



GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD

REPO-10	C.N.E.A. Biblioteca	
	ARCHIVO PUBLICACIONES	
	Nº 1	AÑO 1985

CNEA-NT 39/85

ESTUDIOS PARA LA SELECCION
DEL EMPLAZAMIENTO DE UN REPOSITORIO
EN LA ARGENTINA

Palacios, E.; Matar, J.A.;
Perucca, J.C.; Ciallella, N.R.



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
BUENOS AIRES - ARGENTINA

1985

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Dependiente de la Presidencia de la Nación
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD*

REPO-10	C.N.E.A. Biblioteca		CNEA-NT 39/85
	ARCHIVO PUBLICACIONES		
	Nº 1	AÑO 1985	

ESTUDIOS PARA LA SELECCION
DEL EMPLAZAMIENTO DE UN REPOSITORIO
EN LA ARGENTINA

Palacios, E.; Matar, J.A.;
Perucca, J.C.; Ciallella, N.R.

Este trabajo fue presentado en el "Seminar on the site investigation techniques and assessment methods for underground disposal of the radioactive wastes" realizado en Sofía, Bulgaria entre el 6 y el 10 de febrero de 1984.

* Casilla de Correo 40
1802 AEROPUERTO DE EZEIZA, Argentina

Buenos Aires
1985

INIS CLASSIFICATION AND KEYWORDS

E52.00

ARGENTINA
GRANITES
GEOLOGIC FORMATIONS
HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTES
RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL
REPOSITORIES (*)
SITE SELECTION
UNDERGROUND DISPOSAL

(*) Not shown in INIS Thesaurus 1985.

ESTUDIOS PARA LA SELECCION DEL EMPLAZAMIENTO DE UN REPOSITORIO EN ARGENTINA

Elías Palacios**, José Matar*, Juan C. Perucca*
Norberto Ciallella**

* Universidad Nacional de San Juan, Argentina

** Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina

RESUMEN

La primera etapa en la selección de una formación geológica adecuada para la disposición de residuos de alta actividad en la Argentina estuvo constituida por un análisis de los afloramientos de roca granítica existentes en el país en base al material bibliográfico disponible. Para cada afloramiento se determinaron las características petrográficas y estructurales, las dimensiones y especificaciones de los cuerpos graníticos, las características sísmicas e hidrogeológicas de la región, su potencial minero y petrolero, así como rasgos demográficos, agrícola-ganaderos e industriales de la zona. De esa manera, se identificaron alrededor de 200 afloramientos graníticos.

En una segunda etapa, se aplicaron los siguientes criterios de eliminación: (a) cuerpos ubicados en zonas sísmicas o en regiones en las que se desarrollan actividades mineras o petroleras; (b) características petrográficas de las rocas indicativas de alteraciones significativas, tales como estado avanzado de erosión o de descomposición; y (c) cuerpos ubicados en zonas cuyas características hidrogeológicas sean conocidas como desfavorables. Como criterio ulterior de selección, se tomaron en cuenta ciertas características desfavorables desde el punto de vista de la construcción y la operación de la instalación del repositorio. Se consideraron como desfavorables los emplazamientos en zonas densamente pobladas, con actividades turísticas o de difícil acceso. Como resultado de esta segunda etapa, se identificaron siete formaciones.

Una tercera etapa, basada en un relevamiento de los cuerpos graníticos preseleccionados, condujo a la identificación de los macizos La Esperanza y Chasico en la Provincia de Río Negro y de Calcatapul y Sierra del Medio en la Provincia del Chubut como los emplazamientos más adecuados para continuar con los estudios de detalle.

INTRODUCCION

La producción de residuos radiactivos de alta actividad es una consecuencia de la generación de energía eléctrica de origen nuclear. La naturaleza de estos residuos es la misma, cualquiera sea la decisión de reprocesar o no, los combustibles usados.

La opción de eliminación directa de los elementos combustibles irradiados ha sido descartada en la Argentina, no sólo por la importancia energética del plutonio presente en los mismos, sino también por motivos ecológicos. En efecto, los

elementos combustibles no están diseñados para la retención de radionucleidos a muy largo plazo después de la eliminación y, por otra parte, la presencia del inventario total de actínidos en el combustible no reprocesado implicaría un impacto radiológico más importante que si se recicla el plutonio (1).

Si bien no se han generado todavía cantidades significativas de residuos de alta actividad en Argentina, se espera su producción a partir de la operación de una planta de reprocesamiento de elementos combustibles que está en estado avanzado de construcción.

Los problemas relacionados con el almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad serán significativos en la segunda mitad de la década del 90. No obstante, se tomó la decisión de resolver los aspectos tecnológicos de la eliminación de residuos radiactivos de alta actividad con anticipación (2).

El objetivo básico en la eliminación de los residuos radiactivos es mantenerlos aislados de la biósfera durante el período necesario para que hayan decaído suficientemente.

En este momento, es consenso internacional que la eliminación de los residuos radiactivos de alta actividad acondicionados en forma sólida, en formaciones geológicas profundas de adecuadas características, es una solución que representará para las generaciones presentes y futuras riesgos que no serán mayores que los riesgos de la vida diaria aceptados normalmente (3)(4).

BASES DE DISEÑO

Evaluaciones previas mostraban que la eliminación de residuos radiactivos en rocas cristalinas, a 500 m o más de profundidad, reduciría suficientemente el impacto radiológico global (5)(6)(7)(8). Por tal motivo, y teniendo en cuenta las características geológicas del país, se decidió la eliminación en formaciones graníticas estables a 500 m de profundidad, fuera de zonas sísmicas y con escasa conductividad hidráulica.

La suposición base de diseño del repositorio en esta formación granítica es que, inevitablemente, ésta contenga algo de agua por la que, a muy largo plazo, ocurrirá la corrosión del contenedor, la llegada del agua subterránea hasta la matriz que contenga los residuos, la lixiviación y la consiguiente migración de los radionucleidos. Al tomarse esto como suposición de base, lo importante es asegurar un adecuado "retardo" en la ocurrencia de dichos procesos.

Tal retardo depende de una combinación adecuada de barreras geológicas con barreras de ingeniería. Las barreras de ingeniería están siendo estudiadas por diversos institutos nacionales especializados en ciencias de los materiales y en corrosión, complementando los estudios radioecológicos, térmicos y geológicos que se encuentran a cargo de la CNEA y de la Universidad Nacional de San Juan.

Además de este mecanismo "normal" de reingreso de radionucleidos a la biósfera, los requerimientos de diseño contemplan la eventual ocurrencia de eventos disruptivos aleatorios. Para ambos tipos de situaciones, el objetivo de seguridad contempla la adecuada reducción del riesgo individual y la limitación del impacto colectivo a valores que no excedan los resultantes de las otras etapas del ciclo de combustible nuclear.

El repositorio deberá satisfacer las necesidades del programa nuclear argentino. Las seis centrales nucleares previstas hasta fines de esta centuria, operando

durante 30 años, generarán alrededor de 80 GW año de energía eléctrica. Los residuos resultantes del reprocesamiento de los elementos combustibles utilizados para generar esa energía requerirán alrededor de 3000 contenedores de aproximadamente 0.60 m de diámetro y 1.60 m de altura. Asimismo, se deberán prever futuras ampliaciones del repositorio en la medida en que se amplíen las necesidades del programa nuclear (9)(10).

Los residuos radiactivos serán incluidos en una matriz vítrea del tipo borosilicato dentro de un recipiente de acero inoxidable. Este recipiente será recubierto con una pared de plomo de unos 10 cm de espesor (que provee protección contra la corrosión por un período que se estima en 1000 años), protegida exteriormente por una lámina metálica. El diseño de los contenedores cumplirá con los requisitos del reglamento de transporte del OIEA (11).

Se fijó el contenido de óxidos de productos de fisión y transuránidos en 10% en peso. Además, se limitó el tiempo mínimo de decaimiento de los residuos antes de su emplazamiento en el repositorio a 20 años desde el momento en que son retirados del reactor. La potencia térmica de cada contenedor será de 500 W.

Una barrera de ingeniería adicional es el sellado final de las cavidades del repositorio con un material de relleno que oponga una gran resistencia a la llegada del agua y a la migración de los radionucleidos. Esto se logrará con una mezcla de arena y bentonita de alta capacidad de retención, con la cual se irá rellorando cada una de las cavidades efectuadas en el repositorio.

En general, se observa que la permeabilidad de la roca disminuye a medida que aumenta la profundidad, hasta que, por debajo de los 300 m, comienza a estabilizarse (4)(11)(12). Los valores típicos para granitos no alterados a profundidades de 500 m es de 10^{-8} a 10^{-12} m/s. Se estableció que la permeabilidad de la roca en la zona donde se construya el repositorio no deberá superar los 10^{-9} m/s.

Al eliminar en un macizo granítico estos residuos que generan calor, se romperá el equilibrio geotérmico de la roca y la temperatura se elevará en la zona próxima al repositorio. Este incremento de temperatura puede provocar distintos fenómenos en el granito, tales como descomposición de la roca, agrietamiento por dilatación diferencial, etc. A fin de garantizar las propiedades del granito y del material de relleno, se fijó como temperatura de diseño en la roca 60°C.

SELECCION DEL EMPLAZAMIENTO

El primer paso fue analizar todos los afloramientos de rocas graníticas conocidos en el país. Se relevaron las características petrográficas y estructurales de cada uno de los afloramientos, las dimensiones y cotas de los cuerpos rocosos, las características sísmicas e hidrogeológicas de la región, su potencialidad minera y petrolera y las características poblacionales, agrícola-ganaderas e industriales de las zonas estudiadas. Se identificaron así 198 afloramientos graníticos, distribuidos en todo el país (Figura 1) (13)(14).

En una segunda etapa se realizó una preselección de las formaciones identificadas, siguiendo los siguientes criterios de eliminación: a) cuerpos ubicados dentro de zonas sísmicas, b) ubicados en áreas de explotación minera o petrolera actual o potencial; c) características petrográficas de la roca que denote alteraciones importantes, tales como avanzado estado de erosión o descomposición; y, d) cuerpos ubicados en áreas de conocidas características hidrogeológicas desfavorables.

Además, como criterio adicional de selección, se tuvieron en cuenta ciertas características desfavorables desde el punto de vista de la construcción y explotación del repositorio. Se consideraron características desfavorables, ubicaciones dentro de zonas densamente pobladas, turísticas o de difícil acceso.

Como resultado de esta segunda etapa, se identificaron siete cuerpos ubicados en las provincias del Chubut y de Río Negro, al sur del país, como las mejores de acuerdo a los criterios de preselección establecidos (15)(16).

Una tercera etapa, basada en un relevamiento de los cuerpos graníticos preseleccionados, permitió identificar los macizos La Esperanza y Chasicó en la Provincia de Río Negro y las Sierras de Calcatapul y del Medio en la Provincia del Chubut como los más apropiados para continuar los estudios de detalle (16) (17) (18).

ESTUDIOS EN LA SIERRA DEL MEDIO

Se realizaron estudios de detalle en la Sierra del Medio de acuerdo al siguiente esquema: a) fotointerpretación; b) análisis estadístico de alineaciones; c) reconocimiento geológico y geofísico del macizo rocoso; d) perforaciones hasta 200 m; e) análisis geomorfológico e hidrogeológico regional; y, f) pozos profundos hasta 800 m.

Se efectuó la fotointerpretación y cartografía expeditiva geológico-estructural de la región en una superficie de 5000 km², mediante fotografías aéreas a escala 1:40000. Se detectaron las principales trazas y alineaciones, las líneas de drenaje, manantiales y demás rasgos particulares de cada zona. Las grandes fracturas de carácter regional (megatrazas) fueron estudiadas mediante imágenes satelitarias a escalas 1:500000, sobre un área de 35.000 km² (17)(19).

Sobre las fotografías aéreas de la Sierra del Medio se identificaron todas las alineaciones detectadas, así como los rasgos estructurales más significativos (master-joints, fallas, diques, etc.), a escala 1:40000. Posteriormente se construyeron cartas de isodensidad de alineaciones y diques, quedando identificados por descarte los sectores menos alterados (19).

Se realizó un censo de diaclasas en el sector del cuerpo granítico menos alterado. Se analizaron los parámetros "cantidad de discontinuidades por metro", N/L, e "Índice de calidad de roca en superficie", RQDS, mediante una grilla de muestreo de 500 m en sentido N-S por 75 m en sentido E-O. El análisis geoestadístico de los parámetros analizados permitió identificar el área con menos alteraciones superficiales.

Como apoyo al relevamiento fotogeológico, se investigó expeditivamente la composición petrográfica del cuerpo granítico mediante una serie de perfiles transversales, con muestreo de las facies más significativas. Estas muestras fueron analizadas macro y microscópicamente, determinándose las variedades de roca presentes en todo el macizo. Simultáneamente, se desarrolló una campaña geofísica preliminar, cuyo objetivo básico fue comprobar el comportamiento de los bordes de la sierra granítica y la eventual presencia de fenómenos estructurales vinculados con el ascenso del bloque rocoso. Se relevaron perfiles con métodos sísmológicos y geoelectrónicos (20)(21).

Se definió geoestadísticamente la mejor zona de toda la sierra, en la cual se realizó un relevamiento geológico-estructural de mayor detalle. La investigación

y sus resultados fueron volcados a una carta a escala 1:1000, con curvas de nivel cada diez metros.

En base al análisis de alineaciones y al reconocimiento geológico y geofísico del macizo, se ubicaron diez pozos para la investigación petrográfica y estructural. Estos pozos, cuyas profundidades varían de 200 a 280 m, fueron realizados para estudiar los bordes del área seleccionada y las fracturas, diques y otras anomalías superficiales en profundidad. Los resultados obtenidos fueron analizados por técnicas de geoestadística (22). La figura N° 2 resume la información de los estudios geológicos y geoestadísticos y muestra el área seleccionada para las perforaciones profundas.

Posteriormente, se realizaron cuatro perforaciones de hasta 800 m, con la finalidad de estudiar las características petrográficas de la roca y el comportamiento potencial del agua subterránea profunda. Estos estudios se llevarán a cabo durante 1984 con mediciones de permeabilidad "in situ" y determinaciones en laboratorio.

REFERENCIAS

- 1 Migliori de Beninson, A. y Cancio, D. "Impacto radiológico de la gestión de residuos radiactivos del Programa Nuclear Argentino". International Conference on Radioactive Waste Management. Seattle, may 16-20, 1983. Proceedings Series. STI/PUB/649. vol. 1: 331-344.
- 2 Castro Madero, C. "Radioactive waste management in Argentina". 27th. Regular Session of the General Conference of the IAEA.
- 3 INFCE Working Group 7. Secretariat. Waste Management and Disposal. Report of Working Group 7. Vienna, IAEA, 1980. 281 p.
- 4 Swedish Nuclear Fuel Supply Company and Kaernbraenslesakerhet, Stockholm (Sweden). "Final storage of spent nuclear fuel KBS-3". Stockholm, SKBF/KBS, 1983. 5 vol.
- 5 Beninson, D.; Bennet, B. and Webb, G. "Collective dose commitments from nuclear power programmes". International Conference on Nuclear Power and its Fuel Cycle. Salzburg, may 2-13, 1977. Proceedings Series. STI/PUB/465. vol. 4: 23/40.
- 6 Beninson, D. y Migliori de Beninson, A. "Radiological Impact of Radioactive Waste Management". Buenos Aires, CNEA, 1981. CNEA-NT 8/81. REPO-1. 71 p. Contribución argentina al INFCE (INFCE/DEP/WG 7/18).
- 7 Burton, W.R.; Griffin, J.R. "A design study of long-term storage and underground disposal systems for highly active waste". United Kingdom, 1981. UKAEA-NDR-514(R).
- 8 Merrett, G.J.; Gillespie, P.A. "Nuclear fuel waste disposal: long-term stability analysis". Pinawa, Manitoba, Atomic Energy of Canada Ltd., 1983. AECL-6820. 41 p.
- 9 Palacios, E. y otros. "Bases conceptuales para la construcción de un repositorio en Argentina". International Conference on Radioactive Waste management. Seattle, may 16-20, 1983. Proceedings Series. STI/PUB/649. vol. 3: 179-190.

- 10 Migliori de Beninson, A. y Palacios, E. "Política en materia de gestión de desechos y su aplicación en Argentina". International Conference on Radio active Waste Management. Seattle, may 16-20, 1983. Proceedings Series. STI/PUB/649. vol. 1: 139-148.
- 11 International Atomic Energy Agency, Vienna (Austria). "Advisory material for the application of the IAEA transport regulation". 2. ed. Vienna, IAEA, 1982. 143 p. (Safety Series n° 37).
- 12 Pusch, R. "Highly compacted Na bentonite as buffer substance". Stockholm, KBS, 1978. KBS TR 74. 42 p.
- 13 Castro, C. y otros. "Plutones graníticos; panorama nacional. San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Geológicas, 1980.
- 14 Regairaz, A. y otros. "Investigación sobre antecedentes de cuerpos intrusivos graníticos de la República Argentina". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Geológicas, 1980.
- 15 Perucca, J.C. y Castro, C. "Plutones graníticos; cuerpos seleccionados". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Geológicas, 1981.
- 16 Acosta, C. y otros. "Calificación expeditiva de plutones graníticos seleccionados". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Mineras, 1981.
- 17 Matar, J.A. y Perucca, J.C. "Convalidación preliminar del intrusivo". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Mineras, 1983.
- 18 Perucca, J.C. "Recursos mineros potenciales". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Mineras, 1983.
- 19 Perucca, J.C. y otros. "Investigación del intrusivo Sierra del Medio". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Mineras, 1983.
- 20 Cebrelli, E. "Geofísica del intrusivo". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Mineras, 1983.
- 21 Regairaz, A.C. "Geomorfología del área de Gastre". San Juan, Argentina, Univ. Nac. de San Juan-Instituto de Investigaciones Mineras, 1983.
- 22 Matar, J.A.; Girardi, J.P. y Sarquis, M.M. de. "Application of geostatistic techniques in the analysis of a granitic formation aimed at the construction of a repository". Seminar on the site investigations techniques and assessment Methods for underground disposal of radioactive wastes. Sofia, Bulgaria, feb. 6-10, 1984.

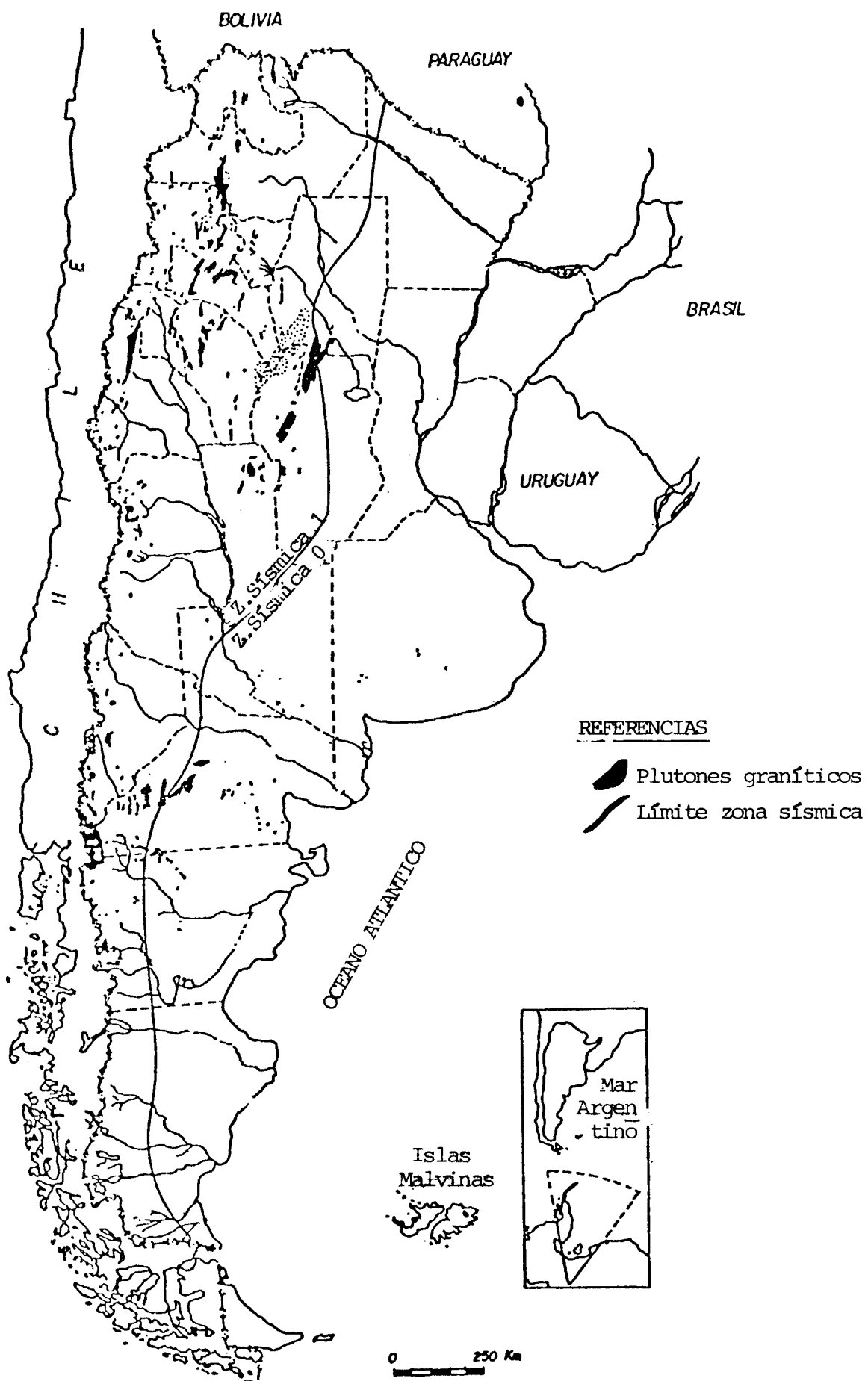


FIGURA 1: Afloramientos graníticos en la República Argentina

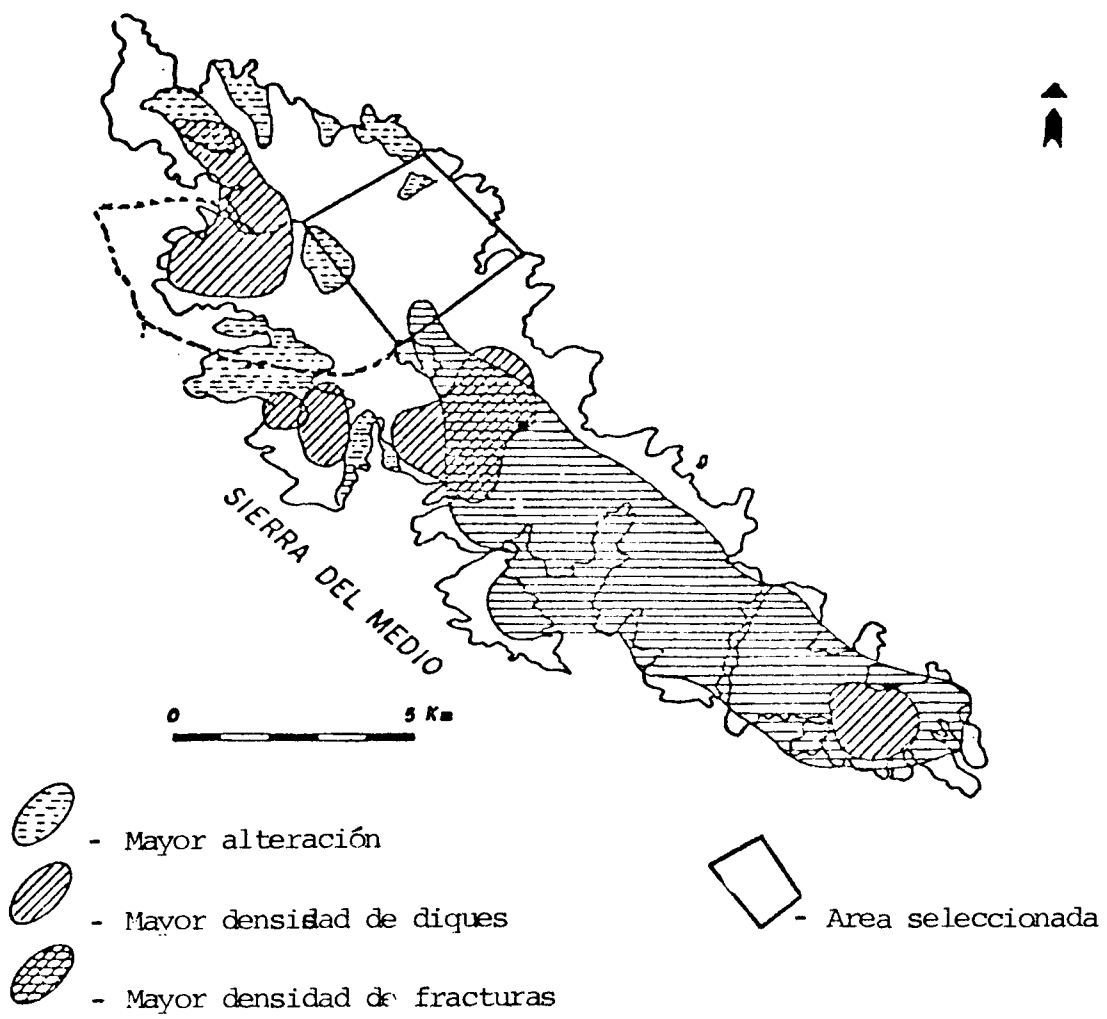


Figura 2: Area seleccionada para perforaciones profundas.

- REP01 - Beninson, D.; Migliori de Beninson, A.
"Radiological impact of radioactive waste management"
- REP02 - Lucero Michaut, H.
"Aplicación de la geoestadística a la resolución de problemas estructurales en macizos rocosos homogéneos"
- REP03 - Ventura, M.; Ferreri, J.C.
"Evolución temporal de un macizo granítico bajo cargas térmicas generadas por productos de fisión"
- REP04 - Ventura, M.; Ferreri, J.C.
"Evolución temporal de un macizo granítico bajo cargas térmicas generadas por productos de fisión (estudio paramétrico)"
- REP05 - Beninson, D.
"Radioactive emissions and radiation exposures resulting from nuclear power production"
- REP06 - Beninson, D.; Lindell, B.
"Application of ICRP recommendations to radioactive waste isolation"
- REP07 - Migliori de Beninson, A.; Cancio, D.
"Impacto radiológico de la gestión de residuos radiactivos del Programa Nuclear Argentino"
- REP08 - Migliori de Beninson, A.; Palacios, E.
"Política en materia de gestión de desechos y su aplicación en Argentina"
- REP09 - Palacios, E. y otros.
"Bases conceptuales para la construcción de un repositorio en la Argentina"
- REP010- Palacios, E. y otros.
"Estudios para la selección del emplazamiento de un repositorio en Argentina"
- REP011- Matar, J.A.; Girardi, J.P.; Sarquis, M.A. M. de
"Aplicación de técnicas geoestadísticas al estudio de una formación granítica destinada a la construcción de un repositorio"
- REP012- Ferreri, J.C.; VENTURA, M.
"Numerical aspects of the study of the regional thermal impact of a radioactive waste repository"
- REP013- Ferreri, J.C.; Caballero, C.H.
"Difusión de calor a partir de una fuente plana rectangular finita"
- REP014- Beninson, D.; González, A.J.
"Radiological protection criteria for radioactive waste repositories"
- REP015- Palacios, E.; Ferreri, J.C.
"Marco conceptual para el desarrollo de los modelos de predicción de los efectos locales de un repositorio de residuos radiactivos de alta actividad"
- REP016- Ferreri, J.C.; Ventura, M.
"Aspectos numéricos del modelado de los efectos locales de un repositorio de residuos radiactivos de alta actividad"
- REP017- Beninson, D.
"Criterios de radioprotección en el caso de eventos disruptivos probabilísticos"
- REP018- Ferreri, J.C.; Grandi, G.
"Models for the study of the local effects produced by a high-level radioactive waste repository"

