and instrumentation development and building up of R and D working teams. All this addressed to the study of radionuclide natural migration in a fractured granitic environment. As the Project progress it incorporates the concept of Natural Analogue and subsequently the Project objectives are more directly focussed to the Performance Assessment of HLRW repositories. In this global introduction to the Project an overview is given that covers organisational aspects, together with a summary of the sequence of activities. A final list of the technical reports produced within the project is included

Key words: Berrocal Project, Natural Analogues, Performance Assessment, Technical Reports Series.

Geogaceta, 20 (7) (1996), 1615-1617
ISSN: 0213683X

Introducción

"El Berrocal es un Proyecto de I+D, orientado hacia la identificación y mejora del conocimiento de procesos en un medio granítico fracturado. Sus objetivos han sido exclusivamente de investigación y nada han tenido que ver con ningún proceso de selección de emplazamientos

Ambito de estudio: La estación experimental de El Berrocal, se inscribe en una superficie inferior a 1 Km² y se encuentra, enclavada en un granito de 2 micas (Berrocal), geoquímicamente muy evolucionado con uraninita primaria entre sus minerales accesorios en el que encaja un filón de cuarzo que a su vez alberga una mineralización de uranio (Pechblenda) que fue explotada en los años sesenta. A escala regional, el granito de El Berrocal encaja en un plutón adamellítico que forma parte del conjunto de rocas ígneas y metamórficas, que conforman la Sierra de Gredos.

Fase Preliminar: El Proyecto Berrocal se inicia en 1989, con una fase de estudios previos (Fase 0) ante la necesidad detectada por ENRESA, de iniciar estudios de migración de radionucleidos en sistemas naturales y más concretamente en medios fracturados. El trabajo inicial fue publicado en la serie EUR, (referencia SR-0, en el listado de publicaciones que se adjunta a este trabajo). Los trabajos correspondientes a esta fase tuvieron una duración de 2 años, y fueron realizados por ENRESA, CIEMAT, JRC/Ispra y CEA/IPSN, y financiados conjuntamente por ENRESA y la CUE. Los trabajos sirvieron a su

vez para la consecución de una serie de objetivos específicos tales como establecer la estabilidad, evolución y mecanismos que controlan la migración de actínidos a favor de complejos y coloides.

El trabajo sirvió además, para conocer la distribución de uranio en el sistema, identificar aguas subterráneas con distintos niveles de potencial redox, iniciar la caracterización de coloides y en otro orden de cosas, para la realización de una serie de experimentos de migración en laboratorio (columna y batch) a partir de muestras de El Berrocal.

Proyecto Berrocal (Fases IY II)

Planteamiento estratégico: A partir del nivel del conocimiento obtenido en Fase 0, se lanza un proyecto de investigación de mayor envergadura (1991-1995), que añade a los participantes anteriores, la contribución del BGS y de AEA/Harwell, (ambos organismos públicos del Reino Unido), y del Departamento de Ingeniería del Terreno de la UPC. El trabajo se plantea en dos fases, cada una de ellas de dos años de duración. Al comienzo de la segunda fase se producen nuevas incorporaciones al Proyecto, concretamente la de MBT/Tecnología ambiental, cuyos integrantes pasaron a formar parte de INTERA/España, que posteriormente cambió su denominación por QuantiSci/España. Otros participantes que se incorporaron al inicio de la segunda fase, fueron: CSIC/Estación Experimental de El Zaidín (Granada) y el Departamento de Física del MOPTMA/CETA, que fue subcontratado por CIEMAT, para

el desarrollo de instrumentación de los ensayos de trazadores.

La estrategia planteada en origen liga ambas fases del Proyecto, de modo que la segunda constituye un amplio ejercicio de comprobación y validación de modelos de funcionamiento del sistema en profundidad (-500m). Estos modelos se habrían construido a partir de la información obtenida en la primera fase con datos (de cero a -250 m.) provenientes del muestreo de la galería de acceso a las labores mineras, (que fue recuperada dentro del Proyecto y de una serie de sondeos perforados desde esta galería y desde superficie.

La evolución de acontecimientos ligados a reacciones del entorno social, en ningún momento justificadas, obligaron a modificar la estrategia original planteándose la necesidad de perforar, dentro de la primera fase, la totalidad de los sondeos previstos, para el conjunto del Proyecto. Fueron perforados 20 sondeos, con un total 2.177 m. Estos cambios estratégicos no alteraron, salvo en lo ya indicado, los objetivos fundamentales del Proyecto.

Objetivos

Científicos: En términos globales los objetivos científicos, están definidos en el nombre extendido del Proyecto: Estudio de la migración de radionucleidos en un medio granítico fracturado, lo que implica la identificación de procesos intervinientes en el transporte, su cuantificación y priorización.

ORGANIZACIÓN	TAREAS Y PERTENENCIA A GRUPOS DE TRABAJO
CIEMAT (E)	Coordinación de trabajos "in situ". Geología estructural, petrología, mineralogía y geoquímica, hidrogeoquímica, estudios de desequilibrio de series de uranio, modelización geoquímica, estudios de coloides, ensayos de trazadores, testificación hidráulica, experimentos de sorción en laboratorio y estudios de difusión. (Participación en todos los grupos)
UPC/IT (E)	Testificación hidrogeológica, Modelización hidrogeológica y Ensayos de trazadores.(Diseño y Modelización). (Grupos de Hidrogeología y Ensayos de trazadores)
QuantiSci (E)	Modelización Geoquímica (Geoquímica)
AEA/Tech. (GB)	Estudios de desequilibrio de series de Uranio. Modelización de interacción agua-roca. Estudios de coloides.(Geoquímica)
BGS (GB)	Testificación hidrogeológica y Modelización hidrogeológica y de ensayos de trazadores.(Grupos de Hidrogeología y Ensayos de trazadores)
CEA/PSN (F)	Desarrollo de sondas geoquímicas. Hidrogeoquímica. (Geoquímica)
QUANTISCI/HENLEY (GB)	Modelización de Ensayos de trazadores (Ensayos de Trazadores)
CSIC/Jaume Almera (E)	Modelización geoquímica. (Geoquímica)
CSIC/El Zaidín (E)	Estudios de Isótopos estables (Geoquímica)
JRC-ISPRRA (CUE)	Ensayos de trazadores (Grupo de Ensayos de trazadores)
QuantiSci/Melton (GB)	Secretaría Técnica.

Cuadro 1.-Distribución de tareas entre las organizaciones participantes

Estratégicos: Recogen los objetivos de desarrollo metodológico, la formación de equipos de trabajo multidisciplinarios en temas de (I + D) y el desarrollo de equipos instrumentales.

En relación con los objetivos, es conveniente señalar que el concepto de análogo natural, ha estado implícito a lo largo de todo el Proyecto, si bien, su implantación ha progresado conforme el proyecto avanzaba desde posiciones donde la óptica predominante era la de realización de estudios en un sistema natural, hasta la franca consideración del Proyecto como Análogo natural de migración de radionucleidos en campo lejano, siempre con las limitaciones específicas de las condiciones físico-químicas reinantes en este ámbito de estudio. Esta aproximación ha incorporado paralelamente, un compromiso de focalización de objetivos y formulación de resultados, hacia su aplicación a ejercicios de evaluación del comportamiento. (Performance Assessment, PA, en la terminología anglosajona).

El Proyecto en sus últimos estadios de integración de resultados, incorpora estos compromisos y ordena su contribución en cuatro capítulos básicos: comprensión de procesos, aporte de datos, soporte físico para comprobación y validación de modelos, y finalmente aporte de información desde el medio natural en apoyo del concepto de almacenamiento para ilustración e información al público.

Aspectos organizativos del proyecto

A lo largo del proyecto, el trabajo científico y técnico ha estado dirigido por un comité de coordinación, integrado por los investigadores principales de cada organización participante y por representantes de ENRESA y CUE y en el que QuantiSci actuó en labores de secretaría científica.

A lo largo del Proyecto, se celebraron un total de 12 reuniones de este comité con una periodicidad semestral, quedando un registro del progreso de los trabajos realizados en una serie de informes internos semestrales.

Al comienzo de la segunda fase del Proyecto (1993-1995), el incremento de actividades, llevó a la formación de cuatro grupos de trabajo, que fueron encargados de la ejecución de los programas en áreas específicas.

^ **Geología Estructural.**

^ **Geoquímica:** Litogeoquímica, Hidrogeoquímica, Modelización Geoquímica Predictiva

^ **Hidrogeología**

^ **Ensayos de trazadores**

En fechas próximas a las de cierre para la toma de nuevos datos, fue creado un quinto grupo con la función específica de coordinar la realización y edición técnica de los informes del Proyecto.

El reparto de tareas y la pertenencia a los grupos de trabajo de cada uno de los distintos participantes queda reflejado en el cuadro 1:

Actividades

En su conjunto las presentaciones que siguen a ésta tratarán con detalle, tanto los aspectos descritos arriba como el conjunto de actividades que de forma muy resumida, se expresan aquí.

El Proyecto ha progresado en su estrategia de desarrollo comenzando con estudios de caracterización del medio físico, hasta disponer de un nivel de conocimiento suficiente como para permitir la realización de estudios de detalle. El conjunto de actividades llevadas a cabo en el Proyecto, se presenta a continuación de forma esquemática, en los cuadros 2 y 3

Informes de resultados

En la actualidad se trabaja en las últimas fases del proceso de integración de resultados y edición de informes que producirán las siguientes publicaciones:

- ^ 17 Informes Temáticos.
- ^ 6 Informes de Grupo de Trabajo.
- ^ 2 Informes de Síntesis.

En la relación adjunta se lista en detalle el conjunto de Informes Técnicos del Proyecto.

Además de los indicados en esta relación, a lo largo del Proyecto se han producido más de 50 Informes Internos de Progreso, y al menos 30 publicaciones externas en revistas, tanto nacionales como internacionales.

Relación de publicaciones técnicas del Proyecto Berrocal.

TOPICAL REPORTS:

VOLUMEN I: ESTUDIOS GEOLÓGICOS: Geología estructural, Mineralogía y Litogeoquímica. (TR 1, 2 y 3).

TR-1 - L. Pérez del Villar *et al.* Geology of El Berrocal Site, Spain.

TR-2 - L. Pérez del Villar *et al.* Mineralogical and geochemical characteristics of the El Berrocal granite.

TR-3 - L. Pérez del Villar *et al.* Mineralogical and geochemical characteristics of the El Berrocal fracture materials.

VOLUMEN II: HIDROGEOQUÍMICA. (TR 4, 5, 6 y 7)

TR-4 - P. Gómez, M. Ivanovich, E. Reyes & M.T. Crespo.

Hydrochemical and isotopic characterisation of the groundwater from the El Berrocal Site, Spain.

TR-5 - P. Gómez, M.J. Turrero & M. Ivanovich.

Sampling and characterisation of colloids in groundwaters from the El Berrocal Site, Spain.

TR-6 - M. Ivanovich, A. Hernández-Benítez & A.N. Chamber.

Rock-water interaction involving uranium and thorium isotopes in the fractures of El Berrocal granite, Spain.

TR-7 - J. Bruno, L. Duro, C. Linklater, J.E. Goldberg, M.J. Gimeno, J. Peña, C. Ayora, J. Delgado, I. Casas.

Testing of geochemical models for trace elements mobility.

VOLUMEN III: ENSAYOS DE MIGRACIÓN EN LABORATORIO Y ENSAYOS DE TRAZADORES "IN SITU". (TR 8, 9, 10, 11, 12 y 13)

TR-8 - M. García
Distribution coefficient studies in separated

minerals from the granite at the El Berrocal Site, Spain.

TR-9 - M. D'Alessandro, J. Guimerá, F. Mousty & A. Yllera de Llano.

"In situ" migration tests at the El Berrocal Site with conservative isotopic tracers: Laboratory and field results from Phase 1 of the project.

TR-10 - M. D'Alessandro, J. Guimerá & M. García.

Design, performance and interpretation of tracer tests in boreholes S 11-S 12 at the El Berrocal study site, Spain.

TR-11 - J. Tamarit, M. García, J. Carrera & J. Guimerá.

Design of tracer test equipment for the El Berrocal Site, Spain.

TR-12 - M. García & J. Bruno.

Results from field tracer tests in boreholes S 2/S 13/S 15 at the El Berrocal study Site, Spain.

TR-13 - M. García, A. Illera & a. Hernández.

Tracer Tests At El Berrocal Site, Spain Laboratory Experiments.

VOLUMEN IV: MODELIZACION HIDROGEOLOGICA Y DESARROLLO DE CODIGOS: (TR 14, 15, 16 y 17)

TR-14 - J. Guimerá, L. Vives, M. Saaltnik, P. Tume, B. Ruíz & J. Carrera.

Numerical modelling of pumping tests in a fractured low permeability medium.

TR-15 - X. Sánchez Vila & J. Carrera.

Stochastic analysis of flow and transport in 2D (single fissure) and 3D heterogeneous domains.

TR-16 - A. Medina, G. Galarza & J. Carrera
TRANSIN-II. Fortran Code for solving the Coupled Flow and Transport Inverse Problem in saturated conditions.

TR-17 - A. Medina, G. Galarza & J. Carrera
TRANSIN-III. Applications to 3-D media and non-linear problems.

TASK GROUP REPORTS

TGR-1 - C. Marin *et al.*

Structural Task Group Report.

TGR-2 - J. Carrera *et al.*

Hydrogeology Task Group Report.

TGR-3 - L. Pérez del Villar *et al.*

Litho geochemistry Geochemistry Task Group Report.

TGR-4 - P. Gómez *et al.*

Hydrogeochemistry: Geochemistry Task Group Report.

TGR-5 - J. Bruno *et al.*

Geochemical behaviour of U, Th and trace elements at El Berrocal, Spain.

TGR-6 - J. Guimerá *et al.*

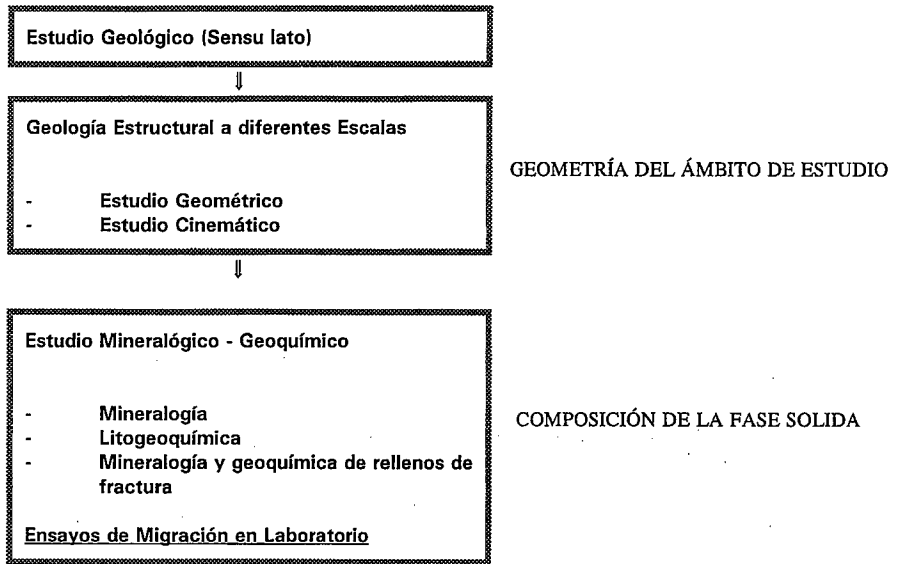
Tracer Test Task Group Report.

SUMMARY REPORTS

SR-0 - ENRESA & CIEMAT (1990)

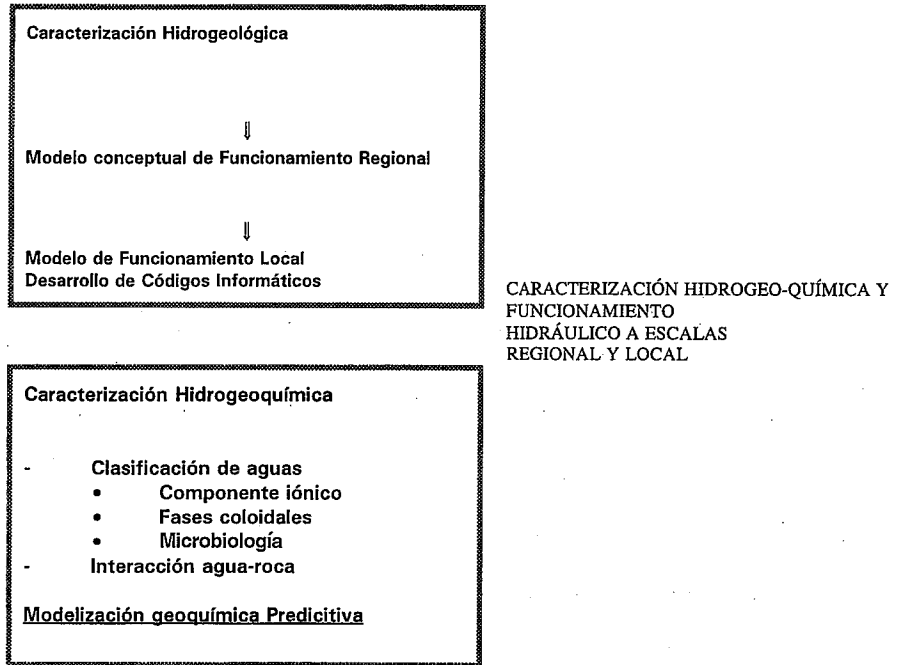
Laboratory and "in situ" determination of the

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO



Cuadro 2.-

FASE ACUOSA E INTERACCIÓN AGUA-ROCA



Cuadro 3.-

migration processes of actinide complexes and colloids in a fissural granite environment: El Berrocal Project (Preliminary activities - Phase Zero). EUR 15004 EN.

SR-1 - P. Rivas, *et al.*

El Berrocal Project. Characterization and validation of natural radionuclide migration processes under real conditions on the fissured granitic environment.

SR-2 - The "El Berrocal Project" Report In-

tegration Group.

Final Summary Report.

Agradecimientos

ENRESA, quiere expresar su agradecimiento a todas las organizaciones que han intervenido en el Proyecto, así como a cada uno de los mas de ochenta participantes, que a lo largo de todo el Proyecto han prestado un esfuerzo encomiable.