

# Espacio Específico de Diálogo

## AGUA

# AGUA Y MINERÍA DEL URANIO

ESTUDIO DE CASO: “YACIMIENTO SIERRA PINTADA”

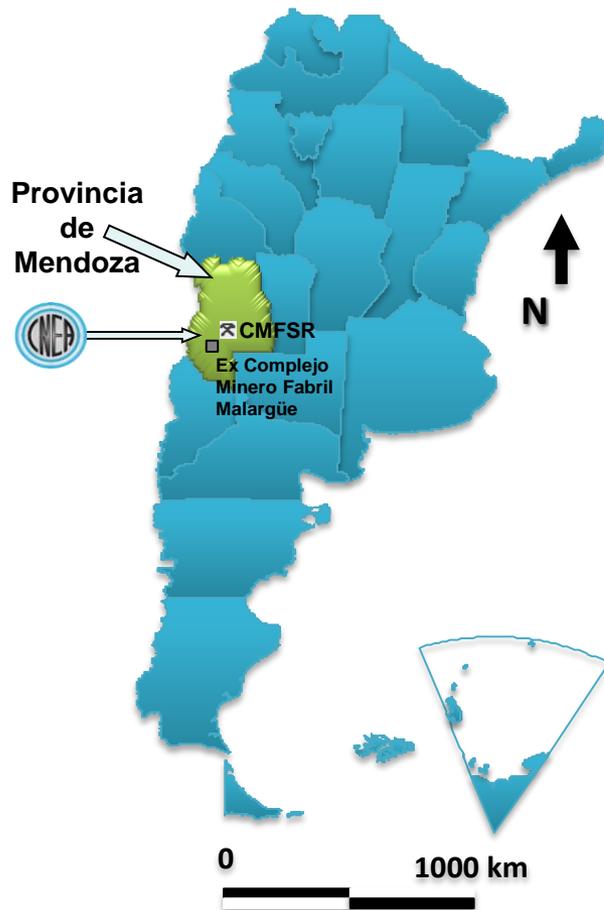
## AGUA Y MINERÍA DEL URANIO

### ESTUDIO DE CASO: “YACIMIENTO SIERRA PINTADA”

## OBJETIVOS

- ✓ Dar a conocer cuál es el **consumo** real de agua fresca en un emprendimiento minero-industrial de las características del yacimiento de uranio de Sierra Pintada.
- ✓ Exponer los planes de monitoreo de agua superficial y subterránea que se llevan a cabo en el Complejo y áreas de influencia a fin de determinar la **calidad** del recurso hídrico.

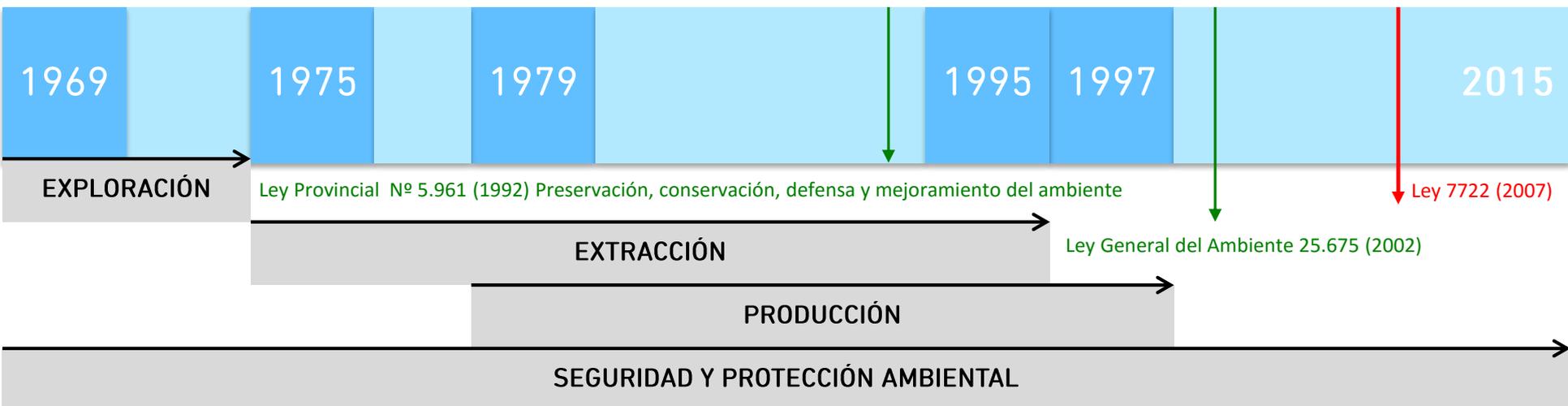
## UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL



El CMFSR se encuentra ubicado en la Provincia de Mendoza, Departamento de San Rafael, a 38 km. al O de la ciudad de San Rafael y a 240 km. al S de la ciudad de Mendoza.



## CONTEXTO HISTÓRICO



En 1995, se paralizaron las actividades extractivas por razones puramente económicas, dado el bajo precio del Uranio en el mercado mundial.

Con respecto a Seguridad y Protección Ambiental, nunca se dejaron de realizar los monitoreos ambientales correspondientes, que se efectúan en toda las etapas de producción.

Hasta la actualidad, se trabaja utilizando las últimas tecnologías y técnicas empleadas internacionalmente para la protección ambiental.

## ¿CUÁNTO URANIO SE EXTRAJO?



El CMFSR abasteció durante 22 años la totalidad del uranio que necesitaban las centrales de potencia para la producción nucleoelectrica y los reactores de investigación y de producción de radioisótopos.



## RESERVAS DE URANIO ESTIMADAS EN SIERRA PINTADA

**6.000 t- uranio**

### EQUIVALENCIAS

**1 Tonelada de uranio natural  $\Rightarrow$  50.000 MWh**

Consumo anual de energía eléctrica Provincia de Mendoza (ref. 2013)  $\cong$  5.558.301 Mw-h/ año

Región	Consumo en MWh/ año
AMM (Área Metropolitana Mendoza)	4.007.600
Este	549.701
Secano	104.128
Sur	473.676
Valle del Uco	423.196
<b>TOTAL</b>	<b>5.558.301</b>

Fuente: <http://energia.mendoza.gov.ar/consumo-energetico/>

Si fuera provista sólo por energía nuclear, consumiría

$$C = 5.560.000 / 50.000 = 111,2 \text{ t}_{\text{Unat}} / \text{a}$$

**Abastecimiento Energético =  $6.000 \text{ t}_{\text{Unat}} / 111,2 \text{ t}_{\text{Unat}} / \text{a} = \sim 54$  años**

# METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN DEL URANIO

Durante su funcionamiento, las actividades desarrolladas en el CMFSR consistieron en la extracción de las rocas del yacimiento y su procesamiento para obtener “concentrado de uranio”.



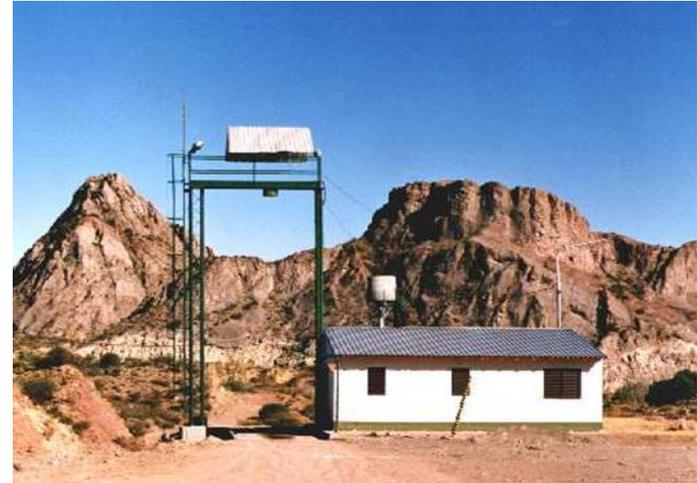
## PASO 1- EXTRACCIÓN DEL MINERAL DE CANTERA



La extracción de la roca portadora de la mineralización se realizaba mediante una serie de etapas sucesivas: perforación, voladura, carga y transporte.

## PASO 2 - TRITURACIÓN

El mineral extraído de la cantera, una vez que pasaba por el túnel radimétrico, que determinaba el contenido de uranio, pasaba a trituración para reducir el tamaño de la roca



La roca ya triturada era conducida a unos silos de almacenaje mediante cinta transportadora, y cargado en camiones que la conducían hasta la planchada de lixiviación





## PASO 3 – LIXIVIACIÓN EN PILAS

La roca triturada se colocaba sobre una superficie delimitada e impermeabilizada con membrana asfáltica, la que era tratada con una solución acuosa acidificada.

El “lixiviado” circulaba a través de unas canaletas hacia unas cisternas impermeabilizadas, para luego ingresar a la Planta.



## PASO 4 - CONCENTRACIÓN EN PLANTA

Las soluciones depositadas en las cisternas ingresaban a la Planta, y se hacían circular a través de una serie de columnas de intercambio iónico cargadas con unas resinas que retenían el uranio.

Luego de diversos procesos se obtenía el concentrado de uranio, bajo la forma de Diuranato de Amonio.



## CONSUMO DE AGUA

- ◎ CONSUMO DE AGUA PLANTA (CMFSR): **14 l/s**
- ◎ CAUDAL DEL ARROYO EL TIGRE: **180 l/s**
- ◎ CAUDAL DEL RÍO DIAMANTE: **33.000 l/s**

El consumo de agua para planta representa el:

- **7,5%** del caudal del arroyo El Tigre
  - **0,04%** del caudal del río Diamante
-

## CONSUMO DE AGUA

- ⊙ EL REQUERIMIENTO DE AGUA DE LA PLANTA DEL C.M.F.S.R. PARA UNA PRODUCCIÓN DE 120 tU/a ES DE **380.000 m<sup>3</sup>/a**
- ⊙ EL REQUERIMIENTO DE AGUA ANUAL PARA CONSUMO Y OTROS USOS ES DE **20.000 m<sup>3</sup>/a**
- ⊙ LA RECIRCULACIÓN DE AGUA DURANTE EL PROCESO ES DE UN **50%**
- ⊙ EL AGUA DE CANTERA TAMBIEN PODRÍA SER UTILIZADA COMO AGUA DE PROCESO POR LO QUE EL CONSUMO REAL DE AGUA FRESCA ES MENOR A **200.000 m<sup>3</sup>/a**

## REQUERIMIENTO DE AGUA DE ALGUNOS CULTIVOS

**Durazno = 6.500 – 11.500 m<sup>3</sup>/ha/a**

**Ciruela = 10.000 y 12.000 m<sup>3</sup>/ha/a**

**Vid = 7.800 a 9.800 m<sup>3</sup>/ha/a**

Fuente: <http://www.infoagro.com/>

- ⊙ **CONSUMO PROMEDIO DE AGUA PARA AGRICULTURA: 10.000 m<sup>3</sup>/ha/a**
- ⊙ **CONSUMO FINCA 20 ha: 200.000 m<sup>3</sup>/a**

**LA CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA POR EL CMFSR EN UN AÑO ES IGUAL A LA CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA POR UNA FINCA DE 20 ha POR AÑO**

Para producir 1 kg de concentrado de uranio en Sierra Pintada se necesitan **1,7 litros de agua**



**El agua virtual** de un bien o servicio se intercambia por otros casos hablamos

Fuente: <http://aquabook.agua.gob.ar>

producción geográficas. En esos



1 kilo de queso = 5.000 litros



1 kilo de carne = 15.500 litros vacuna



1 kilo de maíz = 900 litros



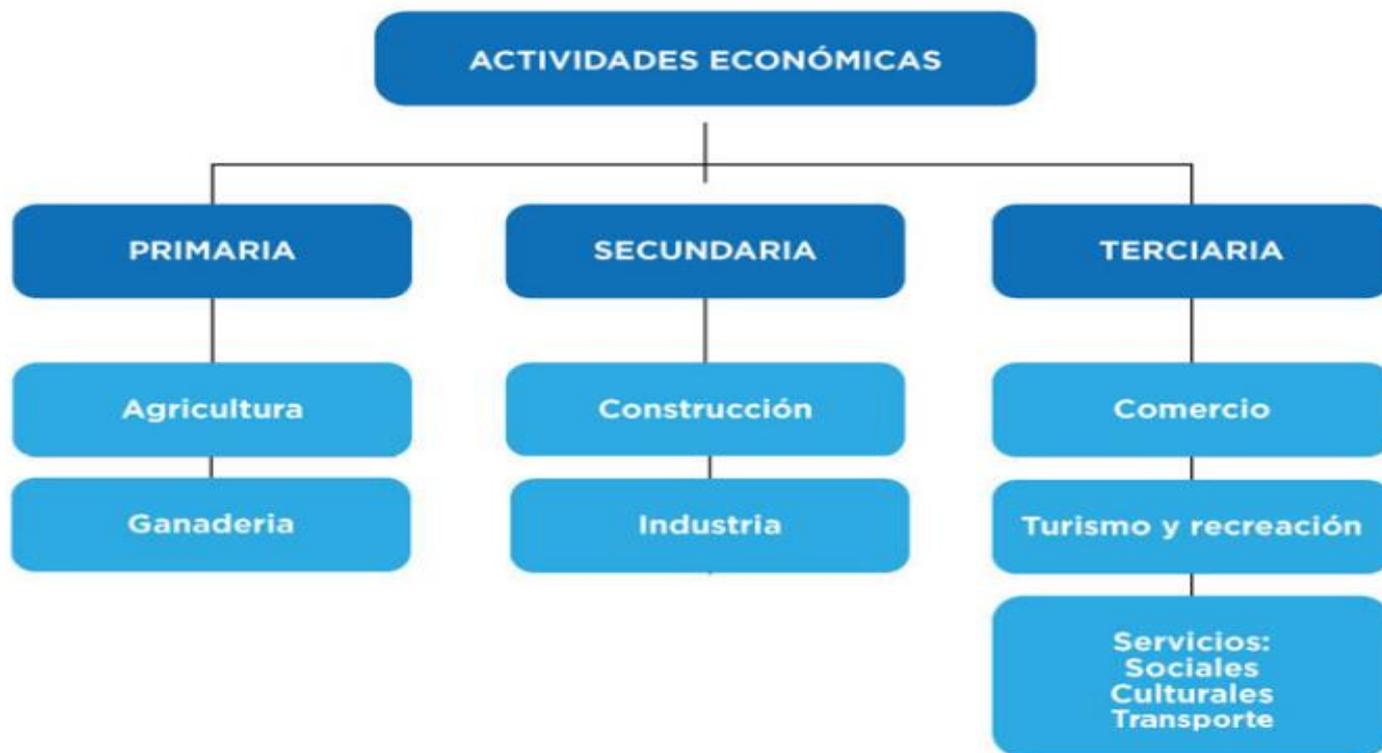
1 litro de leche = 1.000 litros



## Usos del agua relacionados con la actividad productiva

El uso del agua, a excepción del poblacional y el ecológico, está relacionado a las actividades económicas y productivas. Sin embargo, el 93,75% del recurso hídrico se destina a la actividad agrícola, un 5,45% al uso poblacional y el 1% a la industria y otras actividades. El siguiente esquema resume las actividades económicas como un conjunto de acciones que realiza el hombre para satisfacer sus necesidades básicas o secundarias mediante procesos de producción, intercambio y consumo. Estas se engloban en primarias, secundarias y terciarias.

Figura 110: Uso del agua en las actividades productivas



## CALIDAD DEL AGUA

### Concepto de calidad del agua

La calidad del agua, superficial o subterránea, está relacionada con un conjunto de condiciones entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección del recurso hídrico y la salud de la población.

## CALIDAD DEL AGUA

### CONCENTRACIÓN DE URANIO EN AGUAS SUPERFICIALES

Río Mendoza	2 - 6,8 µg/l
-------------	--------------

Río Tunuyán	2 - 7,5 µg/l
-------------	--------------

Río Diamante	1 - 3,5 µg/l
--------------	--------------

Río Atuel	0,4 – 1,3 µg/l
-----------	----------------

Río Malargüe	0,7 µg/l
--------------	----------

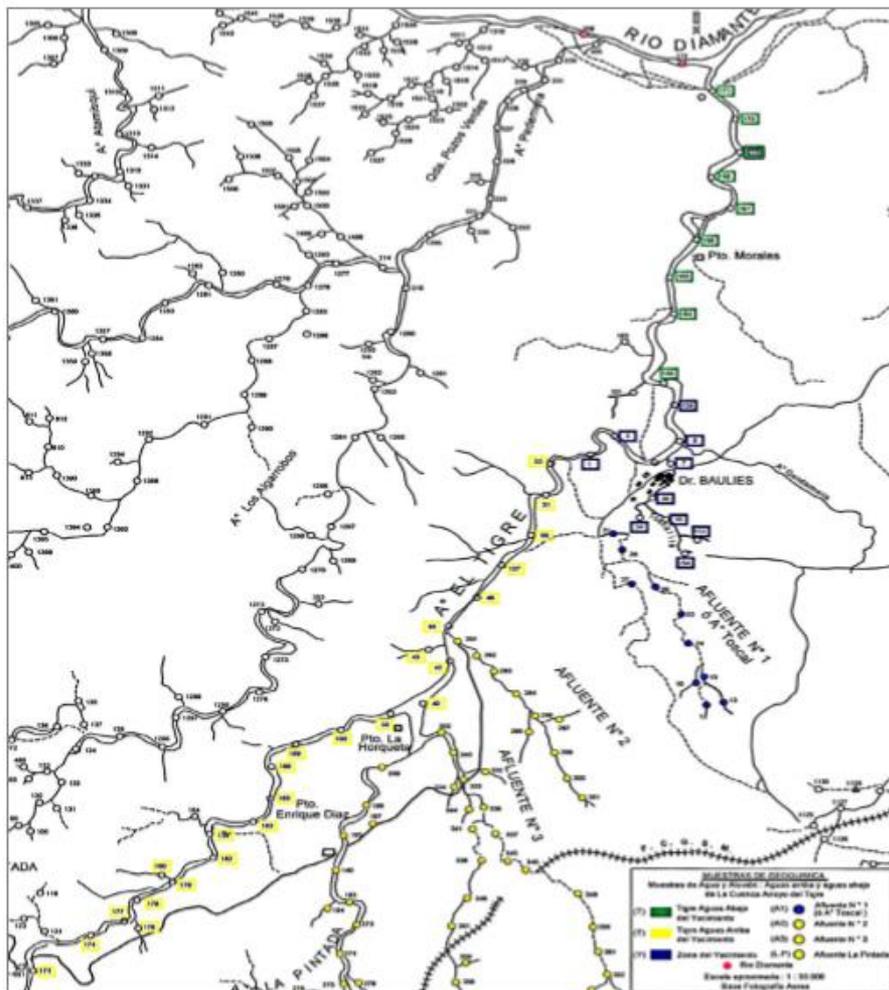
Río Grande	0,7µg/l
------------	---------

## LIMITES PERMITIDOS DE CONCENTRACIÓN DE URANIO EN AGUA PARA CONSUMO

- Tanto la Ley Nacional 24585 del Código de Minería, como la Ley Provincial 5961, decreto 820/2006 establecen como límite permitido en el agua para consumo humano una concentración de **100 µg/l**.
  - Igual límite máximo permitido para vertido de líquidos a cuerpos receptores según Resolución N° 647/00 del Departamento General de Irrigación.
-

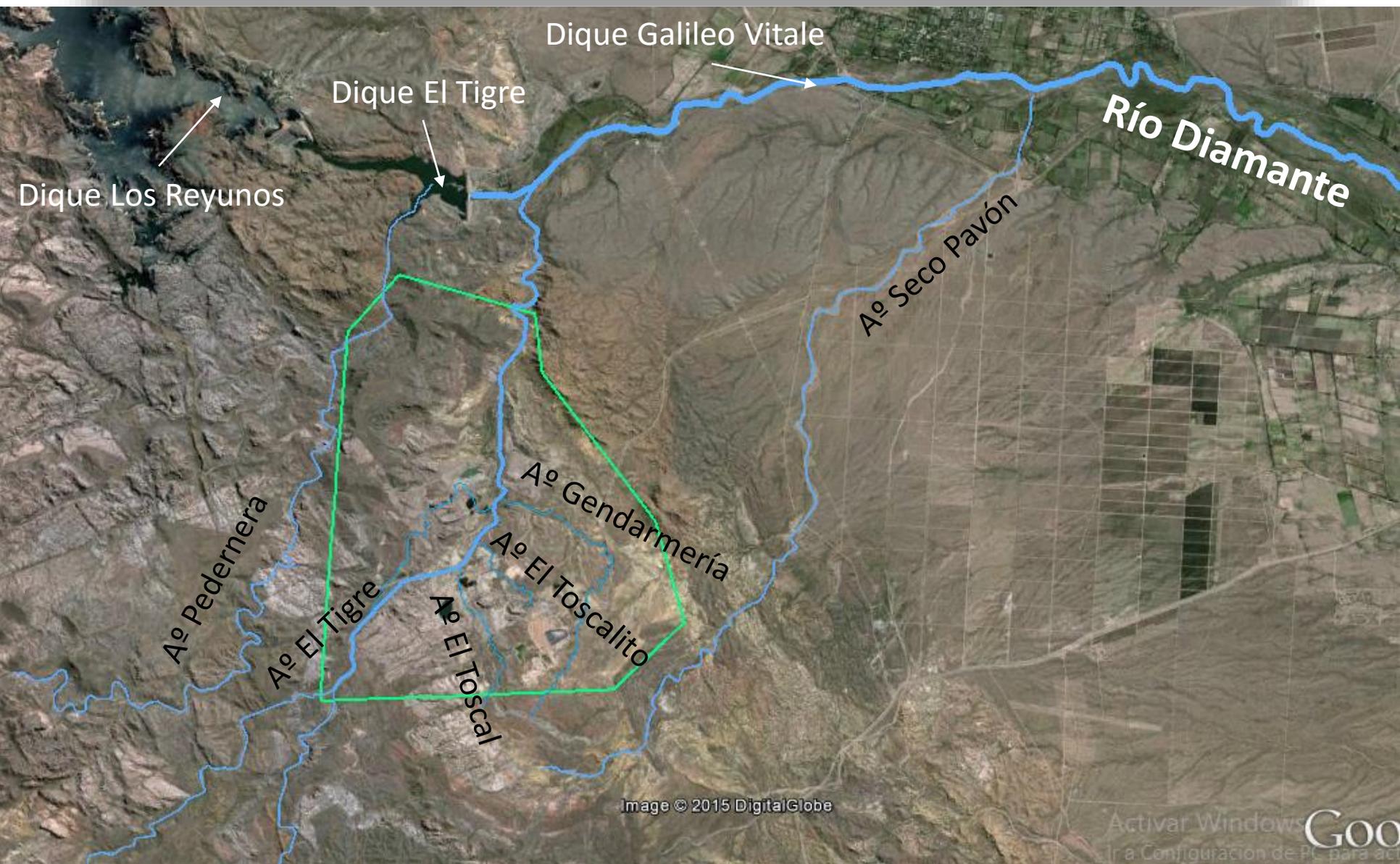
# CALIDAD DEL AGUA

## Estudios Geoquímicos Pre-operacionales AÑO: 1978



Cuadro Comparativo Aguas Arriba y Abajo del A° El Tigre

LUGAR DE EXTRACCIÓN	URANIO							
	Cantidad de Muestras	ALUVI6N			Cantidad de Muestras	AGUA		
		VALORES (ppm)				VALORES (ppb)		
		MEDIA	Máx.	Mín.		MEDIA	Máx.	Mín.
A° Tigre A. Arriba	23	0,4	0,7	0,3	19	3,35	4,4	2,4
A° Tigre A. Abajo	12	0,8	1,2	0,3	11	6	7,3	5,2
Yacimiento	10	8,2	26	1	5	57	270	2,4
Afluyente N° 1 o Toscal	10	10,6	73	0,9	0			
Afluyente N° 2	10	0,5	0,7	0,3	0			
Afluyente N° 3	23	0,7	2,8	0,3	0			
A° La Pintada	13	0,5	0,8	0,3	6	11,9	13,1	9,8
Total de Muestras		101				41		



## MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA



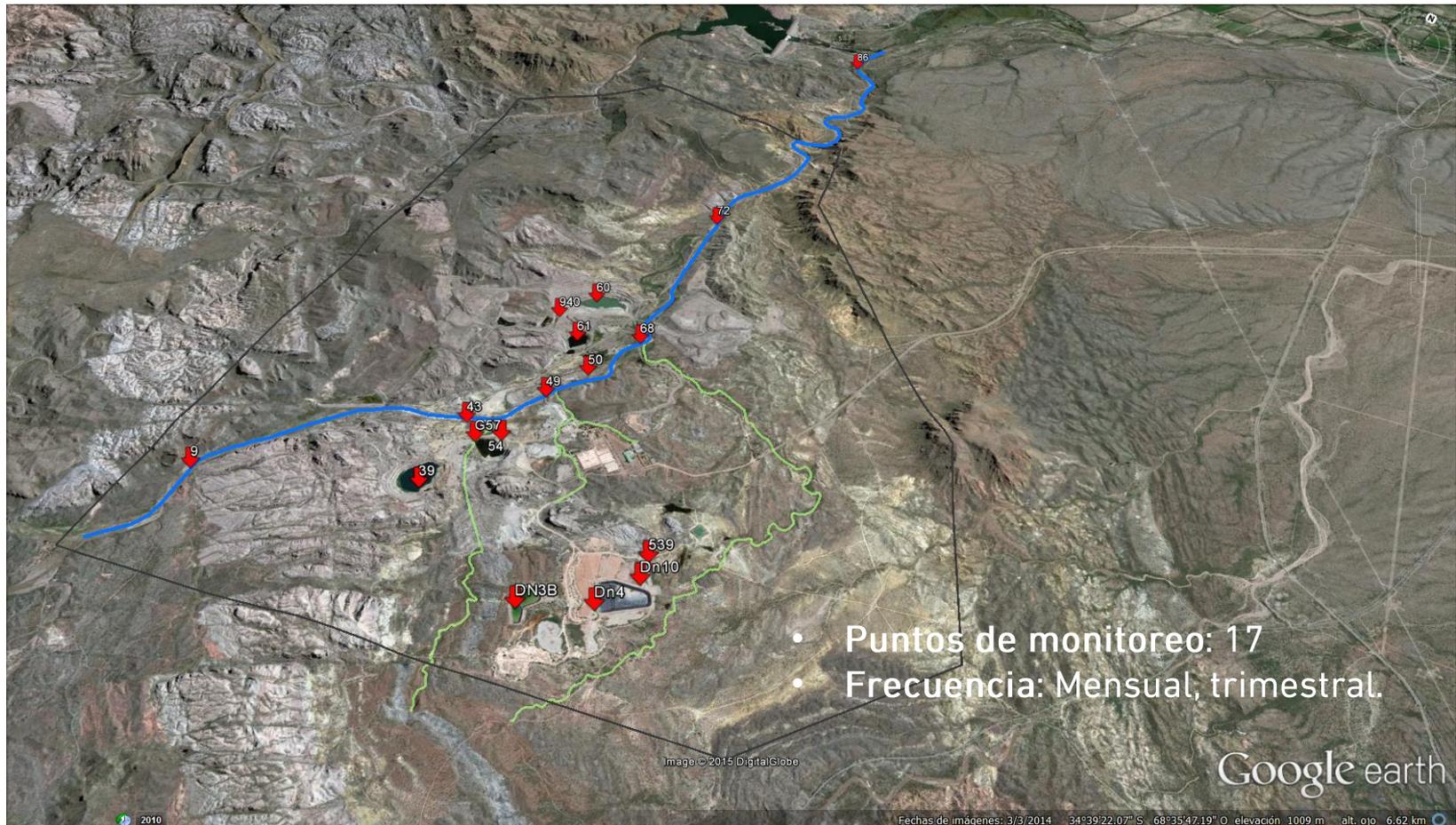
## MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

- Muestreo de agua superficial y subterránea, en zonas internas y externas al CMFSR.
- Muestreo de sedimentos.
- Piezometría estacional.
- Medición mensual de caudales.



# MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES

## Estaciones internas de muestreo de aguas superficiales



# MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

## Estaciones internas de muestreo de aguas subterráneas





# MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

## Laboratorio CMFSR

- Equipado para realizar los análisis ambientales.
- Cuenta con el equipamiento para análisis de Uranio en bajas concentraciones en muestras de aguas, suelos, vegetales y orina.



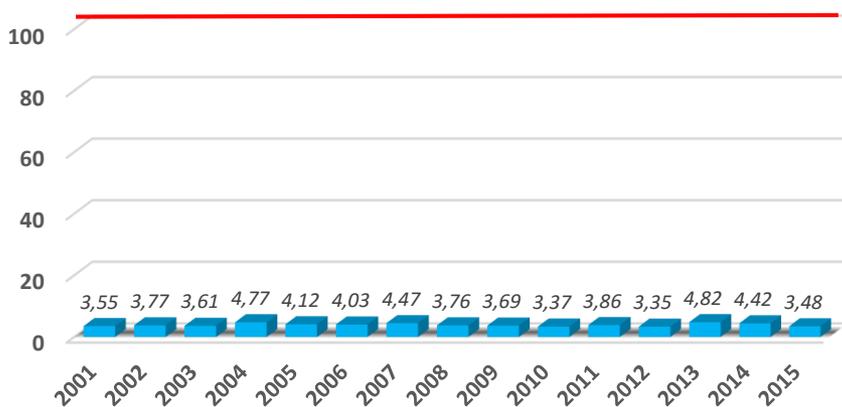
**OAA** ✓

Organismo  
Argentino de  
Acreditación

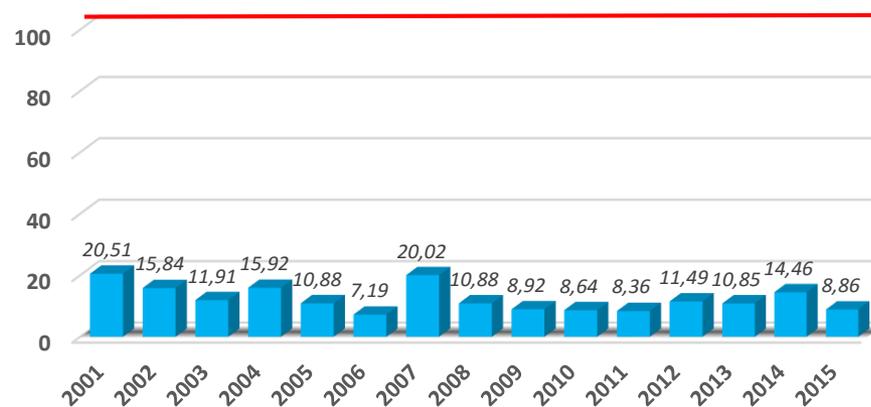
- Acreditado por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) y el Comité de Acreditación de Laboratorios de Ensayo (CALE), para la técnica de Determinación de uranio en muestras de aguas superficiales y subterráneas.

## RESULTADOS PROMEDIO DE LOS MUESTREOS DE URANIO DE CNEA

Muestra N° 9 (antes del yacimiento)  
Uranio Natural - A° El Tigre

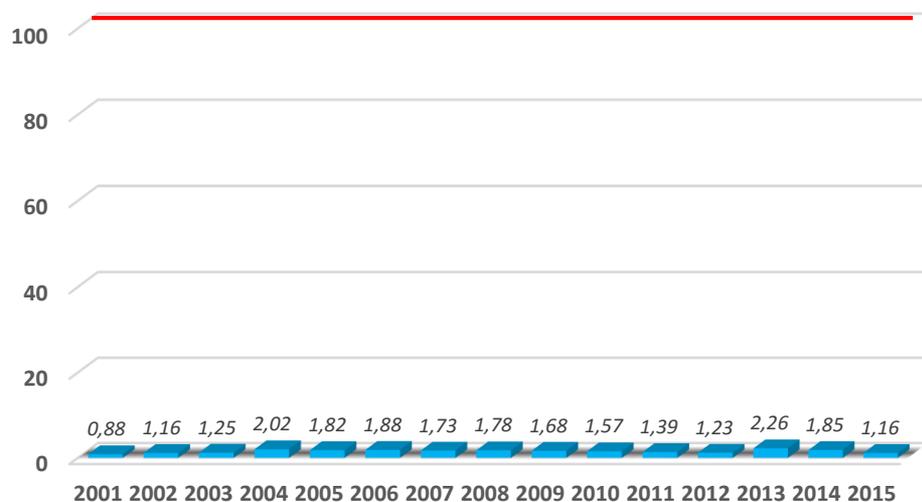


Muestra N° 86 (después del yacimiento)  
Uranio Natural A° El Tigre

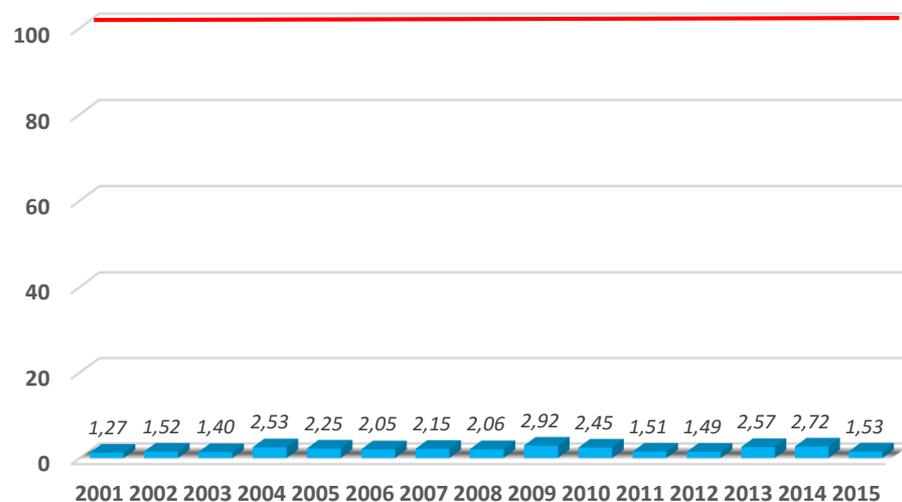


## RESULTADOS PROMEDIO DE LOS MUESTREOS DE URANIO DE CNEA

Muestra Nº 89  
Uranio Natural - Río Diamante

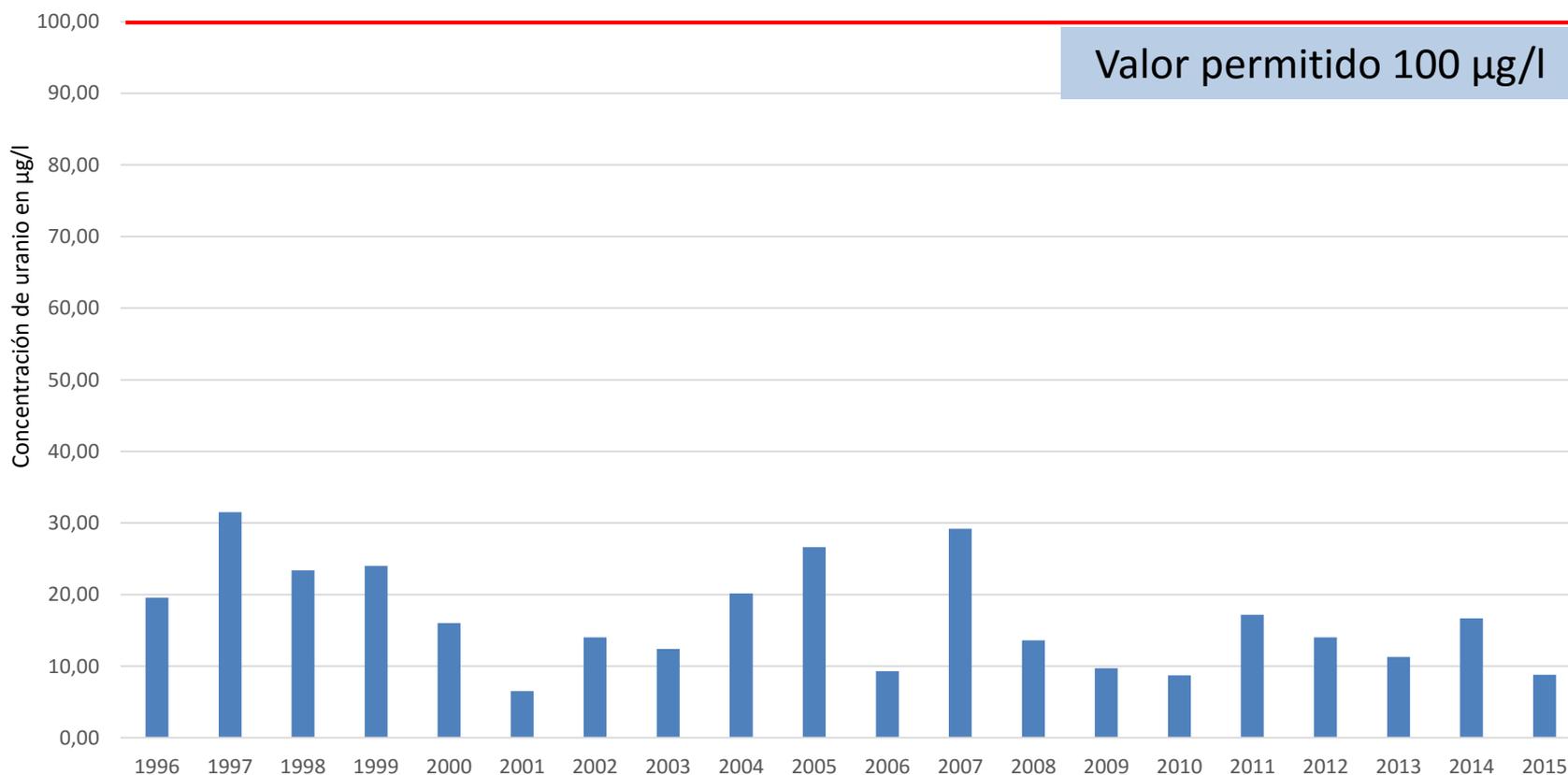


Muestra Nº 95  
Uranio Natural - Río Diamante



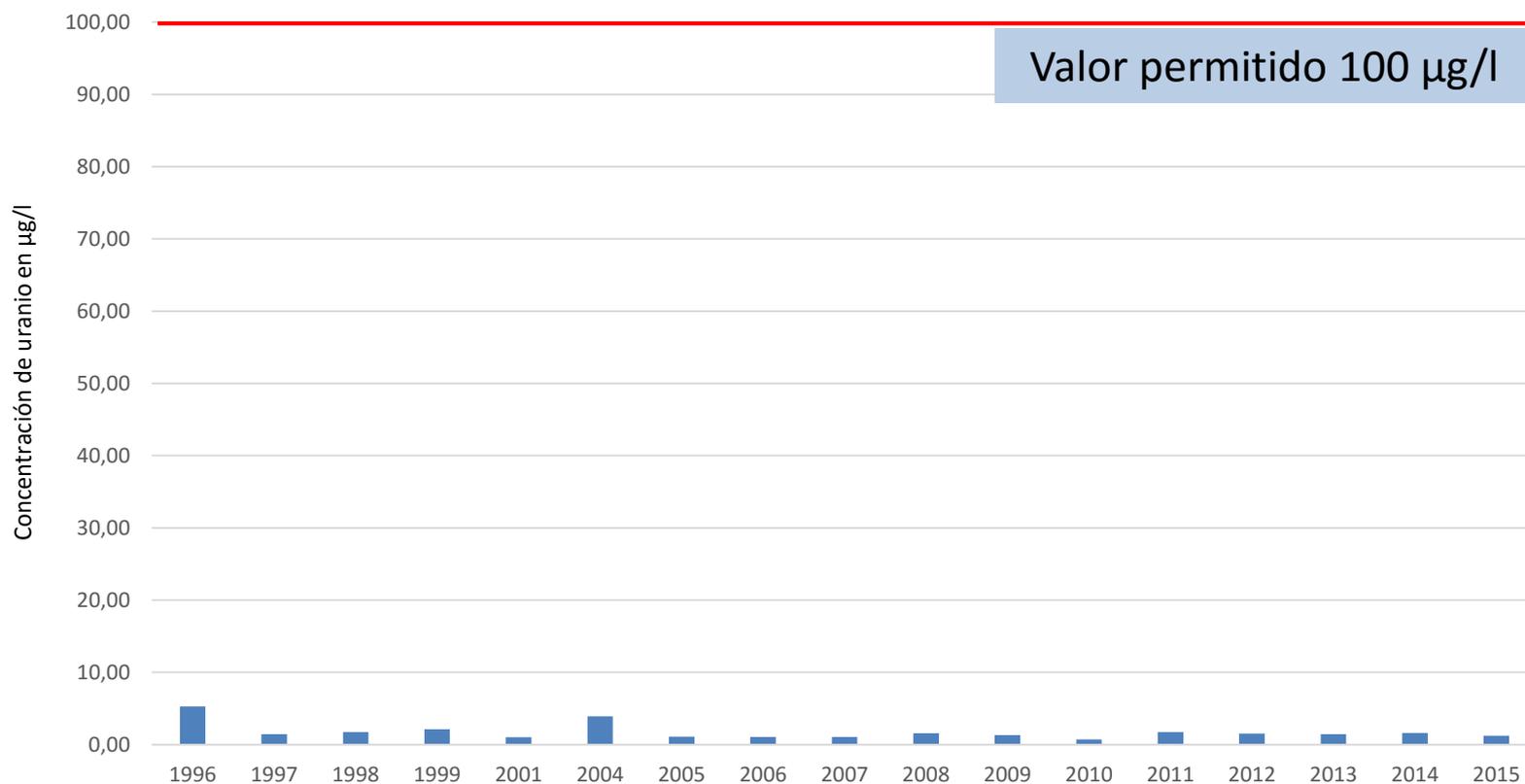
## Resultados del muestreo del DGI

### Arroyo El Tigre Promedio Anual Uranio



## Resultados del muestreo del DGI

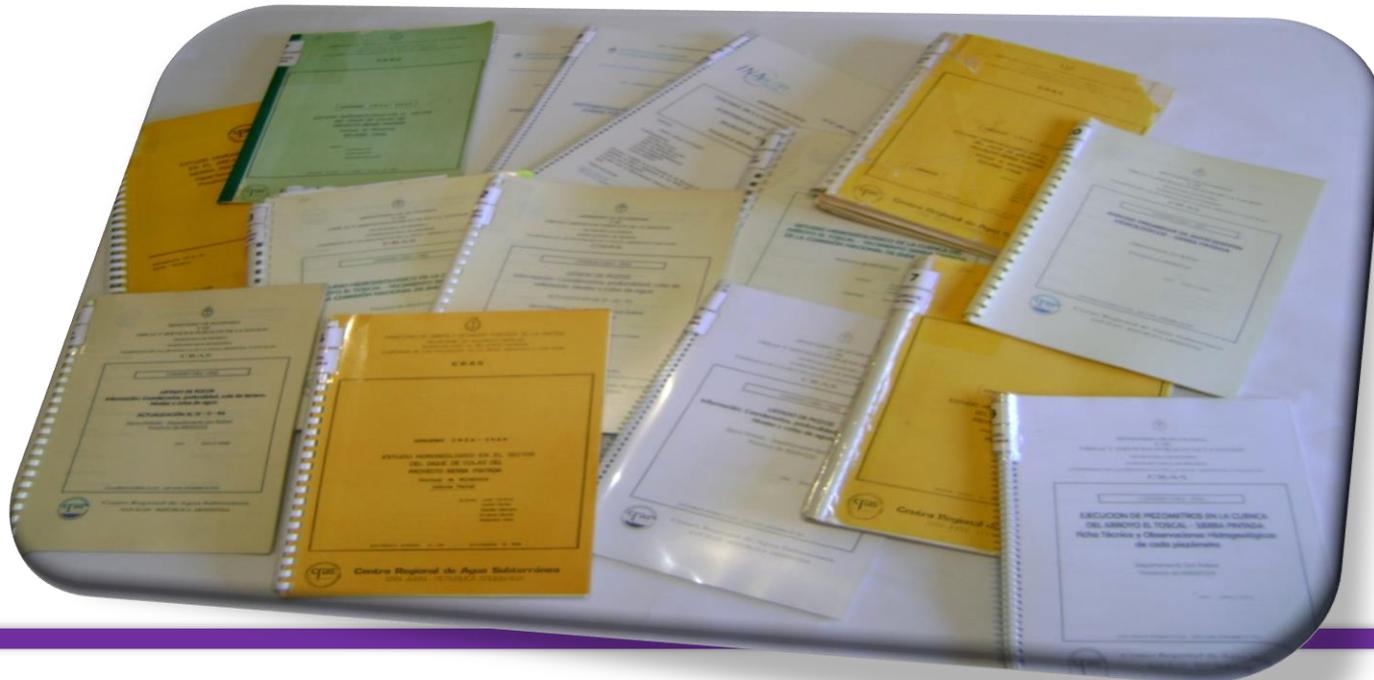
### Río Diamante Promedio Anual Uranio



## MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

### Convenios INA-CNEA

- Estudios hidrogeológicos realizados por el Instituto Nacional del Agua mediante múltiples convenios desde el año 1984.



## ¿QUIÉNES CONTROLAN LAS ACTIVIDADES DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL?

En el CMFSR actúan diversos organismos de control supervisando periódicamente sus actividades, lo que permite un control eficaz de la seguridad, protección radiológica y el ambiente.



Dirección de Protección Ambiental



## CONCLUSIONES

- ✓ El consumo de agua en el yacimiento de Sierra Pintada con la actual capacidad de producción es el equivalente a una pequeña finca de 20 ha. Esto demuestra que de ninguna manera su operación podría afectar la disponibilidad de agua para el normal desarrollo del resto de las actividades productivas
- ✓ Desde las primeras actividades desarrolladas en el yacimiento de uranio de Sierra Pintada se realizaron los controles de las diferentes variables ambientales, con especial énfasis en el recurso agua. Tanto durante la etapa productiva como durante la etapa posterior nunca se registraron valores por encima de los permitidos en los cursos de agua del arroyo El Tigre y el río Diamante, demostrado esto no sólo por los propios monitoreos, sino también por los realizados por el Departamento General de Irrigación.
- ✓ Luego de más de 40 años de actividades de la CNEA en el área, con casi 20 años de funcionamiento de la planta de tratamiento de los minerales, no se ha producido ninguna alteración de la calidad del agua superficial o subterránea, debido a que desde el inicio de las actividades de producción de concentrado de uranio en el año 1979, se utilizaron metodologías adecuadas para el manejo de soluciones ácidas y para la gestión de los efluentes del proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agua para Todos Agua para la Vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016.  
<http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
- Agua y Minería. Minería Argentina todas las respuestas. Cámara Argentina de Empresarios Mineros. <http://www.caem.com.ar>
- Agua y Empleo. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>
- Aquabook. Departamento General de Irrigación. Dirección General de Escuelas. Gobierno de Mendoza. 2016 <http://aquabook.agua.gob.ar>
- Manifestación General de Impacto Ambiental. Complejo Minero Fabril San Rafael. Etapa de Remediación - Fase 1. Comisión Nacional de Energía Atómica. Año 2013
- Plan Agua 2020. Departamento General de Irrigación. <http://www.agua.gob.ar/2020/>
- Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2014-2025. Dirección de Estudios y Políticas Públicas. Comisión Chilena del Cobre. Gobierno de Chile. Año 2014.

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

dieguez@cnea.gov.ar

---