

# PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LA REMEDIACIÓN



Comisión Nacional  
de Energía Atómica



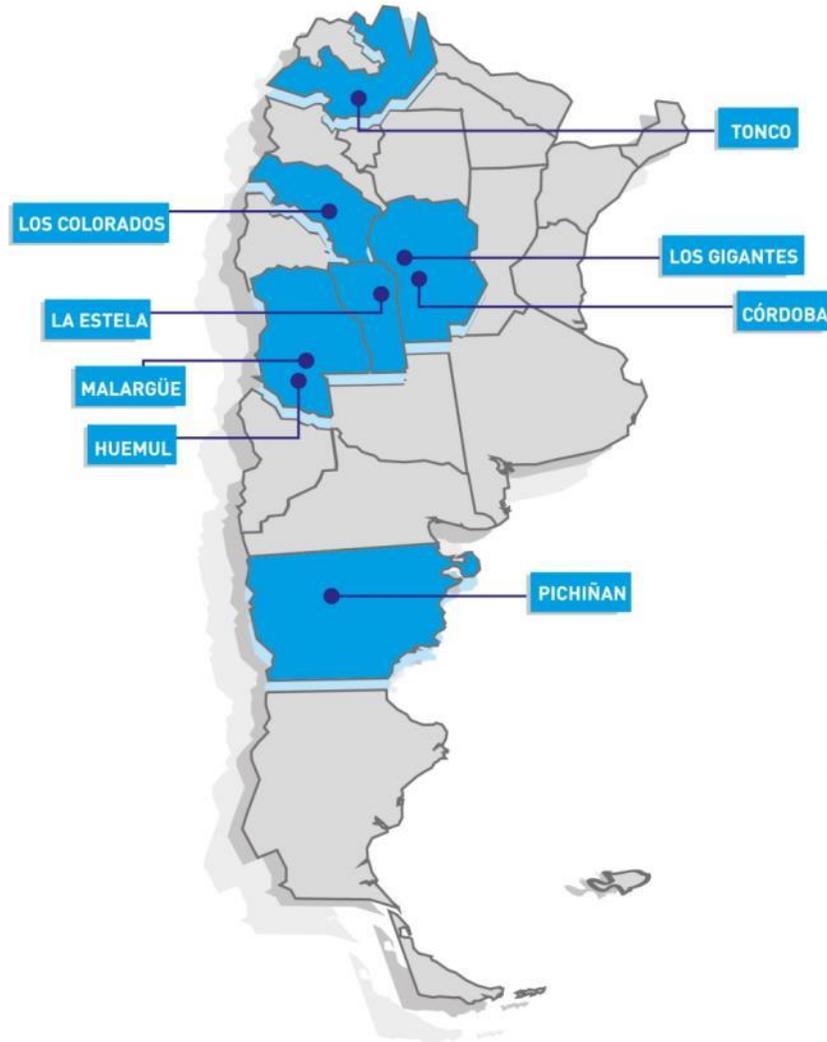
Ministerio de  
Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios  
Presidencia de la Nación



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# PROYECTO PRAMU

## Sitios a remediar



**Hoy:**  
Estudios previos y monitoreo

**Próximos pasos:**  
Aplicar ingenierías de  
remediación apropiadas  
a cada sitio



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# PROYECTO PRAMU PRÉSTAMO BIRF 7583-AR



Componente 1

Obra de remediación  
Sitio Malargüe



Componente 2

Ingeniería Otros Sitios  
Comunicación  
SIGA



Componente 3

Gestión del Proyecto

**Documentación disponible en:** <http://bit.ly/kkKiN6>

En las explotaciones de mineral de uranio, quedan una vez finalizada su vida útil, restos de material denominados "**colas de procesamiento**" o "**colas de mineral**" y líquidos efluentes de los procesos industriales. Se componen de material finamente dividido, similar a arena, del cual se ha extraído la mayor cantidad técnicamente posible del uranio



# OTROS SITIOS



**Estudios de caracterización de los pasivos**  
**Monitoreo de agua subterránea**  
**Monitoreo radiológico**



Los Colorados



Huemul



Tonco



Pichiñán



La Estela



# MONITOREO AMBIENTAL RADIOLÓGICO

## Los Colorados – La Estela – Tonco - Pichiñán

*Monitoreo de radionucleídos en aire para evaluación de irradiación interna por incorporación*



Concentración de actividad de gas  $^{222}\text{Rn}$ .



Dosis originada por progenie de gas  $^{222}\text{Rn}$  en aerosoles.

*Monitoreo de radiación gamma para evaluación de irradiación externa.*



Tasa de Dosis Equivalente  $H^*(10)$

Concentración de gas Radón	Frecuencia semestral
Radiación gamma	Frecuencia semestral

La evaluación se realiza considerando la normativa nacional vigente, en particular la **Norma Básica de Seguridad Radiológica AR 10.1.1. Rev. 3** de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).

Las dosis observadas son menores a los niveles de referencia y límites permitidos por la normativa nacional vigente.



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# MONITOREO AMBIENTAL RADIOLÓGICO LA ESTELA

## Red de evaluación de Tasa de Dosis interna. Delimitación del Sitio

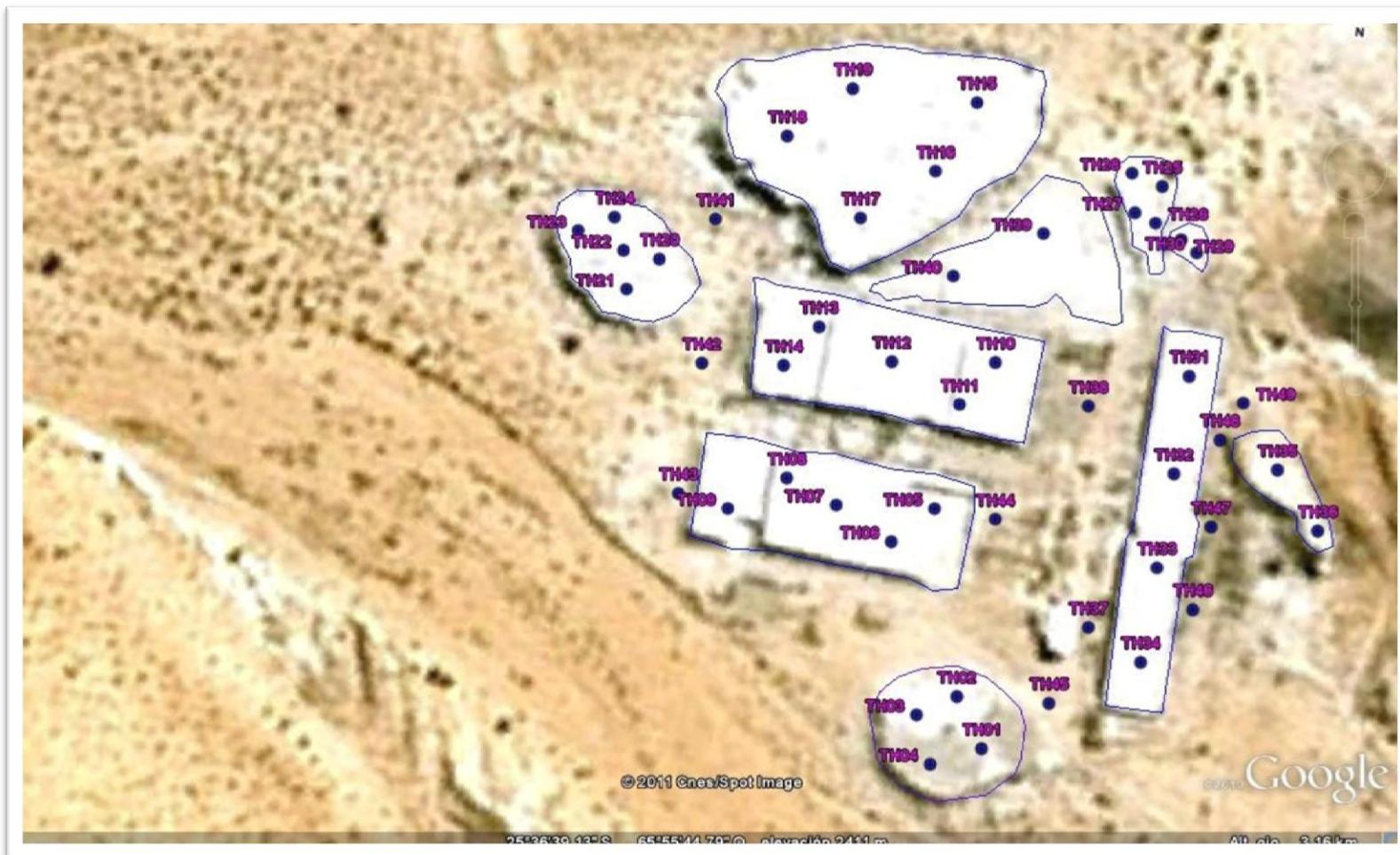




Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# MONITOREO AMBIENTAL RADIOLÓGICO TONCO

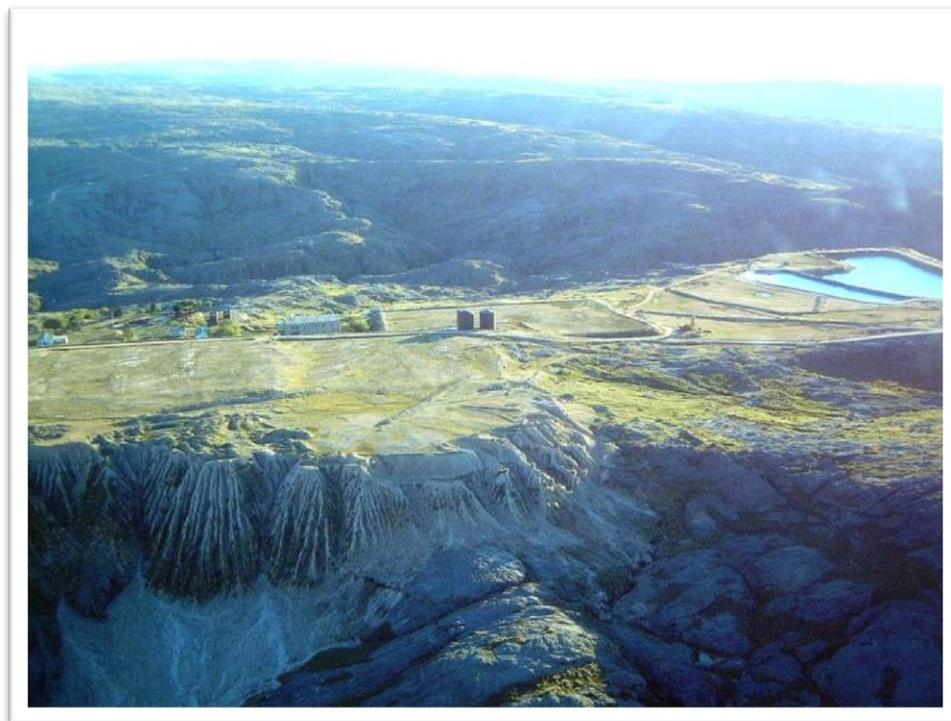
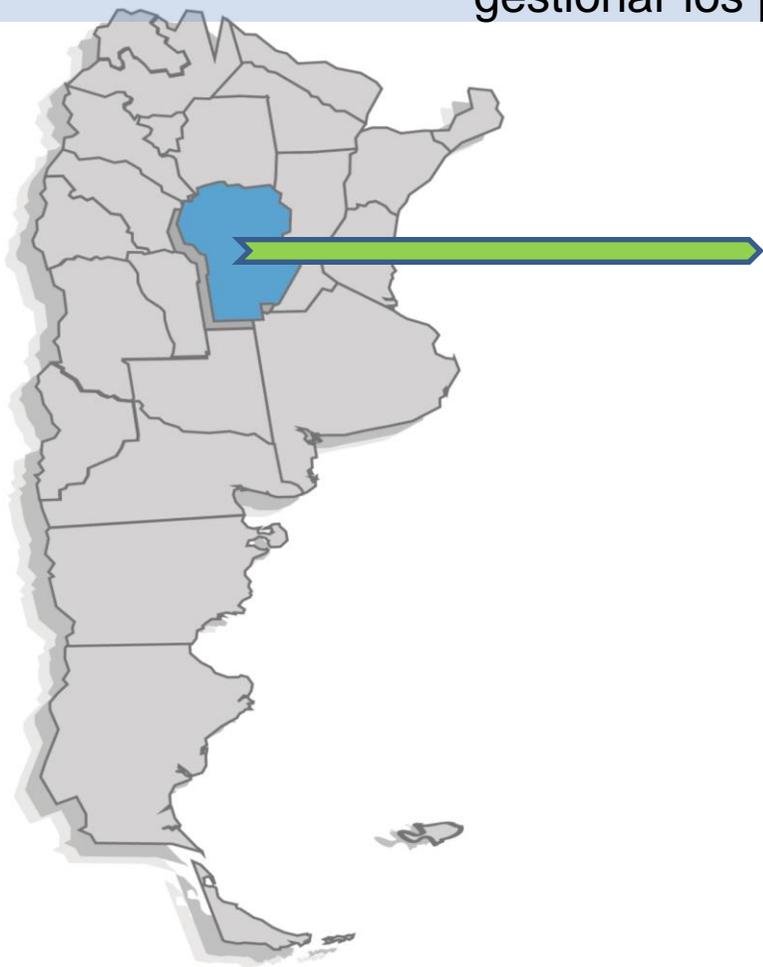
## Red de Monitoreo Tasa de Dosis H\*(10) en zona de Pasivos



# LOS GIGANTES



El **Complejo Minero Fabril Los Gigantes** (CMFLG) funcionó desde 1982 a 1989. En la actualidad, el Sitio está bajo responsabilidad de la CNEA que realiza distintas actividades para gestionar los pasivos ambientales.



**Estudios de caracterización de los pasivos**  
**Monitoreo de agua subterránea y superficial**  
**Monitoreo radiológico**

# MONITOREO AMBIENTAL RADIOLÓGICO

## Los Gigantes

### *Monitoreo radiológico operacional*

*Monitoreo de radionucleídos en aire para evaluación de irradiación interna por incorporación*



Concentración de actividad de gas  $^{222}\text{Rn}$ .



Dosis originada por progenie de gas  $^{222}\text{Rn}$  en aerosoles.

*Monitoreo de radiación gamma para evaluación de irradiación externa.*



Tasa de Dosis Equivalente  $\text{H}^*(10)$

### *Monitoreo radiológico ambiental*



Concentración de Actividad de gas  $^{222}\text{Rn}$



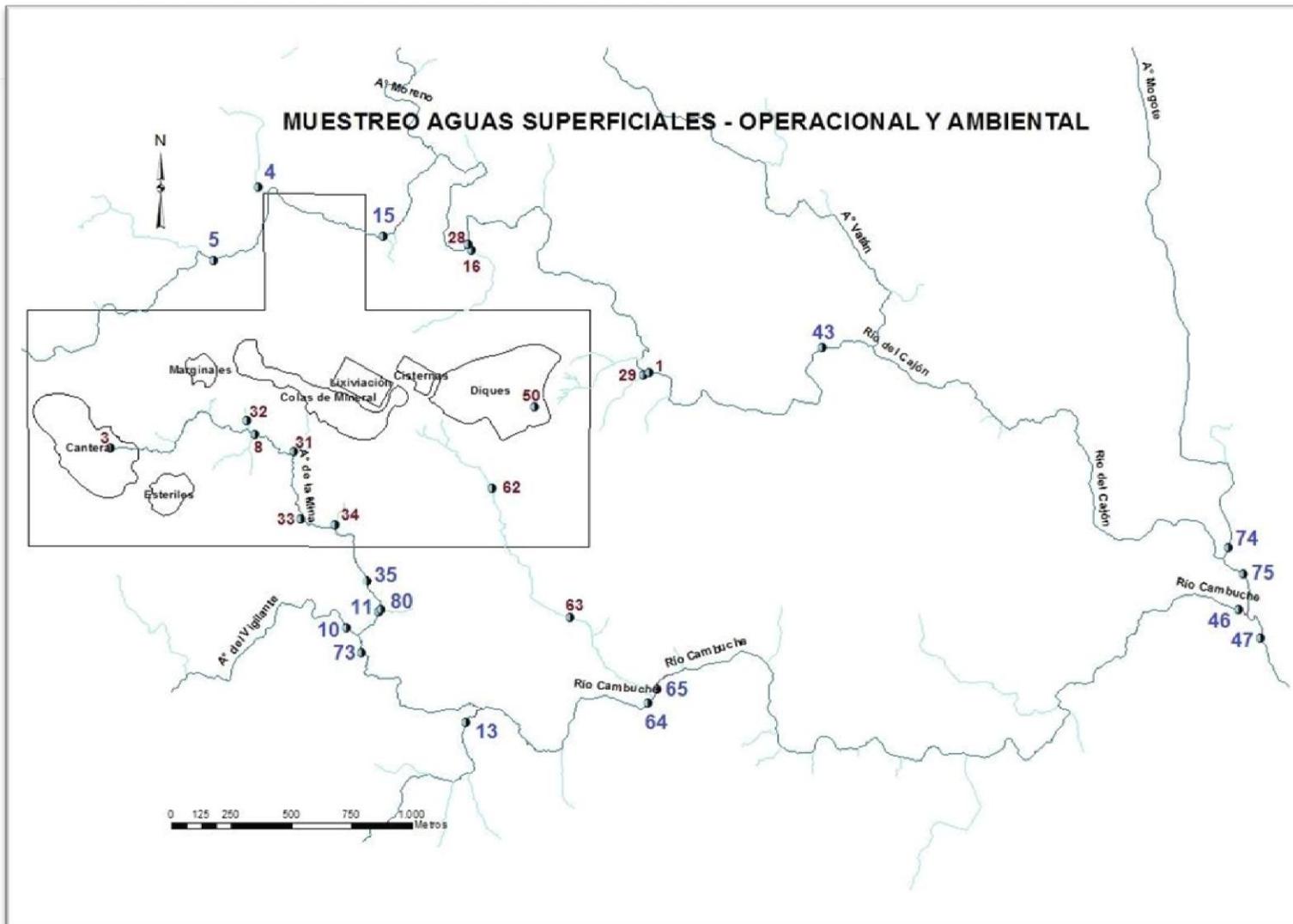
Tasa de Dosis Equivalente  $\text{H}^*(10)$  por Irradiación Externa

Uranio y Radio en muestras de la red de aguas superficiales y subterráneas.



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# MONITOREO AMBIENTAL RADIOLÓGICO LOS GIGANTES



# MONITOREO AMBIENTAL RADIOLÓGICO LOS GIGANTES

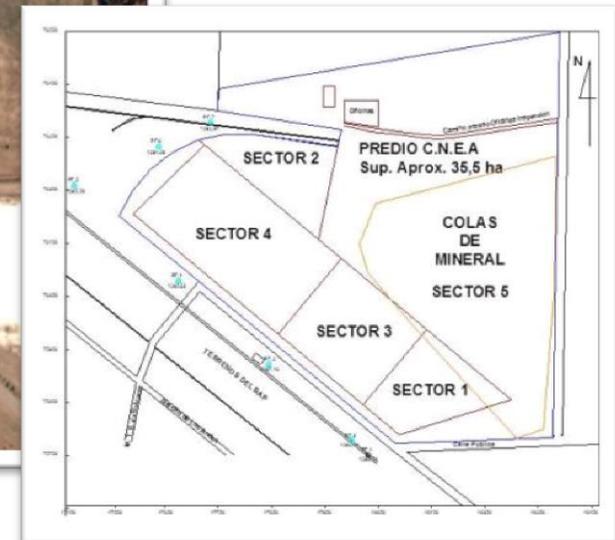
## Red de monitoreo operacional de gas Radón





Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# SITIO MALARGÜE





Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# ¿QUÉ SUCEDIÓ EN EL PASADO PARA QUE HOY SE REMEDIE EL SITIO?

Una planta fabril que procesaba uranio

1954-1986



HUEMUL



SIERRA PINTADA





Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# ¿QUÉ ES LO QUE HAY QUE REMEDIAR?



COLAS DE MINERAL



Producto de las  
752 t. de uranio  
en forma de  
"Yellow Cake"  
que se fabricaron  
en este sitio



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# ¿EN QUÉ CONSISTE LA REMEDIACIÓN DEL SITIO MALARGÜE?



**1997**

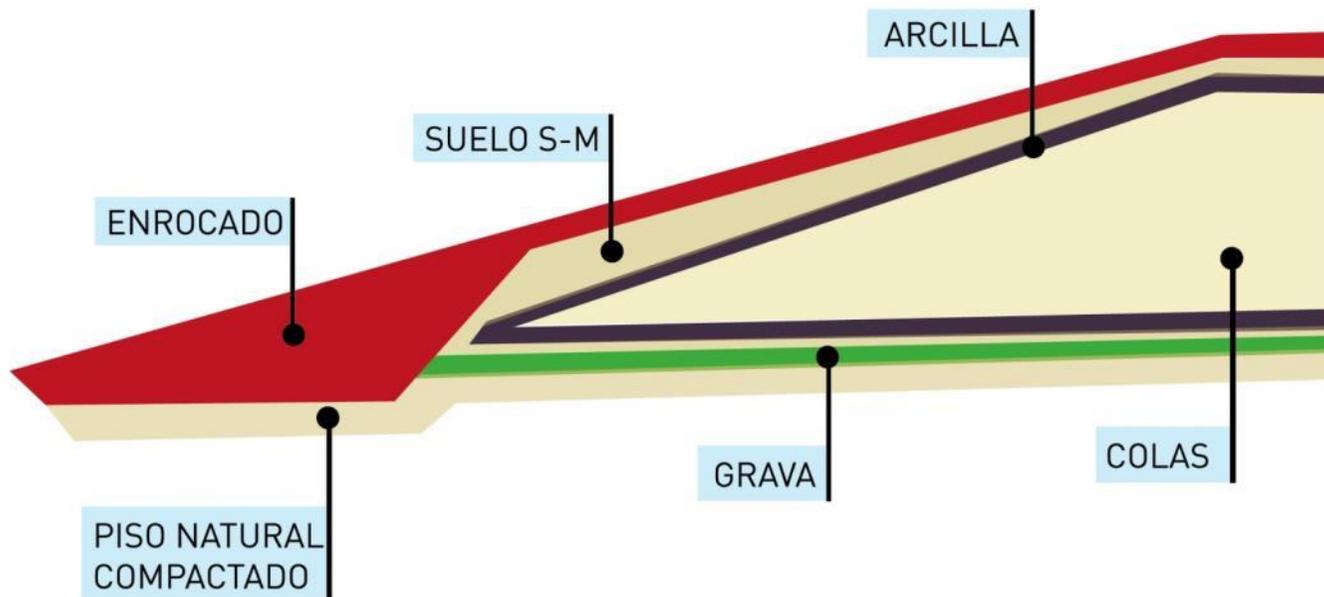
Declaración  
de Impacto Ambiental  
(DIA)  
por la Provincia  
de Mendoza





Comisión Nacional  
de Energía Atómica

## Ingeniería de remediación



El encapsulado fue diseñado por **modelación**



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

## Desmantelamiento de las instalaciones



100%



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

## Construcción del drenaje subterráneo



100%



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

## Preparación del piso del encapsulado



100%



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

## Gestión de las colas de mineral



**30%**



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

## Descontaminación y Gestión



50%



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# Monitoreo Ambiental



AIRE



SUELO



AGUA



RADIOLÓGICO



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# Monitoreo Ambiental



AIRE



SUELO



AGUA



RADIOLÓGICO



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# ¿QUIÉNES CONTROLAN LAS ACTIVIDADES DEL SITIO MALARGÜE?

Departamento General de Irrigación

---

Universidad de Cuyo Facultad de Ciencias  
Aplicadas a la Industria

---

Municipalidad de Malargüe

---

Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable

---

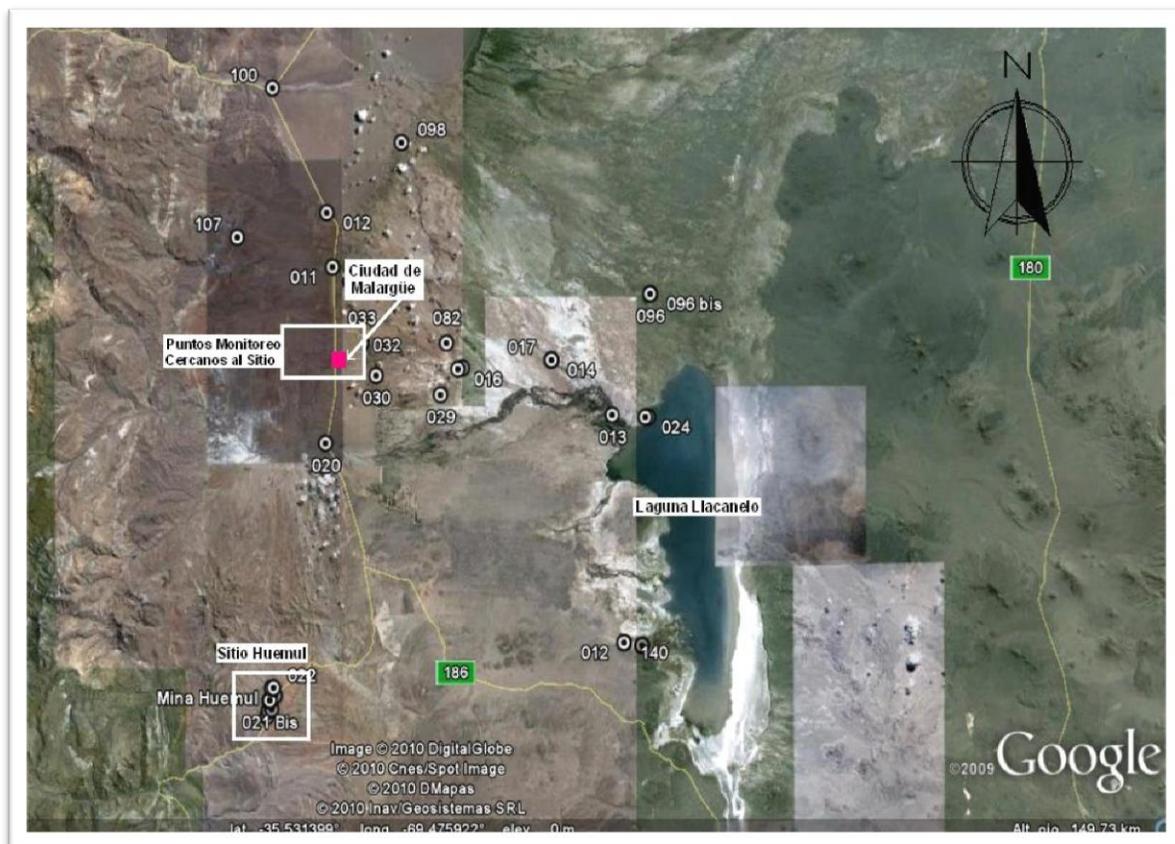
Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN)

---

Comisión Nacional de Energía Atómica



# MONITOREO AMBIENTAL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA – Red Regional



**AGUA SUPERFICIAL**  
17 puntos de muestreo

6 meses

**AGUA SUBTERRÁNEA**  
15 puntos de muestreo

6 meses

**CANTERAS**  
Cursos de agua  
cercana

Durante la  
explotación

Se monitorea un área aproximada de  
3.835 Km<sup>2</sup>



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# MONITOREO AMBIENTAL MATERIAL PARTICULADO



**FUENTES DE EMISIÓN  
FIJAS**

**CNEA  
YESERA**

**FUENTES DE EMISIÓN  
MÓVILES**

**Vehículos en  
calle de tierra**

Los datos obtenidos se encuentran por debajo de los valores máximos establecidos por la Ley provincial N° 5100 "Preservación del Recurso aire". Las muestras son tomadas bajo procedimiento de la Norma EPA 40

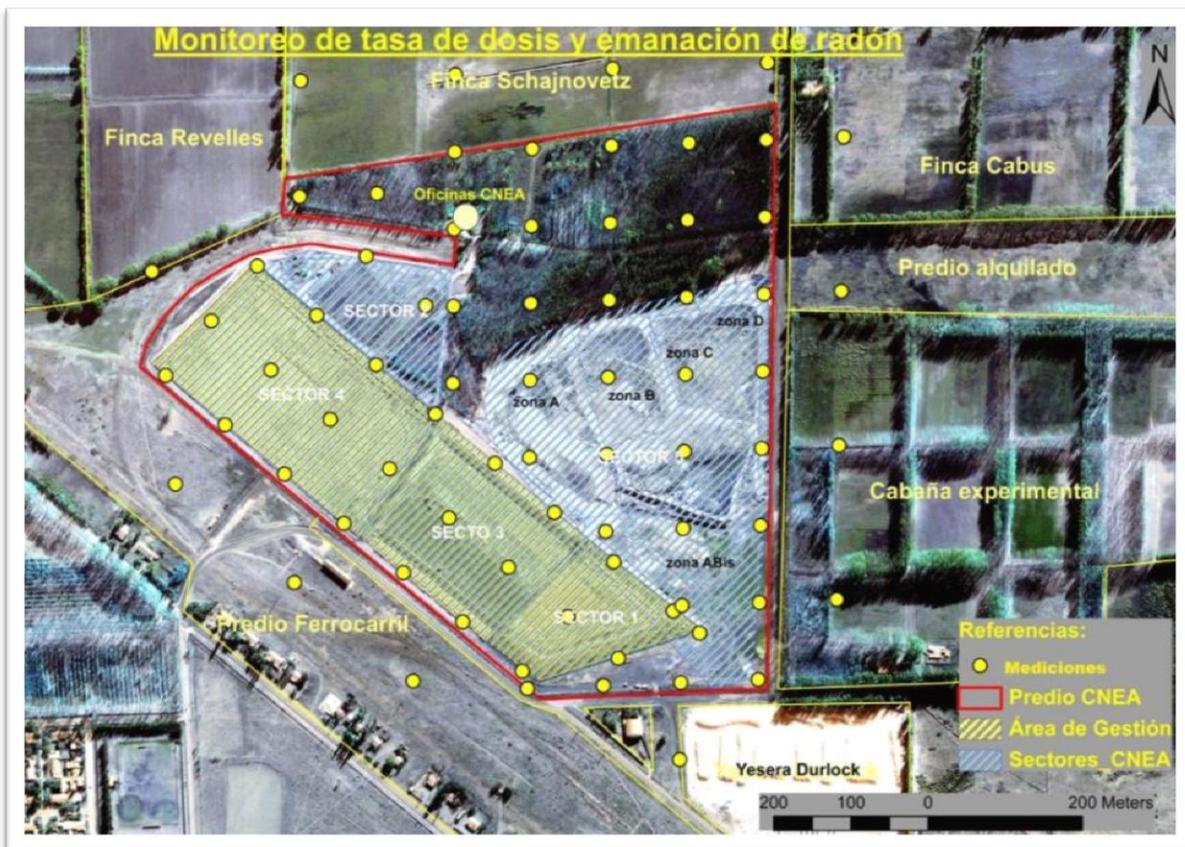


Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# MONITOREO RADIOLÓGICO MALARGÜE (Durante la Obra)

Medición de tasa de dosis equivalente ambiental  $H^*(10)$  (Bimestral)

Medición de tasa de emanación de gas  $^{222}\text{Rn}$  (Semestral)



SECTOR	Tasa de dosis $H^*(10)$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Emanación Rn ( $\text{Bq/m}^2\cdot\text{seg}$ )
1	0,40	0,12
2	0,23	0,07
3	0,93	0,89
4	0,21	0,04
5	1,87	4,83
5Abis	0,27	0,26
OFICINAS	0,31	0,01
PREDIO ALQUILADO	0,29	0,016
LA CABAÑA	0,19	0,069
PROPIEDAD CABUS	0,19	0,028
SCHAJNOVETZ	0,17	0,017
FERROCARRIL	0,18	0,01

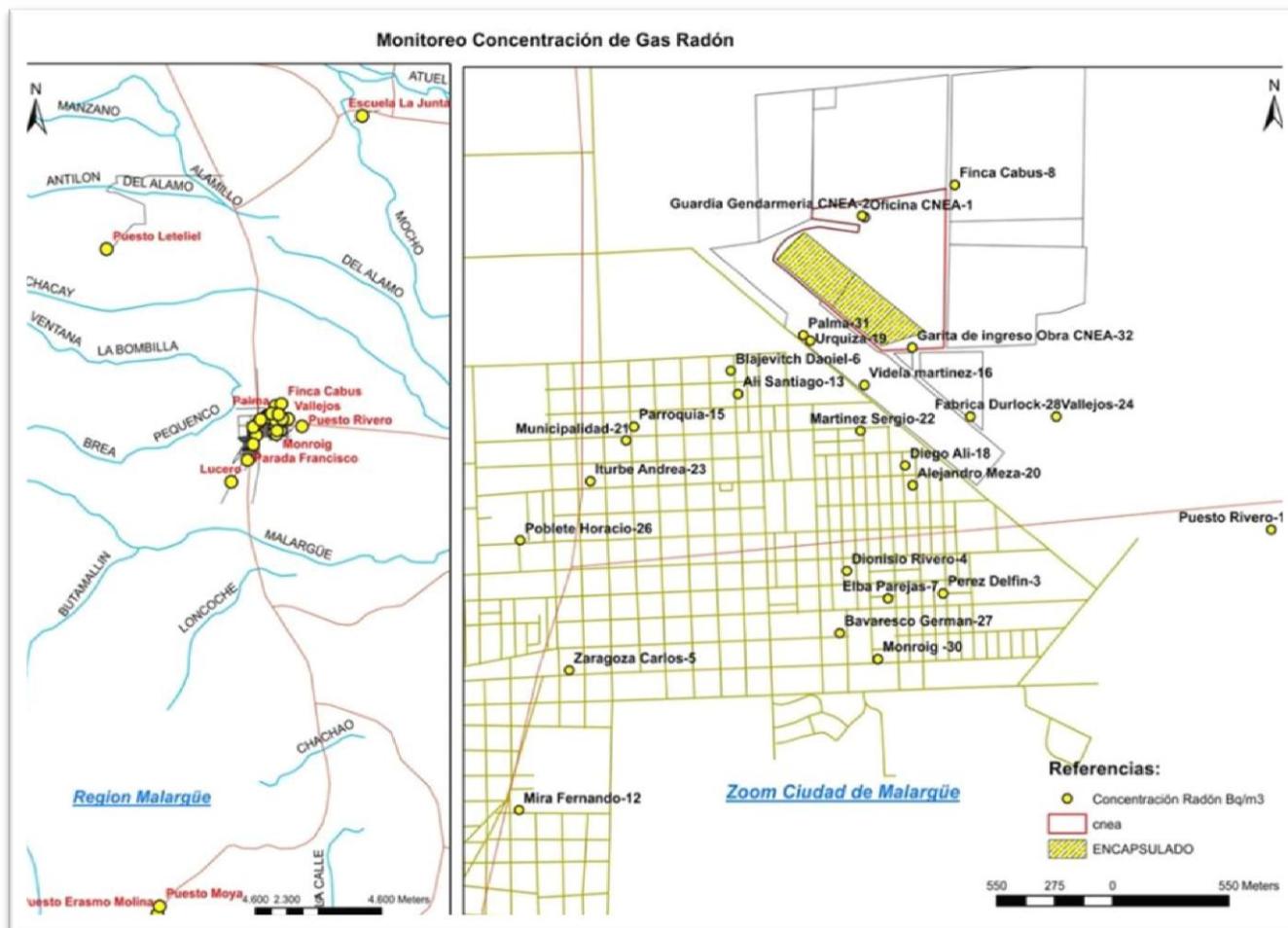
**Datos promedio 2012**



Comisión Nacional de Energía Atómica

# MONITOREO RADIOLÓGICO MALARGÜE (Durante la Obra)

## Medición de concentración de actividad de gas $^{222}\text{Rn}$ (Semestral)



Punto	Denominación	Concentración en Bq/m3
1	Oficina CNEA	30
2	Guardia Gendarmería	33
3	Delfín Pérez	22
4	Dionisio Rivero	19
5	Carlos Zaragoza	7
6	Daniel Blajevitch	15
7	Elba Parejas	-
8	Fliá Finca Cabús	-
9	Esc. La Junta	-
10	Pto. Letelier	-
11	Pto. Rivero	22
12	Mira Fernando	22
13	Santiago Alí	-
14	P. Erasmo Molina	-
15	Parroquia	-
16	Videla Martínez	30
17	Puesto Moya	-
18	Diego Alí	19
19	Urquiza	-
20	Alejandro Meza	-
21	Municipalidad	-
22	Martínez Sergio	-
23	Andrea Iturbe	-
24	Vallejos	-
25	Francisco Parada	15
26	Poblete Horacio	-
27	Fliá Bavaresco	15
28	Fábrica Durlock	-
29	Fliá Lucero	-
30	Fliá Monroig	-
31	Fliá Palma	19
32	Garita Obra	93

**Datos promedio 2012**



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# MONITOREOS DURANTE LA OBRA DE REMEDIACIÓN

## CONTROLES AL PERSONAL



Dosimetría por TLD (servicio prestado por Laboratorio Dosimetría Externa CAB). Frecuencia bimestral.



Duchado del personal que trabaja el Área principal. Frecuencia diaria, cada vez que deja el lugar de trabajo.



Monitoreo de uranio en orina. Frecuencia, análisis de orina semanales.

## CONTROL DE VEHÍCULOS



Lavado de vehículos cada vez que egresan del Área Principal.



Medición de: Ejes trasero y delantero, cabina del vehículo y caja de carga.



Inspección ocular del vehículo para detectar restos de colas de mineral en el mismo

# MONITOREO RADIOLÓGICO MALARGÜE

## Post Obra de remediación



Medición de tasa de dosis  
equivalente ambiental  
 $H^*(10)$ . Frecuencia  
bimestral



Medición de tasa de  
emanación de gas  $^{222}\text{Rn}$ .  
Frecuencia semestral.



Medición de  
concentración de  
actividad de gas  $^{222}\text{Rn}$ .  
Frecuencia semestral.



# ¿QUÉ PASARÁ CUANDO SE CIERRE EL ENCAPSULADO?



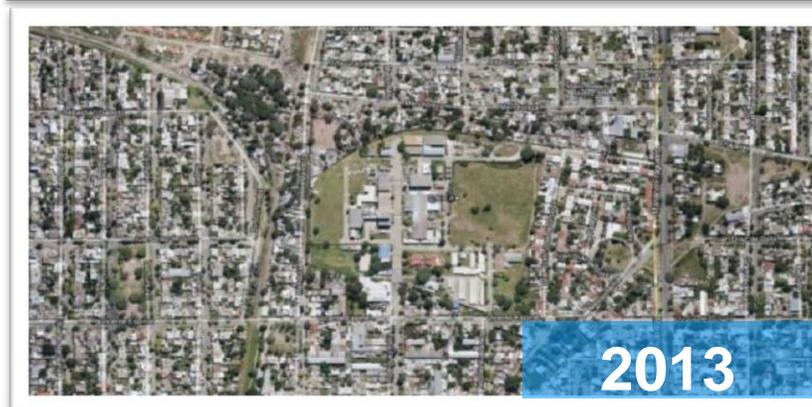
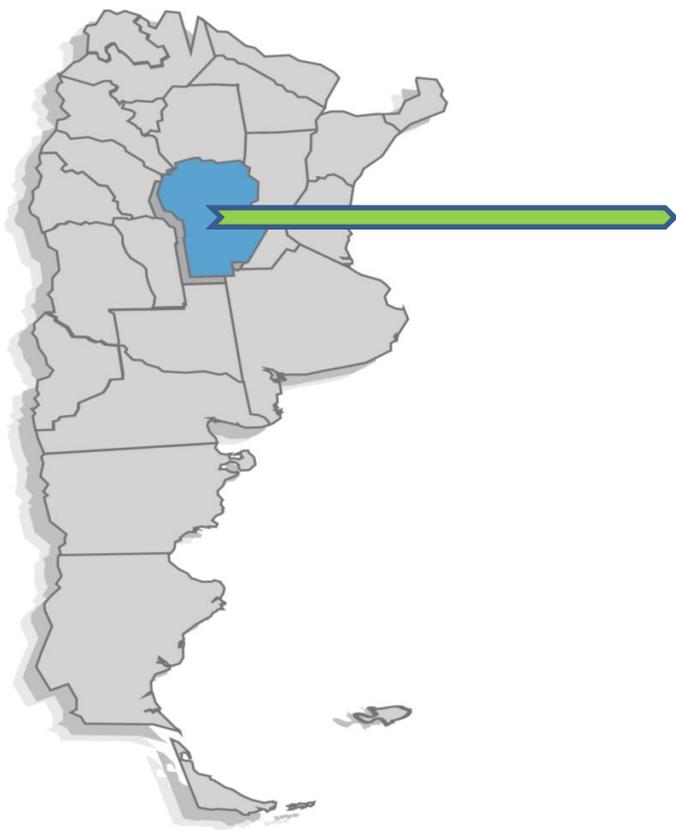
**PARQUE  
“EL MIRADOR”**

# “EL CHICHÓN”



El **Sitio Córdoba** se ubica en el **barrio Alta Córdoba**, en un área que tiene una densidad poblacional comprendida entre 76 y 100 habitantes por hectárea.

El material de El Chichón está compuesto por **colas de mineral, cubiertos con una capa de suelo** que permitió la formación de vegetación en superficie y funciona como barrera para retardar la emanación de Radón que pueda salir del material depositado.





Comisión Nacional  
de Energía Atómica

# MONITOREO AMBIENTAL RADIOLÓGICO “El Chichón”

*Monitoreo de radionucleídos en aire para  
evaluación de irradiación interna por incorporación*



Concentración de actividad de gas  $^{222}\text{Rn}$ .



Dosis originada por progenie de gas  $^{222}\text{Rn}$  en  
aerosoles.

*Monitoreo de radiación gamma para  
evaluación de irradiación externa.*



Tasa de Dosis Equivalente  $H^*(10)$

**Las dosis observadas, tanto para los trabajadores del Sitio Córdoba como para los miembros del público de los alrededores, son menores a los niveles de referencia y límites permitidos por la normativa nacional vigente, teniendo en cuenta que El Chichón no es de acceso libre para el público.**



# ALTERNATIVAS DE GESTIÓN – “EI Chichón”

## Alternativa 1. Gestión in situ – Cubierta superior y mejoramiento de suelo de fundación con inyecciones.

### • Descripción de los potenciales impactos

- Esta alternativa, como solución definitiva no cumple con los requisitos legales, de buenas prácticas y recomendaciones internacionales. Representa una discontinuidad en el paisaje urbano, en un área residencial. La dosis al público asociada a esta práctica es moderada y se justificaría como intervención solo a fines de obtener una mejora de la situación en forma sustentable.

## Alternativa 2. Gestión in situ - Encapsulado

### • Descripción de los potenciales impactos

- Esta alternativa, como solución definitiva no cumple con los requisitos legales, de buenas prácticas y recomendaciones internacionales. Representa una discontinuidad en el paisaje urbano, en un área residencial. La dosis al público asociada a esta práctica es moderada y se justificaría como intervención solo a fines de obtener una mejora de la situación en forma sustentable.

## Alternativa 3. Gestión en otro sitio

### • Descripción de los potenciales impactos

- Es la única de las alternativas que permite restituir ambientalmente el lugar. La dosis al público asociada a esta práctica es baja y justifica la intervención a fines de obtener una solución definitiva de la situación en forma sustentable.



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

[www.cnea.gov.ar](http://www.cnea.gov.ar)

**¡GRACIAS!**

[www.cnea.gov.ar/pramu](http://www.cnea.gov.ar/pramu)

[pramu@cnea.gov.ar](mailto:pramu@cnea.gov.ar)