

# **ENERGÍA NUCLEAR Y EL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL (Provincia de Mendoza) PRODUCCIÓN DE URANIO**

**Lic. Pablo R. Navarra, Lic. Sergio R. Aldebert y Lic. A. Rubén Gallucci**



**Comisión Nacional de Energía Atómica**

**Simposio *las-ans* 2006. Situación Energética en Latinoamérica y  
Energía Nuclear**

***26 al 29 de Junio de 2006***

## Ex Complejos Fabriles

- Tonco
- Don Otto
- Huemul – Agua Botada
- Los Colorados
- Los Gigantes
- La Estela
- Malargüe
- Pichinán

## Complejos Fabriles

- ⚙ San Rafael
- ⚙ Cerro Solo
- ⚙ Planta de Conversión de  $UO_2$

## Empresas mixtas

Conuar - FAE  
Ensi

## Centrales Nucleares

- ⚙ Atucha I y II
- ⚙ Embalse

## Centros Atómicos

- ⚙ Ezeiza
- ⚙ Bariloche
- ⚙ Constituyentes





# Requerimientos de uranio de las centrales Nucleoeléctricas - Análisis preliminar

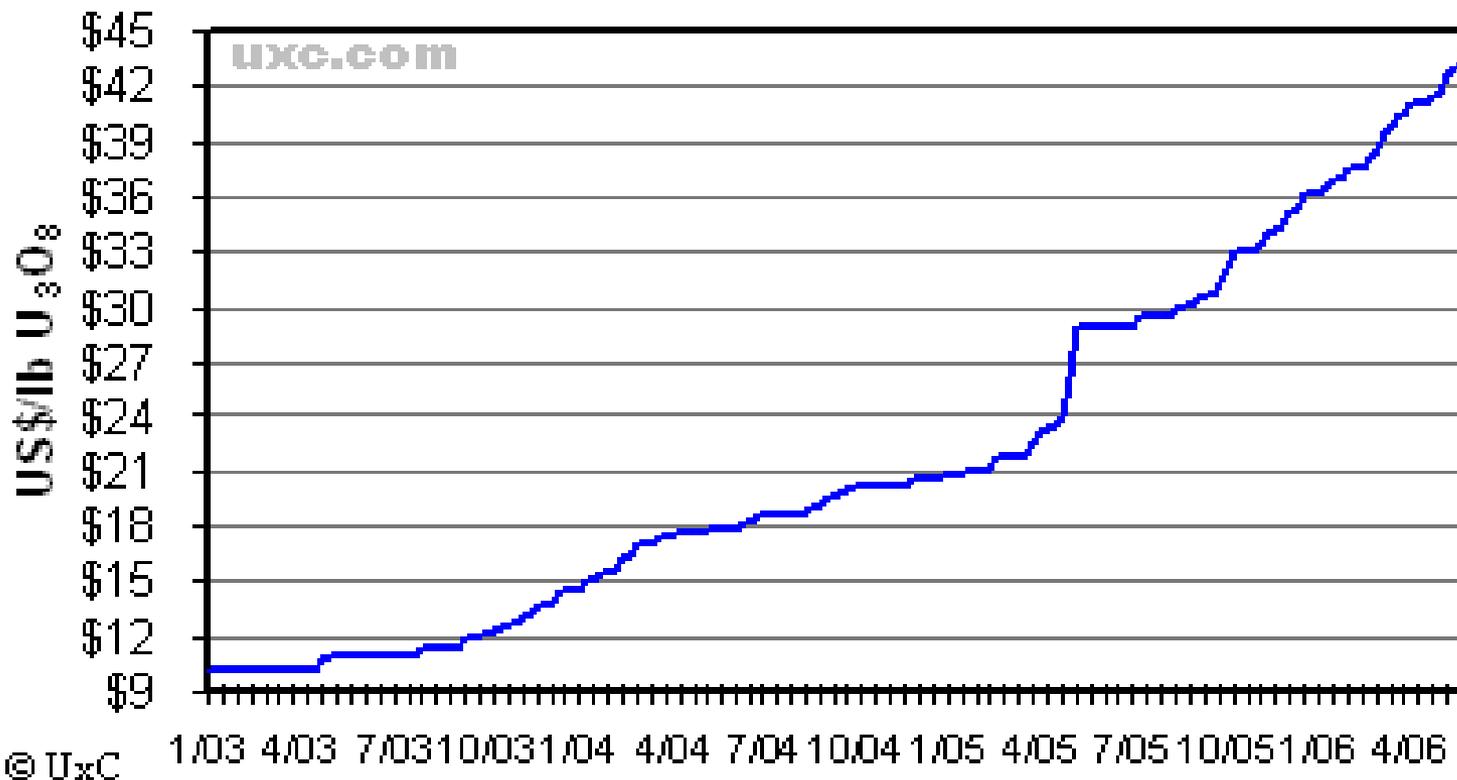
(información proporcionada por el Ing. Carlos Rey)

<b>ESCENARIO</b> (Se incluye Atucha I hasta el 2018 y Embalse hasta el 2032)	<b>CAPACIDAD INSTALADA NUCLEAR (MW)</b> (Porcentaje de la Potencia instalada total)	<b>GENERACIÓN NUCLEAR GWh</b> (Porcentaje de la generación total)	<b>AÑO DE REFERENCIA PARA LAS RESERVAS DE URANIO</b>	<b>RESERVAS A ASEGURAR PARA LA VIDA UTIL (TU)</b>
<b>Ingresa Atucha II en el 2009</b>	<b>1750</b> (6,3)	<b>12941</b> (11,4 %)	<b>2005</b>	<b>5480</b>
<b>Se agregan 4 nuevas Centrales hasta el 2020</b>	<b>5150</b> (10,9%)	<b>38048</b> (19,6%)	<b>2010</b>	<b>20400</b>
<b>Se instalan 4000 MW adicionales hasta el 2025</b>	<b>9150</b> (15,2%)	<b>67664</b> (27,2%)	<b>2020</b>	<b>37380</b>

## Precio internacional del uranio

Período enero 2003 – abril 2006

(Consultora Uranium Exchange Co.)



**Precio al 19 de junio de 2006: US\$45.00/lb U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>**

Es el precio más alto en 25 años. Se origina en presiones de largo plazo en el mercado internacional.



## *Recursos explotables en toneladas de uranio 2006*

<b>Mina</b>	<b>Recursos confirmados explotables a corto y mediano plazo</b>	<b>Recursos a confirmar y/o explotables a largo plazo</b>
<b>Sierra Pintada (Mendoza)</b>	<b>2.200</b>	<b>1.800</b>
<b>Cerro Solo (Chubut)</b>	<b>2.640</b>	<b>2.380</b>
<b>Totales</b>	<b>4.840</b>	<b>4.180</b>



# PRODUCCIÓN NACIONAL VS IMPORTACIÓN

## Perspectiva histórica

### PRODUCCIÓN NACIONAL

desde la década de 1970 a 1997,

bajo el criterio de aseguramiento del suministro

### IMPORTACIÓN DE CONCENTRADOS

a partir de 1998 dado el bajo costo

en el mercado internacional.

## Escenario Presente

- Mayor demanda prevista en el país: decisión de completar la construcción de Atucha II y la probable necesidad de instalar una nueva serie de centrales

- Mayor competitividad.

- Desde el 2002 fuerte incremento de los precios como perspectiva permanente.

- Tendencia a la escasez y endurecimiento de las condiciones de comercialización

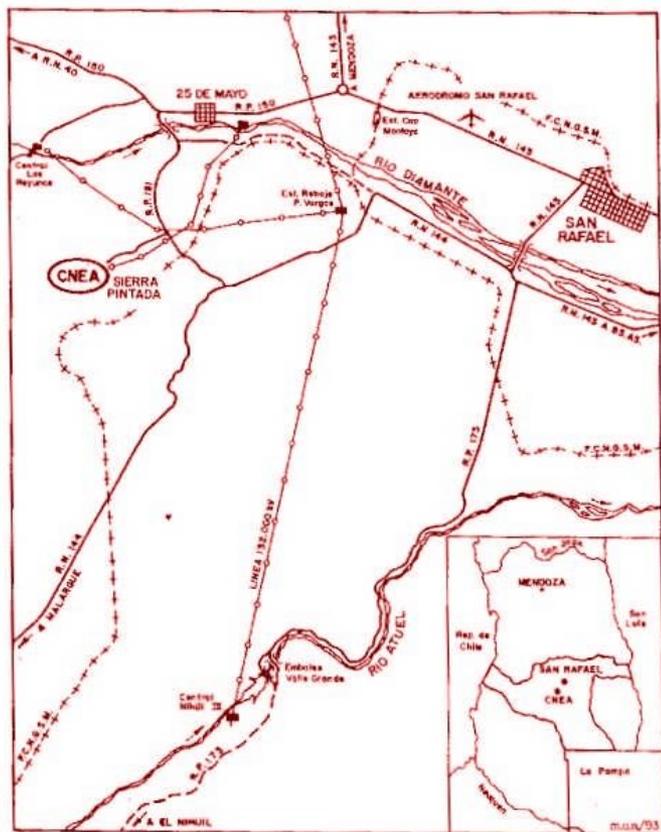
**CNEA propone reactivar la producción nacional como base de una futura política de abastecimiento**

# COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL



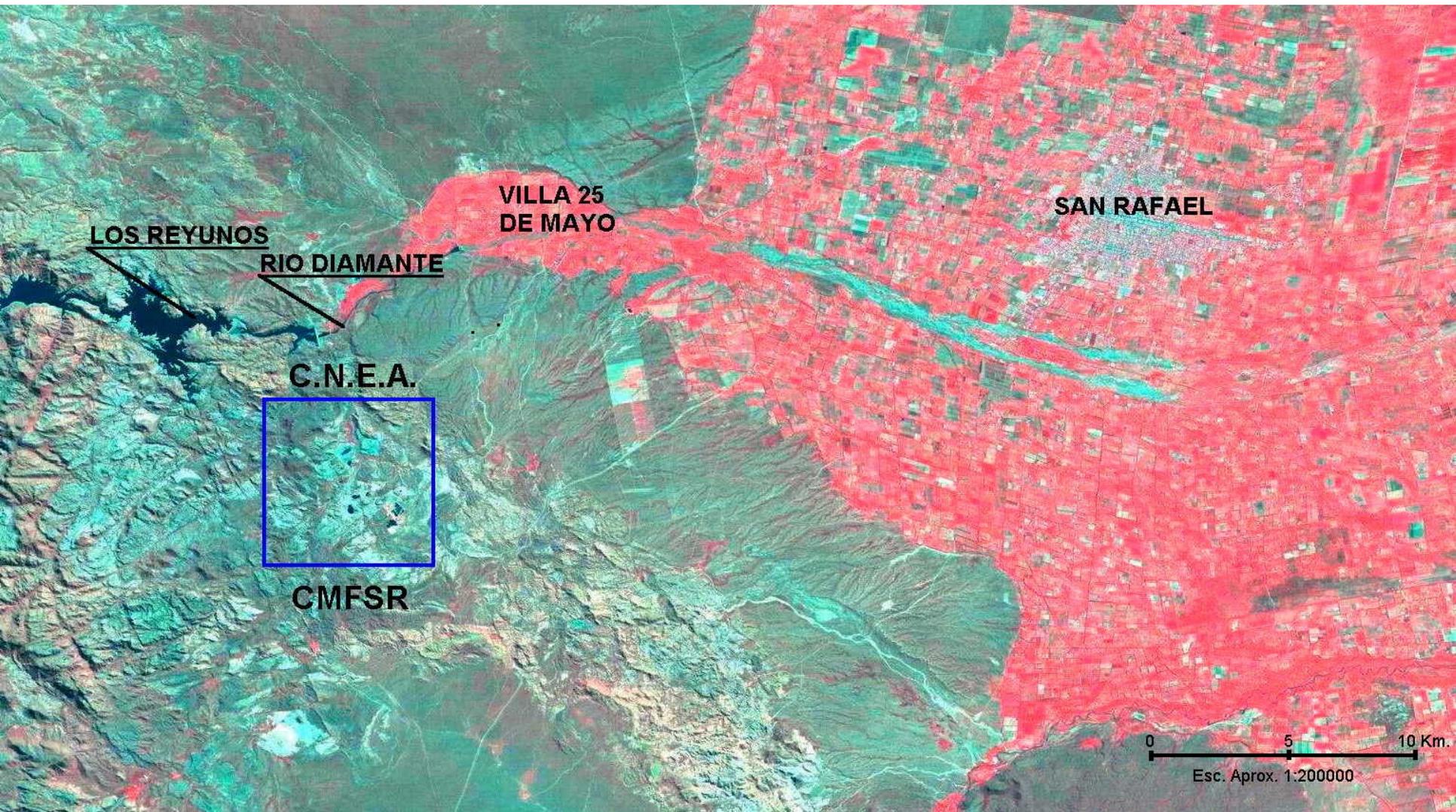
# UBICACIÓN GEOGRAFICA

PLANO DE UBICACION



- Provincia de Mendoza
- Departamento de San Rafael
- Distrito Cuadro Benegas
- 11 Km sur-oeste de la Villa 25 de Mayo
- 38 Km oeste de la ciudad de San Rafael
- 240 Km sur de la ciudad de Mendoza
- Unidad morfoestructural bloque de San Rafael, área de Sierra Pintada

# UBICACIÓN DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL



- En la provincia de Mendoza, 38 km al oeste de la ciudad de San Rafael.



## **ANTECEDENTES EN LA EXPLOTACIÓN DEL COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL**

- El CMFSR operó desde fines de la década de 1970 hasta el año 1997 en que se produjo su paralización temporaria.
- Aportó 1.600 toneladas de uranio, a las 2.500 t totales producidas en el país, siendo el principal centro productor.
- 600 t U fueron procesadas en el CFMalargüe, que dejó de operar en 1985 y actualmente se encuentra en remediación
  - Nuevos estudios iniciados en el 2000, demostraron que es factible completar el aprovechamiento de los recursos remanentes en la mina, mediante criterios de explotación y tecnología actualizados.

**El total del uranio producido en el país equivale en capacidad energética a 240.000.000 barriles de petróleo**

# ¿QUÉ SE HACE EN SIERRA PINTADA?

1- Extracción del Mineral de Cantera

4 - Las soluciones se reciben en piletas

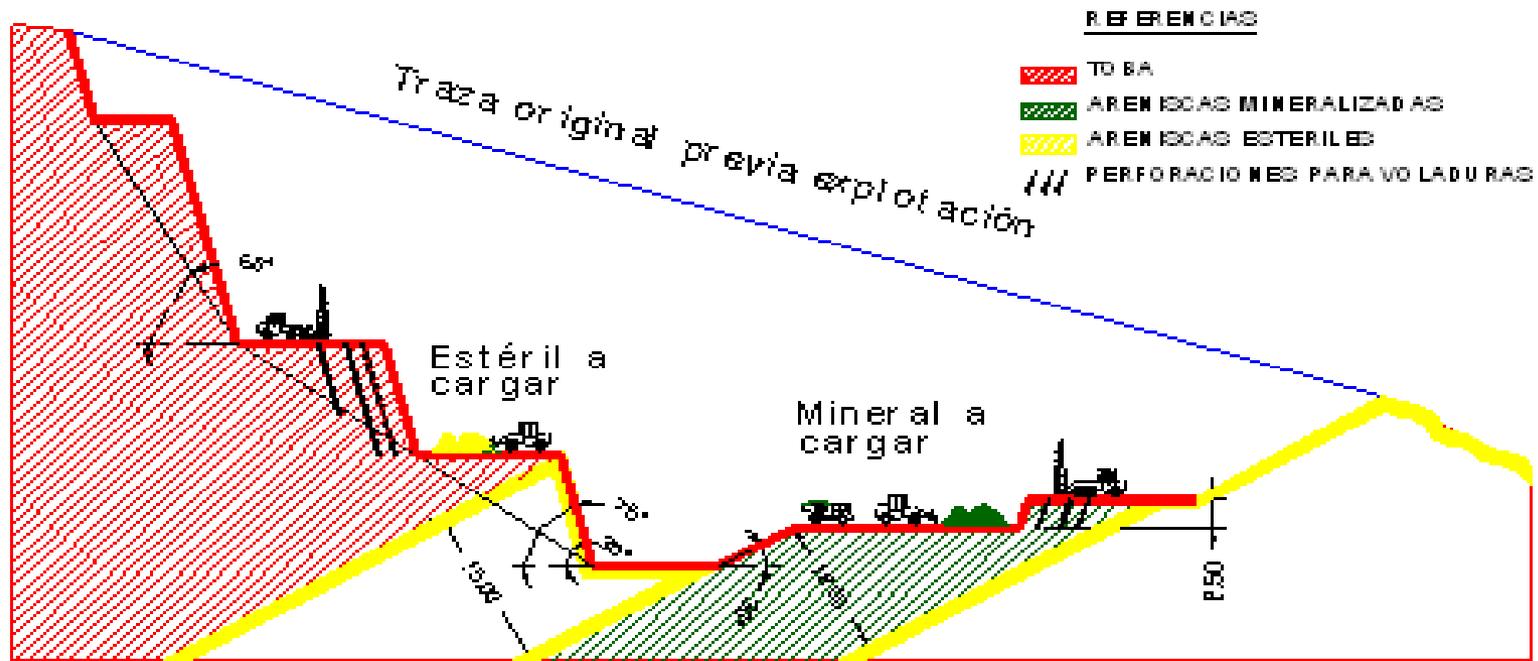
2 - Trituración

5 - Para ingresar a la planta de resinas

3 – Se coloca el mineral en planchadas impermeables y se inunda con una solución de ácido sulfúrico diluído



# Características de la explotación en mina



## COMPARACIÓN CON LA ETAPA ANTERIOR

Parámetro	Anterior	Futuro
Estéril/kgU a producir	8,3 m <sup>3</sup> / kg U	1,51 m <sup>3</sup> / kg U
Estéril/mineral económico	13,8 / 1	5,9 / 1
Tenor mineral económico extraído	0,09 % U	0,165 % U



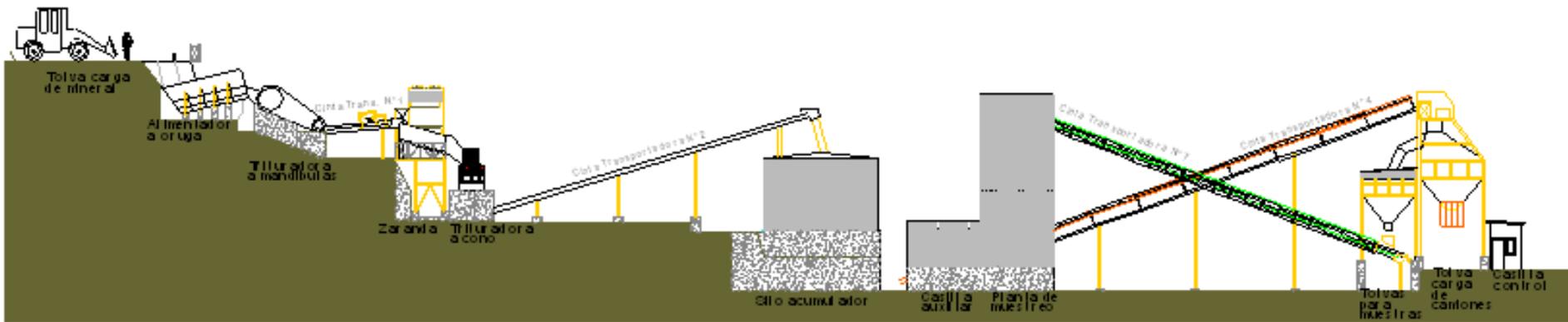
CANTERA LA TERRAZA

# VISTA DE LA CANTERA TIGRE I Y LA TERRAZA





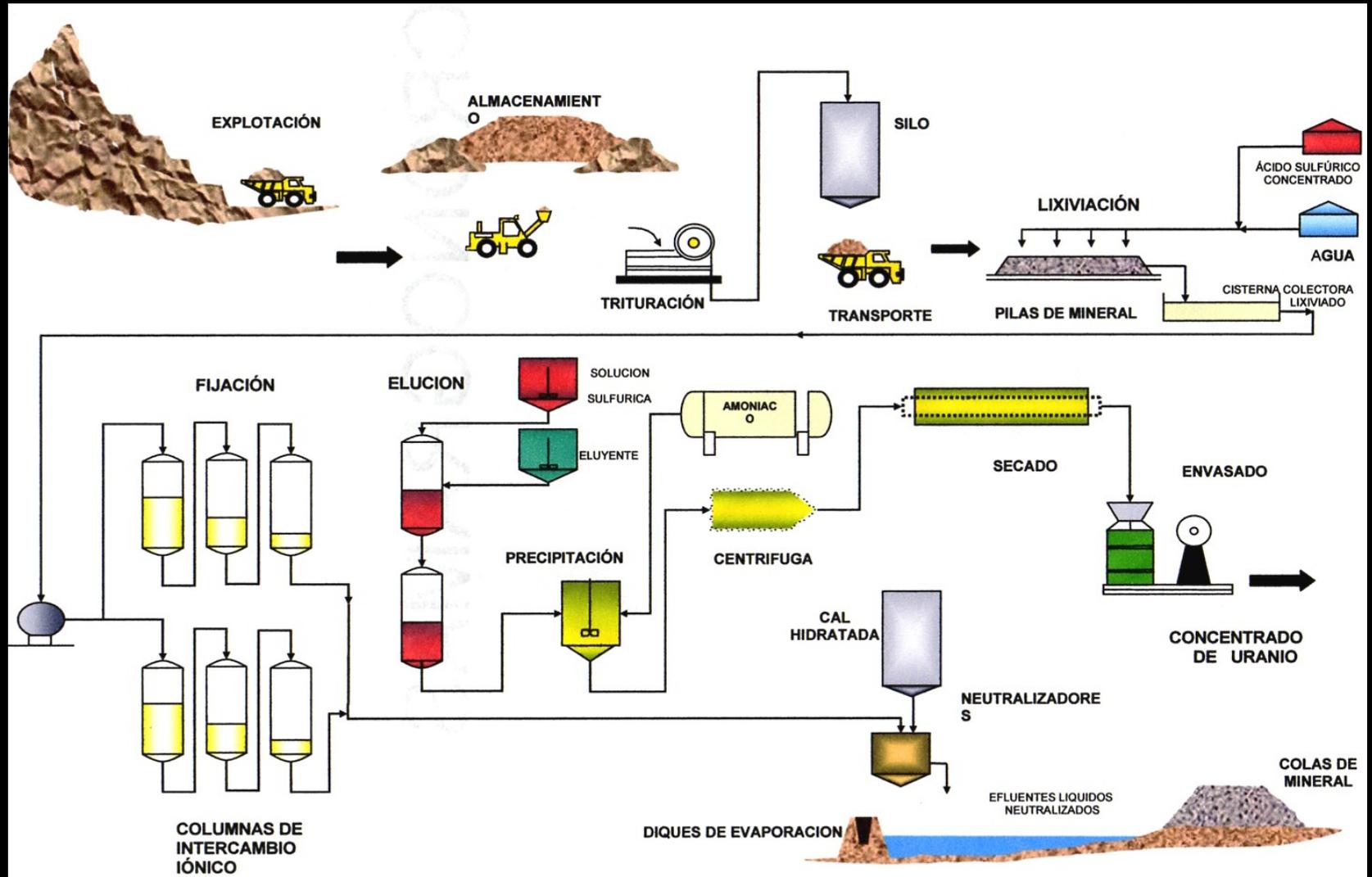
# TRITURACIÓN

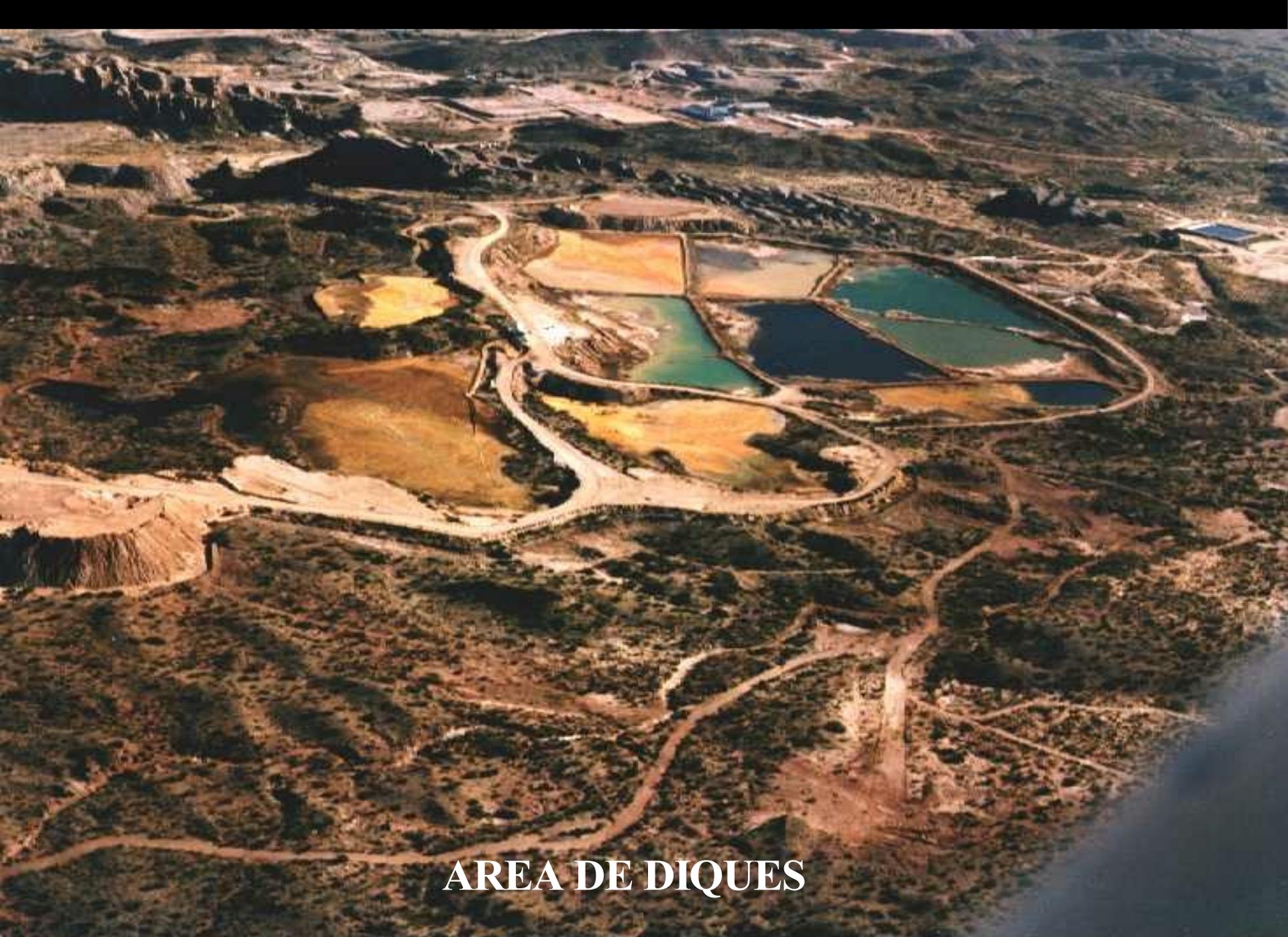




PILAS DE LIXIVIACION

# PLANTA DE RESINAS





**AREA DE DIQUES**

# ANTECEDENTES DE MANEJO AMBIENTAL EN SIERRA PINTADA





# ANTECEDENTES DEL MANEJO AMBIENTAL EN EL CMFSR

En la etapa anterior de explotación el control ambiental se efectuaba de acuerdo a la legislación y las prácticas específicas vigentes.

La entonces Gerencia de Seguridad Radiológica de CNEA (actual Autoridad Regulatoria Nuclear) otorgaba las correspondientes licencias.

El Convenio Prov. de Mendoza - CNEA (1987, Ley 5330) contenía provisiones específicas en este tema:

**Art.10:** La Comisión se compromete a resguardar el mineral de baja ley extraído de los yacimientos pero rechazado transitoriamente por antieconómico, el que será medido y depositado por separado para el caso de su eventual aprovechamiento futuro, igual tratamiento se seguirá con las “colas” del tratamiento en planta.

**Art. 31:** Cuando la Comisión haga abandono de instalaciones que han sido dedicadas a la extracción, tratamiento o manipuleo de materiales radiactivos, ubicados en el territorio de la Provincia, deberá previo a su desafectación, efectuar la correspondiente descontaminación, según lo recomendado por la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), en el menor plazo posible.



## METODOLOGIA EMPLEADA EN EL MANEJO AMBIENTAL

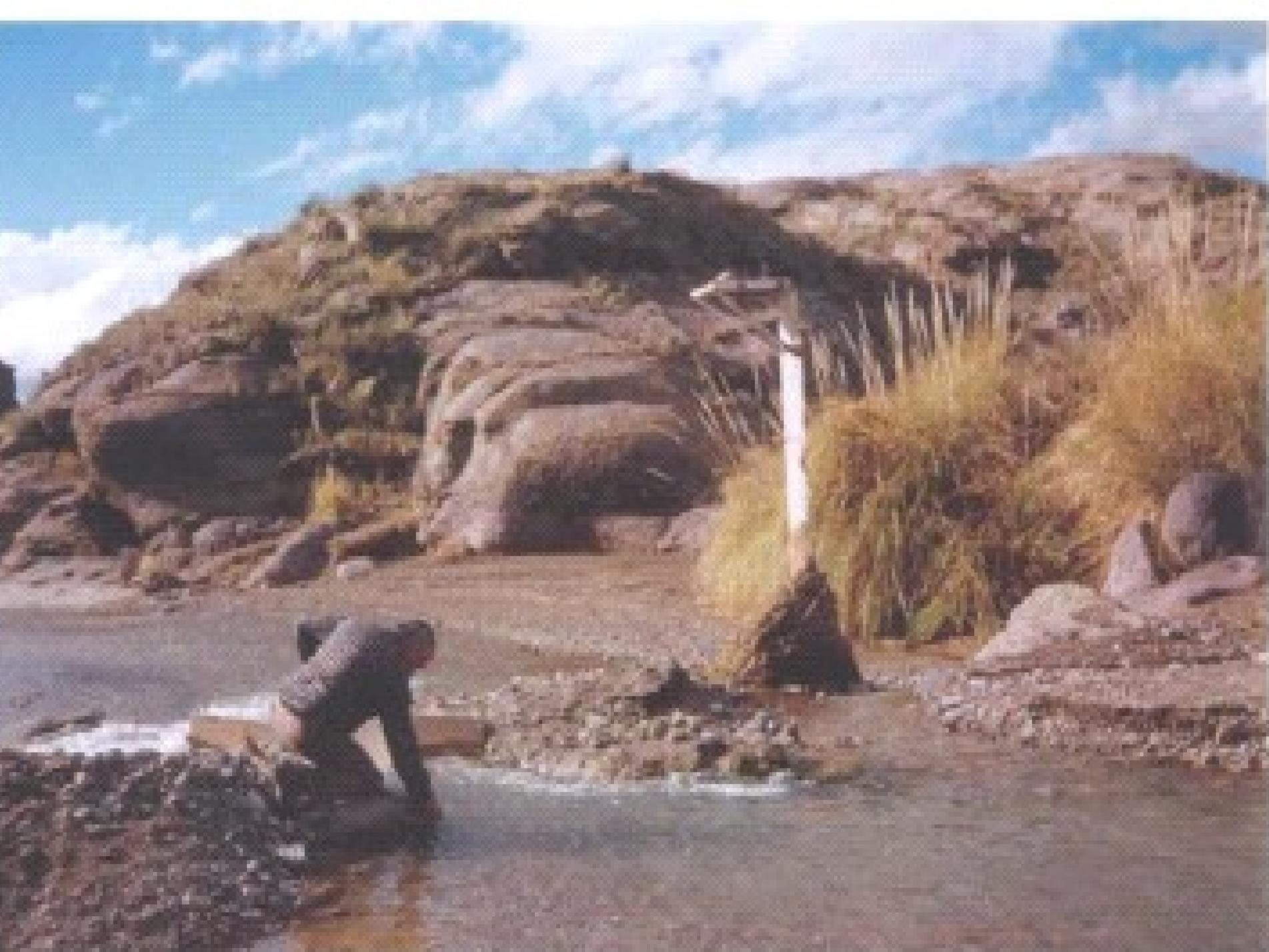
Para la Explotación y Producción de Concentrados, en 1979, la CNEA tomó como base las pautas aconsejadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y las metodologías que se utilizaban en Europa y U.S.A.

**Para la  
gestión  
de:**

Efluentes líquidos del proceso: se construyó un dique impermeable, utilizando una membrana sintética para prevenir infiltraciones en el terreno, y un sistema de neutralización de los efluentes ácidos a fin de eliminar la acidez residual de los mismos.

Las colas de mineral: se seleccionó un área ubicada en una divisoria de aguas y con pendiente hacia los diques de efluentes líquidos. Dichas colas contienen un porcentaje de humedad muy bajo y por lo tanto escasa capacidad de liberar la humedad residual

Se efectuó el monitoreo permanente de potenciales pérdidas y emisiones, por la propia CNEA y por Organismos de Control.



## **COMPATIBILIDAD DE LAS ACTIVIDADES DEL COMPLEJO**

**En 20 años de operación no se produjeron inconvenientes que afectaran al resto de las actividades de la zona.**

**En el estudio ambiental de base realizado para la EIA, se ha verificado que el impacto de la actividad del Complejo quedó limitado al área de trabajo. No se modificó la calidad de las aguas para riego y consumo humano.**



# PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL - Complejo Minero Fabril San Rafael

Inventario a noviembre de 2004

DESIGNACIÓN	PRIORIDAD	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	MASA (t)	CONTENIDO			
				U%	U Total (kg)	Ra (Bq/l/kg)	Ra Total (mg)
Agua de cantera	1	750.000	750.000	0,00043	3.225	0,416	9,09
Residuos sólidos	1	1.044,6	1.067,6	1,33	14249	0	0
Colas de tratamiento	2	946.667	1.740.000	0,018	313.200	9.102	428.040
Minerales Marginales	2	210.000	376.000	0,029	110.636	2.933	18.929
Precipitados sólidos	2	269.180	323.016	0,018	47.379	207	1.442
Escombreras areniscas	3	3.700.000	9.470.000	0,0002	1.900	20,2	325
Canteras Tigre III, Gaucho I - II	4	1.626.000 (1)	----	---	---	---	---
Escombreras tobas	5	10.000.000	25.600.000	---	---	---	---

(1) Volumen a rellenar



## INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROYECTO

► **Gestión operacional de colas de mineral y precipitados de efluentes, aplicando criterios actualizados que anticipan el cierre y reducen costos de gestión ambiental.**

► **Planta de Tratamiento de agua de cantera**

**Construcción de:**

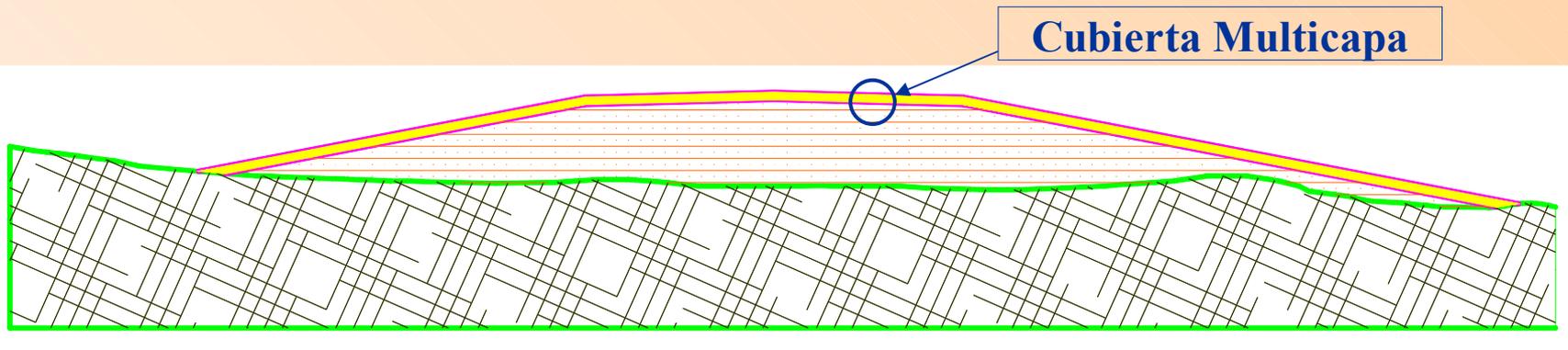
► **Planta de Tratamiento RS (residuos sólidos de purificación de concentrados)**

► **Nuevos diques impermeables, utilizando arcilla y membrana de polietileno, con sistemas de detección y captación de fugas.**

► **Adición de cal a las colas de mineral.**



# Corte Sobre Colas (coordenada 36.600) - Situación Actual



**Corte Sobre la misma coordenada**

**Posterior a la Gestión Ambiental Proyectada**



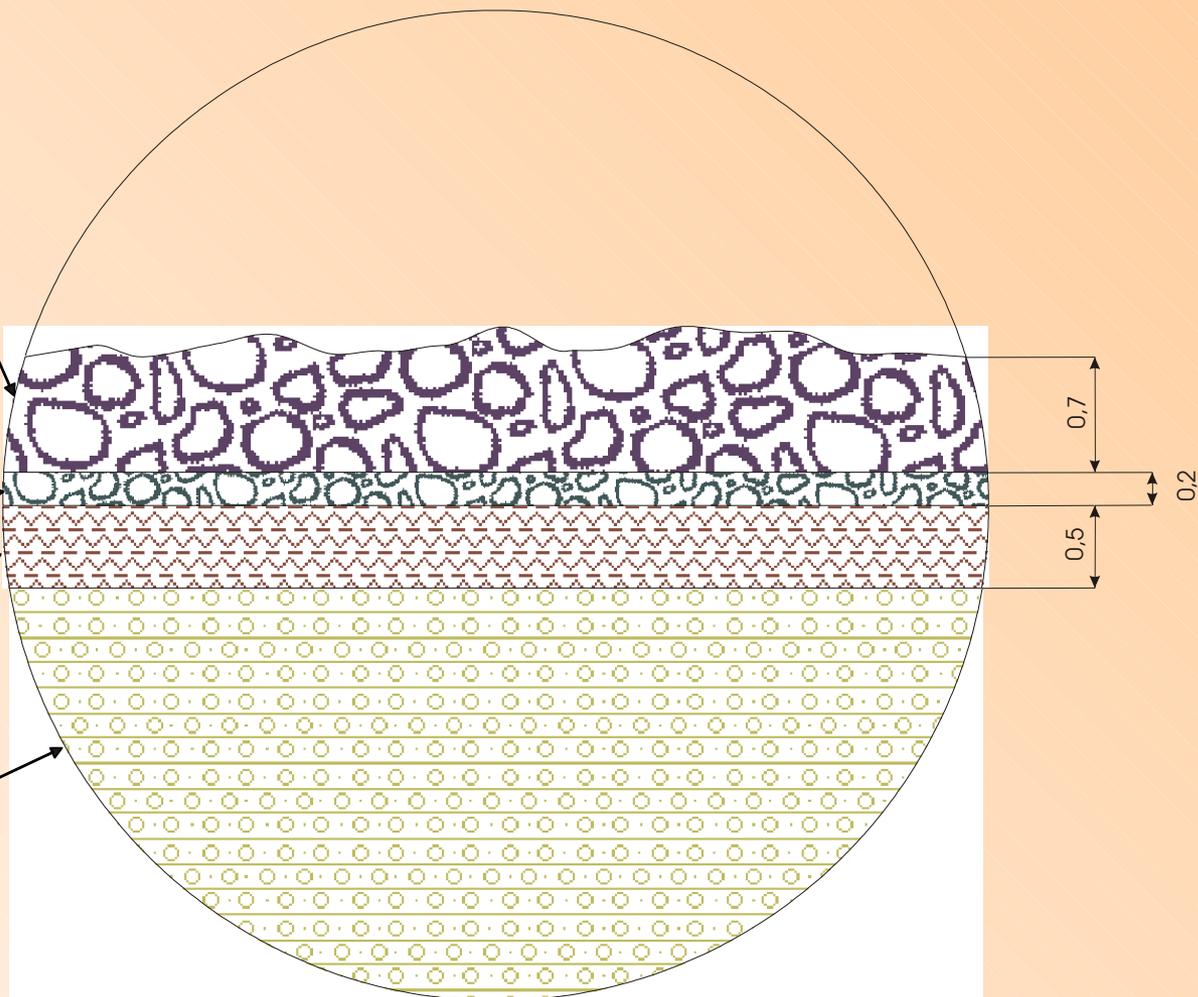
# ESQUEMA CUBIERTA MULTICAPA SOBRE COLAS DE MINERAL

Enrocado Estéril Antierosión

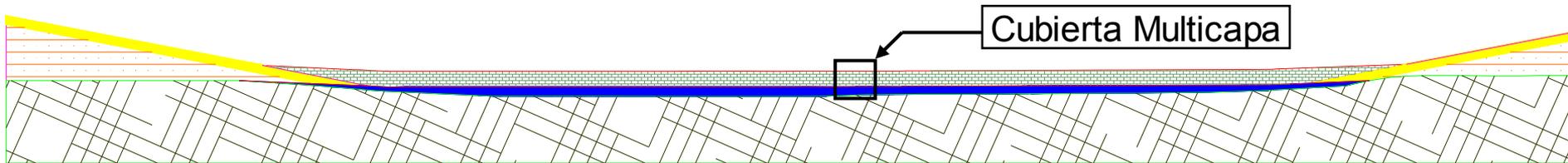
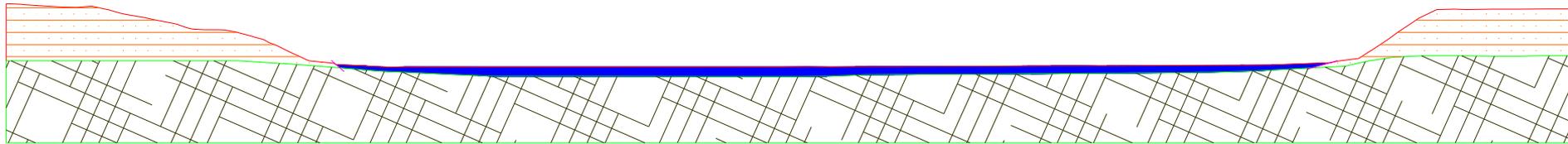
Grava de Protección

Cubierta Impermeable

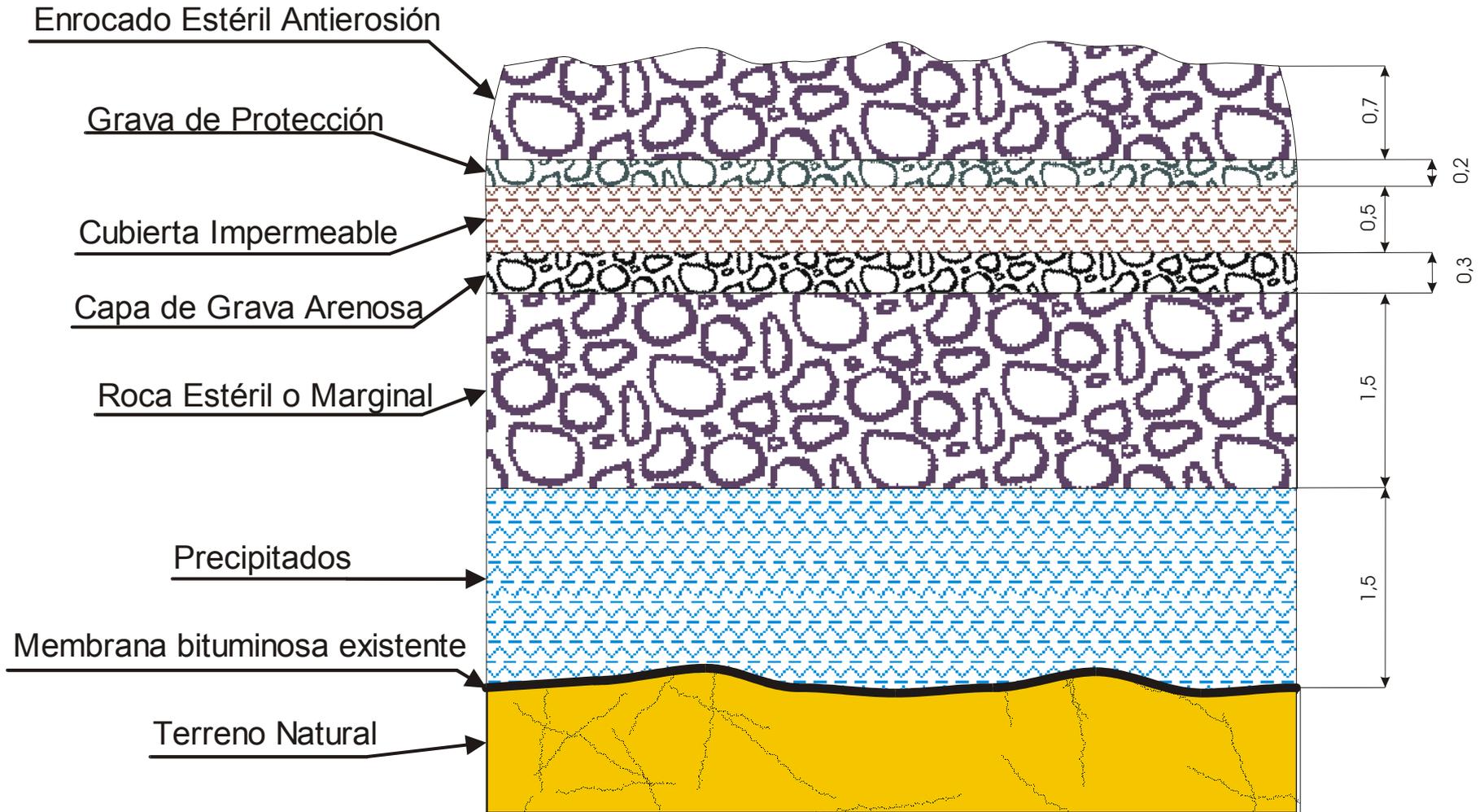
Colas de Mineral



# LODOS DE PRECIPITACIÓN



# ESQUEMA CUBIERTA MULTICAPA SOBRE PRECIPITADOS



# BASES DE LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Mejoramiento de la tecnología en mina y planta

Reducción de los costos de producción

*En las condiciones actuales serán competitivos en el contexto internacional*

## Claves para lograr estos objetivos:

Se enviará mineral a planta, de ley muy superior a la extraída en el período anterior de producción. La relación estéril/kg.U será más favorable.

Se reducirán los costos de planta, dada la mayor ley del mineral a procesar, sumado a las mejoras tecnológicas previstas.

El gerenciamiento se basará en las premisas básicas indicadas arriba.

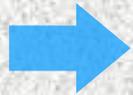
Se gestionarán los pasivos antes de reanudar la producción, y los nuevos residuos que se generen, se gestionarán en forma sincrónica con la operación minera y de planta.

# **IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO DE REACTIVACIÓN**

**Factores relevantes del escenario nacional e internacional:**



**Abrupto incremento de los precios internacionales, y marcada escasez del producto**



**Requerimientos crecientes de energía y la Futura Entrada en operación de la Central Atucha II**



**Los recursos uraníferos del Yacimiento permitirán satisfacer la demanda de uranio en el corto y mediano plazo.**



# CONCLUSIONES

1.- En el contexto económico actual es posible suministrar el Uranio para las Centrales Nucleares a partir de la producción nacional. Las reservas son suficientes para 20 – 25 años de aprovisionamiento de las centrales en operación más Atucha II. La producción puede iniciarse en menos de 2 años.

2.- Factores de riesgo para el aprovisionamiento:

- las trabas existentes para el avance de los proyectos de explotación de los yacimientos en el país
- el incremento de los precios en el mercado internacional, por mayor demandas y trabas de comercialización .

3.- Se están erogando sumas fuertemente crecientes en divisas para cubrir los requerimientos de Uranio, lo que hace prioritarias las inversiones en los proyectos de producción nacionales.

4.- La reactivación de la producción alentaría la actividad de exploración favoreciendo el incremento de los recursos de uranio, necesaria para la generación nucleoelectrónica a largo plazo.

5. La reciente legislación ambiental y la actualización de las prácticas permiten realizar esta actividad de manera **sustentable.**

**MUCHAS  
GRACIAS**

E-MAIL:

[pablonavarra@cneacuyo.gov.ar](mailto:pablonavarra@cneacuyo.gov.ar)

[argallucci@cneacuyo.gov.ar](mailto:argallucci@cneacuyo.gov.ar)

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