

# CUERPO I

Número Letra Año Código y descripción ámbito iniciador Tipo

1169 5 Zay 05684 - DPA E - 0 - 3

# **INICIADOR**

Cuit o Documento

Apellido y Nombre o Razón Social Primer Iniciador

30-54666021-0

CNEA

# **ASUNTO**

Código

Texto del Asunto

Ry. MGIA Complejo Minero Fabril Son Refael Etopa hemediación - Fere n

# **OTROS DATOS**

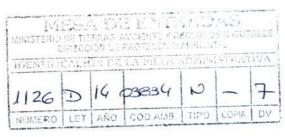
Cantidad de Fojas

Fecha Iniciación

06 05 2014









BUENOS AIRES.

2 5 ABR. 2014

## SEÑOR DIRECTOR DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL:

En febrero del año 2006 la CNEA presentó, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N°142-AOP-2005 del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza (MAOP) y en el Informe Técnico N°207/2005 de la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental (DSCA), la "Manifestación General de Impacto Ambiental: Gestión de residuos en disposición transitoria", donde se proponía comenzar con los trabajos de gestión de pasivos en el Complejo Minero Fabril San Rafael.

Este documento cumplimentó lo indicado en el mencionado Informe Técnico de la DSCA, dado que se realizó en el marco del Decreto Nº 2109/94 reglamentario de la Ley de la Provincia de Mendoza N° 5961, de Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente.

La citada Manifestación obtuvo dictámenes sectoriales y técnicos favorables, por parte de la Dirección de Minería de la Provincia de Mendoza, de la Autoridad Regulatoria Nuclear, del Departamento General de Irrigación, de la Municipalidad de San Rafael y de la Universidad Nacional de Cuyo, pero no alcanzó a obtener la Declaración de Impacto Ambiental, debido a que no se llegó a concretar la Audiencia Pública obligatoria.

Posteriormente se solicitó autorización para comenzar a realizar obras tendientes a lograr un manejo más seguro de aquellos efluentes que igualmente se generan en baja proporción, aunque la planta de producción de concentrados esté inactiva. Para ello se solicitó el correspondiente permiso para la construcción del dique DN 8-9, que en la actualidad se encuentra pronto a finalizarse. También se requirió un permiso para terminar con la estabilización de toda el área de diques de precipitados, existentes desde la época de producción, tareas que también se encuentran en ejecución.

Asimismo, en el año 2011 la CNEA contrató a la Consultora "Estudios y Servicios Ambientales S.R.L", para que llevara a cabo una actualización de la MGIA anteriormente mencionada. Esta actualización denominada "Manifestación General de Impacto Ambiental -Complejo Minero Fabril San Rafael - Etapa Remediación -





Comisión Nacional de Energía Atómica

Ministerio de Planificación Federal,

Inversión Pública y Servicios



Fase 1" ha sido aprobada en agosto de 2013 por el Comité de Expertos Ambientales de CNEA y está disponible para ser presentada a la Dirección de Protección Ambiental para su evaluación y análisis.

Por lo expuesto, y con el objetivo de poder continuar con el cumplimiento de los cronogramas establecidos, se adjunta la actualización de la MGIA mencionada.

Por otro lado se solicita tener a bien fijar una fecha a la mayor brevedad posible, para que la Consultora pueda exponer sus antecedentes y características del estudio elaborado, ante quienes esa dirección disponga.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para saludarlo atentamente.

Ing. FIOLETTO CHUNER

SEÑOR DIRECTOR

DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL

PROVINCIA DE MENDOZA

s / D

ENTRO - FECHA 2R-06-14

HORA 13 C FOLIOS & COLOS

REDJORRES

MESA DE ENTRADA

Dirección de Protección Ambiental

Ambiente y Ret. Naturales



# COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental

Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) - Provincia de Mendoza

Etapa de Remediación - Fase 1

#### ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN
  - 1.1 Antecedentes
  - 1.2 Situación Actual
  - 1.3 Riesgos Ambientales de la Situación Actual
  - 1.4 Objetivos de la Remediación
  - 1.5 Prioridad Establecida para la Remediación de Pasivos
  - 1.6 Actividades de Gestión Ambiental realizadas desde 2006
- 2. INFORMACIÓN GENERAL
  - 2.1 Datos personales, domicilio legal y real del solicitante responsable de la obra
  - 2.2 Datos personales, domicilio legal y real de los profesionales encargados de la MGIA
- 3. INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO
  - 3.1 Medio Natural Físico
  - 3.2 Medio Natural Biológico
  - 3.3 Medio Socioeconómico
- 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
  - 4.1 Localización del Proyecto
  - 4.2 Remediación de las Aguas de Cantera
  - 4.3 Gestión de Residuos Sólidos
  - 4.4 Procedimiento de Tratamiento Conjunto de los RS y las AC
  - 4.5 Diques DN8-DN9 y DN-5
- 5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE EFECTOS
  - 5.1 Introducción
  - 5.2 Metodología
  - 5.3 Resultados
  - 5.4 Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental
  - 5.5 Contingencias
  - 5.6 Grado de Aceptación Social de la Actividad
- 6. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
  - 6.1 Plan de Protección Ambiental
  - 6.2 Gestión de Residuos
  - 6.3 Plan de Seguimiento y Control
- 7. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL
  - 7.1 Introducción
  - 7.2 Legislación Nacional
  - 7.3 Marco Legal e Institucional de la Provincia de Mendoza
  - 7.4 Normativa sobre Higiene y Seguridad del Trabajo



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



#### 8. BIBLIOGRAFÍA

- 8.1 Informes Internos de CNEA
- 8.2 Otra bibliografía consultada

Anexo 12: Protocolos de laboratorio

#### 9. GLOSARIO

#### ANEXOS

| Anexo 1:  | Resultados de análisis preoperacionales de agua y sedimentos                             | THE OWNER OF THE OWNER OWNER OF THE OWNER OWNE |
|-----------|--|--|
| Anexo 2:  | Evaluación de las condiciones del terreno natural por debajo de colas sólidas del sector | C  |
| Anexo 3:  | Composición de los Residuos Sólidos en disposición temporal                              |  |
| Anexo 4:  | Construcción DN5, 8-9: Curvas de Nivel   |  |
| Anexo 5:  | Construcción D5, 8-9: Cortes   | F11 - 60059  |
| Anexo 6:  | Matrices parciales   |  |
| Anexo 7:  | Mapas  |  |
| Anexo 8:  | Alternativas de Tratamiento del Agua de Cantera del CMFSR                                |  |
| Anexo 9:  | Plan de Contingencias del CMFSR para la Fase I de la Etapa de Remediación                |  |
| Anexo 10: | Plan de Gestión Ambiental General de la Comisión Nacional de Energía Atómica             |  |
| Anexo 11: | Informes Internos de la Comisión Nacional de Energía Atómica citados en este documer     | nto  |
|           |  |  |



# 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 ANTECEDENTES

#### 1.1.1 Hitos en la Historia de la Comisión Nacional de Energía Atómica

Desde su creación en 1950, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), ha pasado por diversas etapas de desarrollo y sufrido cambios en su estructura, los cuales se resumen a continuación:

- 1950 Se crea la Comisión Nacional de Energía Atómica por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 10.936/50 del 31 de mayo.
- 1954 Se establece la dependencia de la CNEA de la Presidencia de la Nación por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 12.205/54 del 22 de julio.
- 1956 Se establece el marco organizativo de la CNEA por Decreto-Ley N° 22.498/56 (ratificado posteriormente por Ley N° 14.467) del 19 de diciembre.
- 1960 Se declaran de alto interés nacional las actividades que lleva a cabo la CNEA, ratificando su dependencia de la Presidencia de la Nación, por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 7.006/60 del 10 de junio.
- 1979 Se inaugura la planta de concentración de uranio en San Rafael, Provincia de Mendoza (20 de septiembre).
- 1980 Se firma el Convenio para la explotación del yacimiento uranífero "Sierra Pintada" en la Provincia de Mendoza (9 de mayo).
- 1981 Se inicia la explotación del yacimiento uranífero de "Sierra Pintada" en la Provincia de Mendoza (27 de marzo).
- 1990 Se crea la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), con sede en la Ciudad de Mendoza, por convenio suscrito el 21 de diciembre entre la CNEA, el Gobierno de la Provincia de Mendoza y la Universidad Nacional de Cuyo.
- 1991 Se inaugura la Escuela de Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico en la Ciudad de Mendoza (30 de mayo).
- 1994 Se reestructura la CNEA, creando el Ente Nacional Regulador Nuclear (ENREN) como autoridad autárquica, en jurisdicción de la Presidencia de la Nación, y la empresa Nucleoeléctrica Argentina SA, en el ámbito de la Secretaría de Energía, por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1.540/94 (30 de agosto).
- 1995 Se aprueba la nueva estructura organizativa de la CNEA como organismo autárquico dependiente de la Presidencia de la Nación por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 674/95 del 11 de mayo.
- 1996 Se dispone la dependencia de la CNEA del Ministerio de Cultura y Educación a través de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 660/96 (27 de junio).



Se crea la Sociedad Dioxitek SA y se sujetan a privatización las actividades del Área Ciclo de Combustible que la misma desarrolla (Decreto Nº 1.286/96, publicado el 14 de noviembre). Los siguientes conceptos son relevantes:

- El Estado Nacional, a través del ex-Ente Nacional Regulador Nuclear, se reserva las funciones de regulación y fiscalización de las actividades nucleares que se desarrollen en todo el territorio de la República Argentina o bajo su jurisdicción y control.
- La Comisión Nacional de Energía Atómica será la Autoridad de Aplicación de dicha privatización.
- 1997 Se promulga la "Ley Nacional de la Actividad Nuclear" (Ley N° 24.804), que regula las actividades públicas y privadas que se desarrollen en el país en el campo nuclear y establece las funciones que ejercerá el Estado Nacional a través de la CNEA y de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) que sustituye al ENREN (23 de enero).
- 1998 Se transfiere la CNEA al ámbito de la Presidencia de la Nación, por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 964/98 del 14 de agosto.

Se Promulga el "Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos", por Ley Nº 25.01.8 del 19 de octubre de 1998.

Se reglamenta la "Ley Nacional de la Actividad Nuclear" (Ley N° 24.804/97), por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1.390/98 (27 de noviembre).

- 1999 Se crea la Secretaría de Estado de Tecnología, Ciencia e Innovación Productiva en el ámbito de la Presidencia de la Nación, estableciendo la dependencia de la CNEA y la ARN de la misma, por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 20/99 (13 de diciembre).
- 2003 Se comenzó la Etapa de Remediación en el ex Complejo Fabril Malargüe, Provincia de Mendoza. En el lugar se encuentran depositadas 700.000 toneladas de colas de tratamiento de uranio que deben ser reubicadas dentro del mismo predio. La característica principal de dicha gestión consiste en realizar el encapsulamiento de las colas para mantener los residuos alejados del agua freática a largo plazo. Este es un proyecto que requiere largos tiempos de ejecución programada y continua, cuyo desarrollo está demostrando la capacidad de gestión de la CNEA.
- 2006 El 23 de agosto se realiza en la Casa de Gobierno el acto de lanzamiento de la reactivación de la actividad nuclear en la Argentina.

Se aprueba la estructura organizativa del primer nivel operativo de la CNEA como organismo descentralizado en jurisdicción de la Secretaría de Energía del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, por Decreto Nº 1.612/2006, que abroga al Decreto Nº 1.450/2002.

2007 Se realiza la ceremonia inaugural del Centro de Diagnóstico Nuclear creado por acuerdo entre la CNEA y la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), el día 23 de mayo.

#### 1.1.2 Actividad del Complejo Minero Fabril San Rafael

En el Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), ubicado en el Departamento del mismo nombre en la Provincia de Mendoza, se llevó a cabo una de las etapas del Ciclo del Combustible Nuclear



REFOLIADO

(ver Figura 1.1-1), el cual incluye todas las actividades que permiten la obtención del uranio y su transformación en combustible nuclear. Estas actividades son:

- prospección y exploración del mineral de uranio;
- explotación de los yacimientos;
- tratamiento de los minerales para la obtención del concentrado de uranio;
- purificación del uranio y su conversión a polvo de dióxido de uranio;
- · fabricación de elementos combustibles;
- uso de los combustibles en los reactores nucleares;
- disposición de los combustibles gastados en piletas de decaimiento.

CNEA tiene un ciclo abierto, ya que no hace reprocesamiento del combustible quemado.

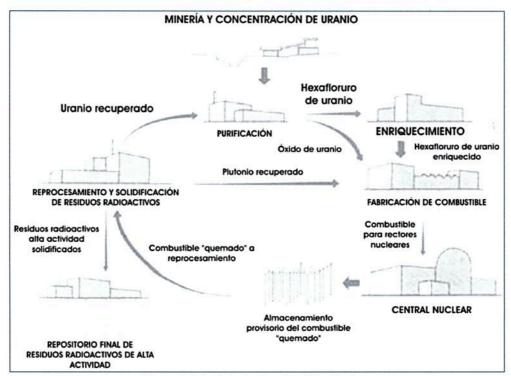


Figura 1.1-1 Ciclo de Combustible Nuclear Fuente: CNFA.

En el CMFSR se llevó a cabo la explotación minera de los yacimientos de uranio y el tratamiento hidrometalúrgico de los minerales para obtener concentrado de uranio (bajo la forma de diuranato de amonio) como producto final.

Las actividades mineras fueron suspendidas a partir de julio de 1995 cuando, debido a la baja del precio del uranio, se consideró más conveniente desde el punto de vista económico importar el concentrado. Se continuó trabajando en la planta de procesamiento para la extracción de uranio de tierras de diatomeas provenientes del ex Complejo Fabril Córdoba, operado por la Empresa Dioxitek SA, y se realizó la gestión provisoria de residuos sólidos (RS) provenientes de la etapa de purificación de Dioxitek SA.

Entre los años 1998 y 2000 también se retrató concentrado de uranio proveniente de la ex Planta de Los Gigantes, Provincia de Córdoba, con el objetivo de eliminar impurezas contenidas en los mismos



#### 1.2 SITUACIÓN ACTUAL

Las actividades realizadas en el CMFSR, que se detallaron en el parágrafo anterior, generaron residuos sólidos y líquidos, además de modificaciones en la topografía e hidrografía de la zona ocupada por las operaciones.

Del total de las 2.007 ha que cubren el área expropiada, 437 ha fueron afectadas directamente por la infraestructura construida y las actividades que se llevaron adelante en el Complejo; éstas, se distribuyen en una superficie de aproximadamente 1.000 ha. El resto no sufrió cambios.

#### 1.2.1 Pasivos Ambientales Identificados en el CMFSR

A continuación se describen los principales pasivos ambientales identificados en el CMFSR, entendiendo como tales los residuos sólidos y líquidos de las operaciones (dispuestos en forma transitoria en el Complejo) y las modificaciones en la topografía e hidrografía de la zona ocupada por las operaciones.

La Comisión Nacional de Energía Atómica, a través del CMFSR, está comprometida a la remediación de todos los pasivos existentes en el Complejo. Además, la Resolución Nº 233/08 de la Secretaría de Medio Ambiente resuelve que la Dirección de Saneamiento y Control de la citada Secretaría debe arbitrar todas las medidas técnicas y legales, tendientes a que la CNEA realice la remediación de estos pasivos.

#### 1.2.1.1 Colas sólidas del proceso

Las colas de procesamiento del mineral de uranio tratadas en el CMFSR son un material finamente dividido, producto del tratamiento del mineral del cual se ha extraído la mayor cantidad posible de uranio, mediante lixiviación con ácido sulfúrico. Son un residuo del tipo sólido con aspecto arenoso y con muy escaso contenido de humedad, que incluyen materiales radiactivos y no radiactivos. La radioactividad específica de estas colas es muy baja, similar a la actividad del mineral original (Biurrun, 2002).

Estas colas están en el sector denominado "XV" (ver Mapa Nº 8), donde se acumulan hasta una altura de 20 m respecto de la cota natural del terreno. Se estima que el volumen total de colas acumuladas en disposición transitoria en el Sector XV es de 946.667 m³. También hay 109.495 m³ de colas en las antiguas pilas de lixiviación¹ que, sumadas a las del Sector XV dan un total de 1.056.162 m³ de colas de mineral en el CMFSR (CNEA: Membrives, 2006²).

El sitio de depósito de las colas se encuentra por encima del nivel freático. Sin embargo, dado que las mismas no han sido neutralizadas ni cubiertas con material inerte, podría existir la posibilidad que afecten a cursos de agua superficiales o a las aguas subterráneas en caso de darse algún proceso de lixiviación o filtración. La siguiente imagen muestra el estado actual de las colas acumuladas.

<sup>1</sup> Material agotado que no fue enviado a las pilas del Sector XV después del cese de actividades.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Los informes internos de CNEA, como el referido aquí, se encuentran adjuntos a este documento en el Anexo 11.



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1







Foto Nº 1.2-1 Vista de las colas en depósito temporal en el Sector XV del CMFSR. Se puede observar la vegetación de gramíneas autóctonas naturalmente avanzando sobre los depósitos. También se observan las cárcavas provocadas por la erosión del agua de lluvia sobre los taludes de los depósitos (CNEA: Membrives, 2006).

#### Composición química de las colas acumuladas en el CMFSR

A continuación se presenta la composición química promedio de las colas de mineral en disposición transitoria (CNEA: Membrives, 2006):

| Parámetro                      | Contenido             |
|--------------------------------|-----------------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 57,49%                |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 20,15%                |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,46%                 |
| FeO                            | 0,10%                 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,45%                 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,07%                 |
| CaO                            | 4,83%                 |
| MgO                            | 0,28%                 |
| Na <sub>2</sub> O              | 3,5%                  |
| K <sub>2</sub> O               | 2,65%                 |
| MnO                            | 0,02%                 |
| Li                             | 40 ppm                |
| Cr                             | ND                    |
| U                              | 180 ppm               |
| Ra                             | 5.55 Bq/g (150 pCi/g) |
| Humedad                        | 10 - 15%              |

ND: no determinable, por debajo del límite de detección del método analítico utilizado.

#### 1.2.1.2 Efluentes líquidos del proceso - Agua de canteras

El proceso de lixiviación del mineral de uranio en el CMFSR produjo efluentes con bajo contenido de uranio. La mitad de los volúmenes producidos eran recirculados como agua de lixiviación del mineral. El resto del efluente no podía reciclarse debido a su alto contenido de nitratos.

Los líquidos reciclables eran enviados al denominado "dique pulmón" desde donde se enviaban por bombeo a una planta de neutralización cercana a las canteras El Gaucho I y II; una vez neutralizados con cal se enviaban al fondo de las citadas canteras, donde muchos de los iones presentes precipita-





ban. De las canteras se extraía el agua clara producto de la neutralización de los efluentes mezclada con el agua que ingresaba a las canteras por la acción de lluvia y de surgentes naturales relacionadas con el arroyo El Toscal, para su re-uso como agua para la lixiviación del mineral de uranio.

Los efluentes no reciclables se neutralizaban con cal en otra planta ubicada en el Sector XV y luego se descargaban en diques de evaporación ubicados junto a las pilas de colas mencionadas en el apartado anterior. En estos diques se acumularon precipitados de grano muy fino con gran cantidad de agua entrampada que, aunque favorece la vegetación, crea un suelo con escasa portabilidad y estabilidad mecánica. Al cese de operaciones del CMFSR, quedó líquido remanente en las distintas canteras explotadas en el predio, la cual está compuesta principalmente por:

- agua que ingresa naturalmente a las canteras por efecto de lluvias o de influjo de corrientes subterráneas de la cuenca del Arroyo El Tigre.
- efluentes de la lixiviación del mineral de uranio, neutralizados (esta situación se da en Cantera El Gaucho I-II):

A continuación se detallan los contenidos de líquido en los distintos reservorios en actividad al 31 de enero del 2012. El dique DN3B se creó como "pulmón" para recibir el agua bombeada de los diques restantes del Sector XV, mientras se procede a la estabilización de los mismos.

| Reservorio                        | Volumen contenido (m3) | Fecha de medición |  |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|--|
| Cantera La Terraza                | 41.424                 | 31/07/2013        |  |
| Cantera Tigre I                   | 155.940                | 31/07/2013        |  |
| Cantera Tigre III                 | 562.156                | 31/07/2013        |  |
| Cantera El Gaucho I-II            | 56.381                 | 31/07/2013        |  |
| Diques de evaporación (Sector XV) | Sin líquido            |                   |  |
| DN3B                              | 11.930                 | 3/07/2013         |  |
| Total                             | 827.831                |                   |  |

Fuente: CNEA, CMFSR, 2013 (inédito)

### Composición química del agua de cantera

A continuación se muestra la composición de las aguas de cantera a diciembre 2008.

| Parámetro     | Unidad | La Terraza | Gaucho I-II | Tigre I | Tigre III |
|---------------|--------|------------|-------------|---------|-----------|
| Aluminio      | µg/I   | 0,95       | 4,44        | 1,55    | 0,68      |
| Amonio        | µg/ml  | < 0,50     | < 0,50      | < 0,50  | < 0,50    |
| Arsénico      | µg/l   | 11         | 161         | 113     | 72        |
| Bario         | µg/I   | 18         | 41          | 47      | 28        |
| Berilio       | µg/I   | 0,002      | 0,002       | 0,002   | 0,002     |
| Bicarbonato   | µg/ml  | 225        | 77          | 190     | 139       |
| Boro          | μg/I   | 360        | 355         | 186     | 220       |
| Cadmio        | μg/I   | 0,06       | 0,12        | 0,058   | 0,106     |
| Calcio        | mg/l   | 51,0       | 5,3         | 49,5    | 39,5      |
| Carbonato     | μg/ml  | 32         | < 10.00     | 12,6    | 12,6      |
| Cinc          | µg/I   | 0,8        | 0,7         | 4,9     | 3,0       |
| Cloruro       | μg/ml  | 211        | 91          | 133     | 115       |
| Cobalto       | μg/I   | 0,02       | 0,02        | 0,041   | 0,032     |
| Cobre         | µg/I   | 0,80       | 1,00        | 0,80    | 0,42      |
| Conductividad | μS/cm  | 2.070      | 2.100       | 1.498   | 1.325     |
| Cromo         | μg/I   | 0,1        | 0,14        | 0,6     | 0,21      |
| Dureza        | F°     | 13         | 48          | 17      | 14        |
| Estroncio     | mg/l   | 3,300      | 2,150       | 1,448   | 1,670     |
| Hierro        | µg/l   | < 0,03     | < 0,03      | < 0,03  | < 0,03    |
| Litio         | µg/l   | 130        | 205         | 129     | 79        |
| Magnesio      | mg/l   | 33,800     | 3,830       | 5,198   | 4,610     |



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



| Parámetro                     | Unidad       | La Terraza           | Gaucho I-II         | Tigre I             | Tigre III           |
|-------------------------------|--------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Manganeso                     | µg/l         | 0,100                | 0,670               | 0,024               | 0,032               |
| Mercurio                      | µg/I         | 0,11                 | 0,053               | 0,031               | 0,009               |
| Molibdeno                     | µg/l         | 51                   | 94                  | 59                  | 45                  |
| Níquel                        | µg/I         | 3,6                  | 1,2                 | 0,49                | 0,34                |
| Nitrato                       | µg/ml        | 1,3                  | 10                  | < 1.00              | < 1.00              |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | µg/ml        | < 5,00               | < 5,00              | < 5,00              | < 5,00              |
| pH                            | -            | 8,11                 | 7,88                | 8,47                | 8,52                |
| Plata                         | µg/l         | 0,001                | 0,001               | 0,003               | 0,005               |
| Plomo                         | µg/l         | 0,040                | 0,005               | 0,186               | 0,005               |
| Potasio                       | mg/l         | 9,700                | 3,700               | 2,400               | 2,588               |
| Ra <sup>226</sup>             | Bq/I (pCi/I) | <b>0,475</b> (12,84) | <b>0,114</b> (3,09) | <b>0,290</b> (7,83) | <b>0,191</b> (5,15) |
| Sodio                         | mg/l         | 120                  | 182                 | 122,90              | 132,10              |
| Sol. Disueltos                | mg/l         | 1.656                | 1.680               | 1.198               | 1.060               |
| Sulfato                       | µg/ml        | 528                  | 868                 | 336                 | 336                 |
| Turbidez                      | N.T.U.       | 0,4                  | 0,35                | 0,3                 | 0,4                 |
| Uranio                        | µg/l         | 11.637               | 2.500               | 3.934               | 3.329               |
| Vanadio                       | µg/I         | 2,1                  | 8,5                 | 7,4                 | 6,6                 |

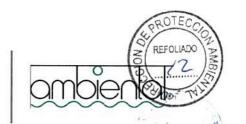


Estas aguas son de tipo alcalino, con dureza media y conductividad alta (entre 1.300 y 2.100 μS/cm) debida al contenido de sales principalmente sódicas (sulfato, cloruro y carbonato/bicarbonato). También se detectó la presencia de aluminio, bario, berilio, boro, cadmio, cinc, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, nitratos, plata y plomo, cuyas concentraciones se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles por la Tabla 1 (agua para bebida humana, con tratamiento convencional), del Anexo II, del Decreto N° 831/93, reglamentario de la Ley Nacional N° 24.051 de Residuos Peligrosos, que son en todos los casos iguales o más restrictivos que los límites de vertido establecidos por la RES N° 778/96 del DGI y sus modificatorias N° 627 y N° 697. A continuación se detallan los niveles guía considerados en la Tabla 1 del Decreto N° 831/93:

| Constituyente Peligroso | Nivel Guía (µg/l) |  |  |
|-------------------------|-------------------|--|--|
| Aluminio (total)        | 200               |  |  |
| Amonio                  | 50                |  |  |
| Antimonio (total)       | 10                |  |  |
| Arsénico (total)        | 50                |  |  |
| Bario (total)           | 1.000             |  |  |
| Berilio (total)         | 0,039             |  |  |
| Boro (total)            | 1.000             |  |  |
| Cadmio (total)          | 5                 |  |  |
| Cianuro (total)         | 100               |  |  |
| Cinc (total)            | 5.000             |  |  |
| Cobre (total)           | 1.000             |  |  |
| Cromo (total)           | 50                |  |  |
| Cromo (+6)              | 50                |  |  |
| Fluoruro (total)        | 1.500             |  |  |
| Hierro (total)          | 300               |  |  |
| Manganeso (total)       | 100               |  |  |
| Mercurio (total)        | 1                 |  |  |
| Níquel (total)          | 25                |  |  |
| Nitrato                 | 10.000            |  |  |
| Nitrito                 | 1.000             |  |  |
| Plata (total)           | 50                |  |  |
| Plomo (total)           | 50                |  |  |
| Selenio (total)         | 10                |  |  |
| Talio (total)           | 18                |  |  |
| Uranio total            | 100               |  |  |
| Radio <sup>1</sup>      | 1 Bq/I (27 pCi/I) |  |  |

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Recomendación de la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2011)





El contenido de uranio supera ampliamente los niveles guía; mientras que el de radio se encuentra por debajo del límite permitido en todos los casos. El alto contenido de uranio se debe a que las aguas de cantera (AC) se encuentran en contacto constante con áreas mineralizadas. Este efecto es más importante en la cantera La Terraza, en la que todavía existe mineral de alta ley en contacto con el agua. Los registros más recientes de contenido de uranio y radio en las AC se muestran a continuación:

| Cantera       | U (µg/I) | Ra (Bq/I)/(pCi/I) | Fecha de Muestreo |  |
|---------------|----------|-------------------|-------------------|--|
| Gaucho I - II | 2.002    | 0,090 / 2,42      | Septiembre 2011   |  |
| La Terraza    | 12.537   | 0,718 / 19,40     | Septiembre 2011   |  |
| Tigre I       | 6.208    | 0,711 / 19,22     | Agosto 2011       |  |
| Tigre III     | 3.146    | 0,151 / 4,09      | Julio 2011        |  |

Se puede observar que los valores obtenidos se mantienen en el mismo orden que los registrados en 2008.

#### 1.2.1.3 Precipitados provenientes de la neutralización de efluentes

Como se mencionó anteriormente, los efluentes que no eran posibles reutilizar en la lixiviación de uranio, debido a su alto contenido en nitratos, eran neutralizados con cal en una planta ubicada en el Sector XV (ver Mapa Nº 8) y descargados en diques de evaporación. El área total estimada de evaporación que fue utilizada con este propósito es de unos 200.000 m².

Los metales pesados y elementos radiactivos originalmente descargados en los diques de evaporación conjuntamente con los efluentes de proceso neutralizados, se han acumulado en la fase sólida y actualmente están contenidos en los diques de evaporación ubicados en el Sector XV.

De acuerdo con la información provista por CNEA (Biurrun, 2002), las aguas de proceso enviadas a neutralización mientras duraron las operaciones en el CMFSR tenían un contenido medio de 8 ppm de uranio y 0,222 a 0,259 Bq/l (6 a 7 pCi/l) de radio 226.

#### Composición química de los precipitados

A continuación se muestra la composición química de los precipitados existentes en el dique DN1 (CNEA, 2006):

| Parámetro                              | Concentración |  |  |
|--|---------------|--|--|
| U (μg/g)                               | 308           |  |  |
| Ra (Bq/I) /(pCi/g)                     | 1.025/27,7    |  |  |
| Fe (g/100g)                            | 4,8           |  |  |
| Ca (g/100g)                            | 14,1          |  |  |
| Al (g/100g)                            | 4,5           |  |  |
| Na (g/100g)                            | 0,52          |  |  |
| K (g/100g)                             | 0,23          |  |  |
| Mg (g/100g)                            | 0,28          |  |  |
| Mn (μg/g)                              | 324           |  |  |
| As (μg/g)                              | 36            |  |  |
| Hg (μg/g)                              | 0,26          |  |  |
| Pb (μg/g)                              | 0,63          |  |  |
| Cr (µg/g)                              | 6             |  |  |
| Ni (μg/g)                              | 20            |  |  |
| SO <sub>4</sub> = (g/100g)             | 45            |  |  |
| SiO <sub>2</sub> (g/100g)              | 3,79          |  |  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/100g) | 0,52          |  |  |



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1





| Parámetro                  | Concentración |  |
|----------------------------|---------------|--|
| NO <sub>3</sub> · (g/100g) | 1,24          |  |
| CO3= (g/100g)              | 0,42          |  |
| Cl <sup>-</sup> (g/100g)   | 0,02          |  |
| NO <sub>2</sub> · (μg/g)   | <0,5          |  |
| NH <sub>4</sub> + (μg/g)   | <0,5          |  |

Hasta marzo de 2010 habían sido estabilizados 98.100 m³ de los diques 4, 5, 6, 7 y 10, y quedaron sin estabilizar 120.000 m³ de precipitados sólidos depositados en los diques DN1, DN2 (estabilizado parcialmente) y DN3A.

#### 1.2.1.4 Residuos sólidos en disposición transitoria

Como se mencionó anteriormente, a fines de la década de 1990 la CNEA envió al CMFSR residuos generados en el Complejo Fabril Córdoba (CFC) durante la refinación de diuranato de amonio y la conversión del mismo a UO<sub>2</sub>. Estos residuos, embalados en bolsas de plástico y colocados dentro de tambores de acero de 200 litros de capacidad, fueron acumulados en forma transitoria en el Sector XV. Los tambores se ubicaron en trincheras dentro de las pilas de cola sólidas y fueron cubiertos por las mismas.

En el CMFSR se encuentran en disposición transitoria 5.223 tambores de residuos provenientes del CFC. Estos residuos equivalen a unas 1.067,60 toneladas de precipitados húmedos, con un contenido total de uranio de 14.249 kg, lo que da un tenor medio de 1,34% U en los residuos.

Los datos detallados de las partidas recibidas entre 1985 y 2000, se encuentran en el Anexo 3. Se puede observar en este anexo que aunque no se pudo analizar cada uno de los tambores contenidos en cada partida, se analizó el 96,35% de los tambores en disposición transitoria. La figura siguiente muestra el porcentaje acumulado de tambores como función del contenido de uranio en los mismos. Se puede observar en esta figura que aproximadamente el 50% de los tambores tiene un contenido medio de uranio menor o igual a 1%, mientras que un 90% tiene un contenido de uranio menor o igual a 3,6%.

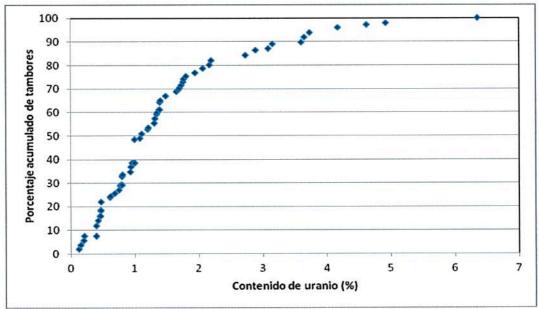


Figura 1.2-1 Porcentaje de tambores de RS, en función de su contenido de uranio.

Los tambores se encuentran distribuidos en ocho trincheras, según se detalla a continuación.



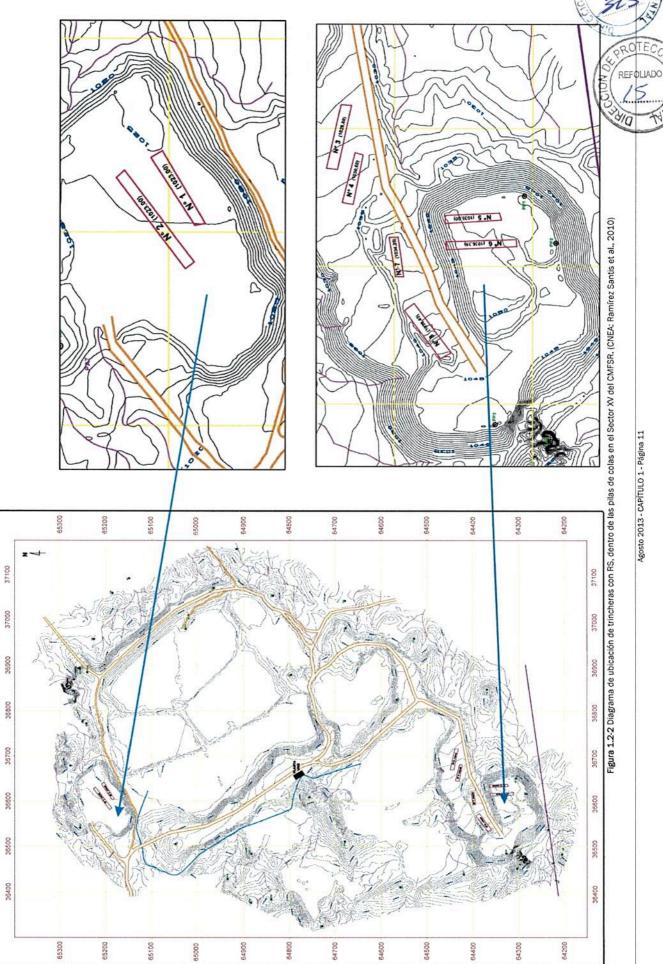
#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



| Trinchera | Cantidad de tambores |  |  |
|-----------|----------------------|--|--|
| 1         | 673                  |  |  |
| 2         | 939                  |  |  |
| 3         | 736                  |  |  |
| 4         | 575                  |  |  |
| 5         | 568                  |  |  |
| 6         | 796                  |  |  |
| 7         | 462                  |  |  |
| 8         | 474                  |  |  |

La Figura 1.2-2 muestra la ubicación de estas trincheras en las colas de mineral.

Los radionucleidos presentes en estos residuos son del tipo de los presentes en el concentrado de uranio que se producía en el CMFSR, y provienen de la etapa de purificación nuclear del mismo. Debido a que la etapa de purificación procesaba el material previamente concentrado en el CMFSR, el contenido de especies "hijas" del uranio (provenientes de su descomposición natural) en las colas de este proceso que constituyen los RS es mucho mayor que el del material circundante (colas del proceso de lixiviación).



Agosto 2013 - CAPÍTULO 1 - Página 11



#### 1.2.1.5 Otros pasivos

#### Sectores explotados

La explotación de los diferentes cuerpos mineralizados, se realizó a cielo abierto, entre los años 1976 y 1995. La decisión de explotar estos yacimientos mediante la metodología "a cielo abierto", se adoptó considerando sus características morfológicas y su localización aflorante o próxima a la superficie.

Las depresiones ocasionadas por la extracción del mineral de uranio y de la roca estéril que lo cubría modificaron la topografía del terreno y el paisaje de la zona, por lo que se consideran un pasivo de la actividad. Estas depresiones tienen un volumen estimado de 1.626.000 m³ que debería ser gestionado.

#### Roca estéril

"Estéril" es la roca que rodea y cubre a la roca mineralizada pero cuyos tenores en el elemento valioso hacen que éste no sea explotable y que debe removerse para la explotación del nivel mineralizado. En el caso del CMFSR, también se extrajo estéril durante la obra de desvío del Arroyo El Tigre y de la construcción de los polvorines.

Este material está dispuesto en escombreras (ver Mapa Nº 8), constituidas fundamentalmente por dos tipos de rocas, tobas provenientes del Miembro Toba Vieja Gorda y areniscas provenientes del Miembro Areniscas Atigradas, ambos del Yacimiento Los Reyunos. En escasa proporción también se encuentra material de derrubio, cuarcitas y conglomerados provenientes de la obra de desvío del Arroyo El Tigre. La granulometría del material de las escombreras varía de gruesa a muy gruesa, especialmente la de la toba, encontrándose un buen porcentaje de grandes bloques de algunos metros cúbicos.

El volumen del material estéril inicialmente dispuesto en las escombreras del CMFSR alcanzaba los 19.551.984 m³, constituido en un 73% por las tobas más el material de derrubio y el proveniente de la obra de desvío del Arroyo El Tigre; el restante 27% corresponde a areniscas. El contenido de uranio en el material estéril varía entre 1 y 3 ppm, que es menor que el contenido promedio en la corteza terrestre.

Se utilizaron 36.461 m³ de toba de estas escombreras para la estabilización del área de diques y 69.132 m³ de las mismas en los muros de los diques DN8-9 y DN3B. Toda la toba utilizada se tomó del Sector I.

#### 1.2.2 Desvío del Arroyo El Tigre

Para poder explotar los Sectores Tigre I y La Terraza, se debió desviar el cauce del Arroyo El Tigre que pasaba sobre los Cuerpos A y C de los mencionados sectores. Esta obra consistió en la construcción de un canal nuevo y la rectificación de un tramo del cauce del arroyo El Toscal, para que pudiese conducir los caudales derivados del Arroyo El Tigre. La extensión total de esta obra fue de 1.650 m. Posteriormente se procedió a la construcción de la ataguía para impedir el ingreso del caudal del arroyo hacia el antiguo cauce.

En 1981 se amplió la obra de desvío mediante la construcción de otro canal, de 600 m de longitud para evitar el ingreso del caudal del Arroyo El Tigre a La Terraza, Cuerpo C.

Esta modificación del curso del Arroyo El Tigre modificó la situación original, al sacar una corriente de agua que pasaba directamente sobre una zona mineralizada.



#### 1.2.3 Reservas Potenciales

Durante la etapa de explotación minera del CMFSR, el mineral extraído se clasificaba según su contenido de uranio, medido por radimetría, en:

- Mineral económico, aquel que tenía un contenido de U superior al tenor de corte de planta (0,034%U, según diseño).
- Mineral marginal, con un contenido de uranio inferior a la ley de corte de planta y superior a la ley de corte para explotación, es decir con un contenido entre 0,034% y 0,017% de U.
- Mineral de baja ley, con un contenido de uranio inferior a 0,017%.

El mineral económico era acopiado en tres pilas distintas en la planchada de pre trituración y posteriormente era procesado en planta.

En cuanto al mineral marginal y de baja ley, el CMFSR se rige por el convenio realizado entre la CNEA y la Provincia de Mendoza (Ley Nº 5.330) en 1987. Según lo establecido en este convenio:

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 en escombrera separada para el caso de su eventual aprovechamiento futuro. Igual procedimiento se seguirá con las colas del tratamiento en planta."

Así, los minerales marginales, totalizando 375.932 toneladas, con una ley media de 0.029%U, se acopiaron en pilas en los Sectores III, IV, V, XI y XIV; mientras que los minerales de baja ley totalizando 34.901 toneladas, con una ley media de 0.016%U, se acumularon en pilas en los sectores V y XI (ver Mapa  $N^{\circ}$  8).

Sin embargo, en la MGIA presentada por CNEA en 2006, se declara que "si bien fueron originalmente dispuestos como posible reserva para su posterior explotación, al presente (2006) se ha decidido proceder con su remediación. Ésta se efectuará íntegramente empleando este material para la estabilización de precipitados en los diques, de manera que queden confinados junto con estos residuos.

Las características mineralógicas y físicas de estas areniscas mineralizadas (marginales) son las mismas que las de la arenisca estéril, sólo se diferencian por su mayor contenido de uranio, que generalmente se encuentra entre 0.034 y 0.017%".

Consecuentemente a esta decisión, se utilizaron 147.437 m³ de marginales de bajo contenido de uranio para estabilización del área de diques, despejando los sectores III y IV por completo, y una parte del sector V.

Estos minerales <u>no</u> se consideran pasivos ambientales, sino recursos cuya recuperación será posible dependiendo de la disponibilidad de técnicas de extracción adecuadas y, sobre todo, de la situación del mercado del uranio. Por esta razón, aunque actualmente se usa para la estabilización de diques, no se descarta la potencial recuperación del uranio contenido en las pilas restantes en los sectores V, XI y XIV.

#### 1.2.4 Inventario de rocas estériles, de baja ley y marginales

Al cierre de este informe, la existencia de estériles, rocas de baja ley y marginales, es la que se muestra en el siguiente cuadro.



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1

|     |     | WRO!  |
|-----|-----|-------|
|     | 0   | REFOL |
| amb | 19( | 10    |
|     |     | ZF    |

| SECTOR | RO         | CA ESTÉRIL (m | 3)         | ROCA MAR-<br>GINAL | ROCA BAJA<br>LEY | VOL. TOTAL |
|--------|------------|---------------|------------|--------------------|------------------|------------|
|        | TOBA       | ARENISCA      | TOTAL      | (m <sup>3</sup> )  | (m³)             | (m³)       |
| 1      | 2.409.840  | 2.516.373     | 4.926.213  | 0                  | 0                | 4.926.213  |
| II     | 1.393.311  |               | 1.393.311  | 0                  | 0                | 1.393.311  |
| Ш      | 115.872    | 347.615       | 463.487    | 0                  | 0                | 463.487    |
| IV     | 177.979    | 266.968       | 444.947    | 0                  | 0                | 444.947    |
| V      | 6.845      | 27.381        | 34.226     | 31.640             | 0                | 65.866     |
| VI     | 4.882.177  | 49.315        | 4.931.492  | 0                  | 0                | 4.931.492  |
| VII    | 4.937.197  | 1.645.732     | 6.582.929  | 0                  | 0                | 6.582.929  |
| VIII   | 0          | 38.505        | 38.505     | 0                  | 0                | 38.505     |
| IX     | 91.271     | 0             | 91.271     | 0                  | 0                | 91.271     |
| X      | 39.931     | 0             | 39.931     | 0                  | 0                | 39.931     |
| XI     | 12.407     | 70.307        | 82.714     | 27.032             | 5                | 109.751    |
| XII    | 87.278     | 203.649       | 290.927    | 0                  | 0                | 290.927    |
| XIII   | 0          | 125.498       | 125.498    | 0                  | 0                | 125.498    |
| XIV    | 0          | 0             | 0          | 14.314             | 0                | 14.314     |
| OTALES | 14.154.108 | 5.291.343     | 19.445.451 | 72.986             | 5                | 19.518.442 |

#### 1.3 RIESGOS AMBIENTALES DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 1.3.1 Riesgos Potenciales de la Acumulación de Colas de Proceso

Existen tres formas diferentes por las cuales, las colas pueden liberar contaminantes al ambiente (CNEA, 2006):

- Emanación de gas radón desde las colas de mineral a la atmósfera. Si bien esto ha sido monitoreado, encontrándose dentro de los límites establecidos para viviendas, debe ser minimizado.
- Radiación gamma proveniente de los productos radiactivos de las colas de mineral. Esto puede significar un riesgo en el caso de un uso indebido del material de las colas, situación que queda descartada por tratarse de un área controlada por CNEA y Gendarmería Nacional.
- Dispersión de las colas mediante el viento o el agua, o por disolución, pueden trasladar partículas radiactivas y otros compuestos tóxicos a fuentes de agua superficiales o subterráneas y a la atmósfera.

En este sentido, la lixiviación producida por la percolación del agua de lluvia a través de las colas es la principal forma de impacto actual que se puede prever, además de la erosión y dispersión del polvo que constituye las pilas.

Para analizar la posible migración de elementos contenidos en las colas hacia el suelo subyacente se han realizado perforaciones con recuperación de testigos, dirigidas para alcanzar el terreno por debajo de las pilas de colas (CNEA: Roldán y Diéguez, 2011).

Las siguientes figuras muestran la ubicación de la boca de las perforaciones respecto de la pila de colas y la dirección de una de las perforaciones, como ejemplo.





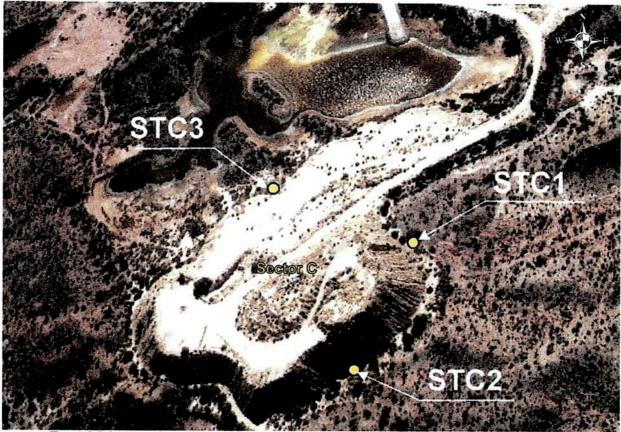


Figura 1.3-1 Ubicación de la boca de las perforaciones de diamantina alrededor de la pila de colas.

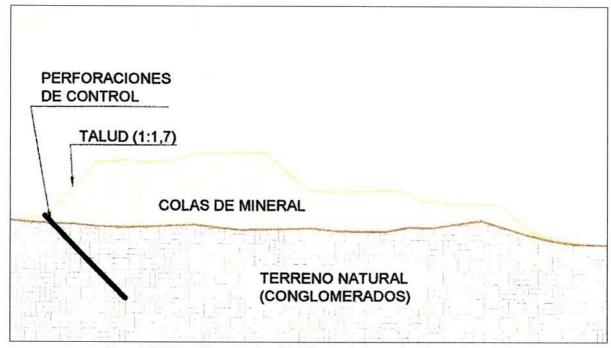


Figura 1.3-2 Dirección en profundidad de una de las perforaciones de control.

Finalmente, la Figura 1.3-3 resume los resultados encontrados. Más información puede encontrarse en el Anexo 2: Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C".



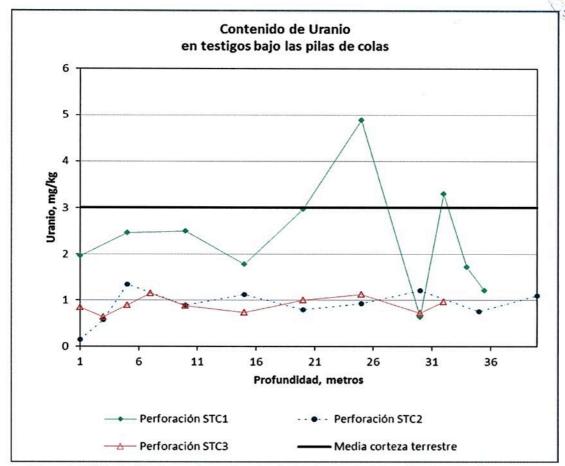


Figura 1.3-3 Contenido de uranio en el suelo y lecho de rocas bajo las pilas de colas de proceso.

Se puede observar que el contenido de uranio bajo las pilas ubicadas en el Sector XV, donde se acumulan las colas del procesamiento del mineral de uranio, muestran contenidos de este elemento que están dentro (y generalmente por debajo) del valor medio encontrado en la corteza terrestre. Cabe acotar que el contenido de uranio en suelos no antropizados, pero más cercanos a la zona mineralizada presentan concentraciones al menos 10 veces mayores (ver parágrafo 3.1.3 de este informe).

Los valores indican que no existe percolación apreciable desde las colas ubicadas sobre el terreno analizado.

Teniendo en cuenta que, según estableció Biurrun (2002), la radioactividad específica de estas colas es muy baja (similar a la del mineral original) y que los estudios realizados han descartado la lixiviación del uranio de las colas hacia el terreno subyacente, se considera que el sistema es estable. Sin embargo está prevista su remediación en una etapa próxima.

#### 1.3.2 Riesgos Potenciales de la Acumulación de Agua en las Canteras

Las canteras son oquedades generadas sobre la roca natural del área, que se han producido como consecuencia de la extracción de mineral. El agua que contienen proviene del agua de lluvia y del flujo natural de agua subterránea que ingresa a las mismas.



Estudios del Centro Regional de Agua Subterránea, realizados por Poblete en 1994, muestran que las curvas tentativas de igual cota de agua subterránea presentan una concentración del flujo hacia las canteras Tigre III y Gaucho II (Figura 1.3-4), posteriormente descargando al desvío del Aº El Tigre. Así, la infiltración local en las canteras mencionadas sería más probablemente hacia ellas que de ellas hacia el arroyo El Tigre, con lo que se minimizaría el nivel de descarga hacia el arroyo citado. No se cuenta con este tipo de información para la zona de las demás canteras.

Sin embargo los riesgos potenciales que presentan las acumulaciones de agua en las canteras Tigre I y La Terraza por circulación a través de las fisuras de roca son muy bajos, debido a que la cota del nivel de agua dentro de las mencionadas canteras está muy por debajo de la cota de base del arroyo el Tigre, por lo que ésta situación originaría un flujo de agua a través de las fisuras hacia estas canteras.

Con respecto a los riesgos potenciales por rebalse, también son muy bajos debido a la capacidad libre de acumulación que presentan los reservorios, tal como se encuentra reflejado en el siguiente cuadro:

| <u>Es</u>                                 | tado de las Cantera       | s al 31 de Julio de    | e 2013                 |                          |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Parámetro                                 | Cantera                   |                        |                        |                          |  |  |  |  |  |  |  |
| rarameuo                                  | Gaucho                    | Tigre III              | Tigre I                | La Terraza               |  |  |  |  |  |  |  |
| Cota actual                               | 966,16                    | 971,84                 | 934,72                 | 910,35                   |  |  |  |  |  |  |  |
| Volumen actual                            | 56.381 m <sup>3</sup>     | 562.156 m <sup>3</sup> | 155.940 m <sup>3</sup> | 41.424 m <sup>3</sup>    |  |  |  |  |  |  |  |
| Cota máxima permitida                     | 969,00                    | 975,00                 | 938,00                 | 948,00                   |  |  |  |  |  |  |  |
| Volumen a cota<br>máxima permitida        | 110.230,63 m <sup>3</sup> | 704.016 m <sup>3</sup> | 209.074 m <sup>3</sup> | 3.000.000 m <sup>3</sup> |  |  |  |  |  |  |  |
| Volumen disponible de alma-<br>cenamiento | 53.849,63 m <sup>3</sup>  | 141.860 m <sup>3</sup> | 53.134 m <sup>3</sup>  | 2.958.576 m <sup>3</sup> |  |  |  |  |  |  |  |

No obstante estos importantes volúmenes de almacenamiento, el riesgo por rebalse también se encuentra minimizado, debido a que existe un sistema de bombeo, que conecta la cantera el Gaucho con la Cantera Tigre III, que permitiría evacuar agua en caso de necesidad.

Además, es importante acotar aquí que el Plan de Contingencias desarrollado para la Fase 1 de la Etapa de Remediación (Anexo 9), incluye un circuito de bombeo que en caso de ser necesario trasvasaría las aguas de la cantera Tigre III, a la cantera Tigre I y de ahí a la cantera La Terraza que es la que tiene mayor volumen disponible de acumulación de agua. Esto elimina, en términos prácticos, el riesgo de desborde de agua de cantera.

Aun en el hipotético caso de un rebalse que pueda originar salida de agua de cantera en caso de una lluvia torrencial, no es de esperar que el mismo produzca impactos significativos, teniendo en cuenta el elevado flujo de agua que lleva el arroyo el Tigre en caso de ese tipo de eventos. En caso de crecidas se han medido caudales de hasta 0,7 m³/s, valores 4 veces mayores que los normales que presenta el arroyo, y que produciría una gran dilución del potencial rebalse.

Por estas razones, en caso de un incidente como el citado, no se prevé un aumento del contenido de iones en el Arroyo El Tigre por encima de los límites admisibles, teniendo en cuenta los valores guía establecidos en las regulaciones vigentes.



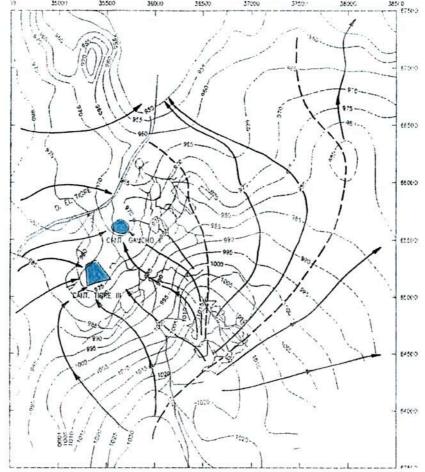


Figura 1.3-4 Curvas de igual cota de agua subterránea en la cuenca del Arroyo El Toscal (Poblete, 1994).

#### 1.3.3 Riesgos Potenciales de la Acumulación de Precipitados

Los únicos mecanismos posibles para la migración de los iones contenidos en los precipitados fuera de los diques aparecen en el caso de contingencias<sup>3</sup>, tales como (Biurrun, 2002):

- Flujo accidental de líquidos sobrenadantes hacia cursos de agua, después de la falla de uno o más diques, con barrido de parte de los precipitados contenidos.
- Secado completo de los precipitados y dispersión de los mismos por acción del viento.
- Migración de iones desde los precipitados hacia el suelo subyacente.

#### Considerando:

- que la mayoría de los diques de precipitados han sido estabilizados y posteriormente cubiertos para crear la base para los diques DN8-9 y
- que los diques aún sin estabilizar: DN1, DN2 (estabilizado parcialmente) y DN3A se encuentran vegetados en superficie.

La probabilidad de ocurrencia de los dos primeros eventos es mínima, quedando verificar la relevancia de la migración de iones hacia el suelo. Con este objeto, se ejecutó una calicata en el dique de evaporación DN1, la cual se muestra en la siguiente imagen, y se tomaron muestras del precipitado y

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Hechos accidentales con muy escasa probabilidad de ocurrencia.

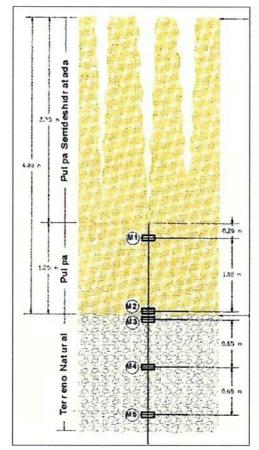




del terreno subyacente, a diferentes profundidades. La Figura 1.3-4 muestra un diagrama que indica los puntos de muestreo dentro de la calicata.



Foto Nº 1.3-1: Vista de los precipitados del dique DN1. Se observa calicata de muestreo ejecutada en la pulpa. En segundo plano se observan pilas de colas en disposición temporaria. (CNEA: Asenjo y Perrino, 2005c)



**Figura 1.3-5** Diagrama en corte vertical de la calicata realizada en el dique DN1. Los números en círculos indican la posición de las muestras tomadas.



ambienta

A continuación se presenta la variación del contenido de uranio y radio con la profundidad en la calicata:

| Muestra | Descripción  | Uranio<br>(ppm) | Radio (Bq/I)<br>/(pCi/g) |
|---------|--|-----------------|--------------------------|
| M1      | Precipitado - 20 cm dentro de la pulpa semi-deshidratada | 193             | 0,210 / 5,66             |
| M2      | Precipitado - contacto suelo - precipitado               | 470             | 2,920 / 78,90            |
| МЗ      | Suelo - contacto suelo - precipitado                     | 5,30            | 0,060 / 1,63             |
| M4      | Suelo - 65 cm debajo del contacto suelo - precipitado    | 2,30            | 0,034 / 0,93             |
| M5      | Suelo - 130 cm debajo del contacto suelo - precipitado   | 2,30            | 0,037 / 1,00             |

Estos datos permiten observar que los radionucleidos contenidos en los precipitados no son muy móviles y su migración hacia el terreno subyacente solo avanza unos pocos centímetros. Así, aunque el uranio y el radio se concentran hacia el fondo del dique (probablemente debido al menor contenido de agua de los precipitados), el contenido de estos iones en el terreno natural cae drásticamente ya en la zona de contacto con el precipitado. A mayor profundidad el contenido de uranio se encuentra en los valores medios para la corteza terrestre.

Como se indicó anteriormente para el caso de AC, aún en el caso de que el flujo de precipitados hacia cuerpos de agua superficial llegase a ocurrir, la capacidad de dilución del Arroyo El Tigre (colector natural de la zona) es más que suficiente para que no se espere que el contenido de uranio en el arroyo supere los niveles guía establecidos para bebida humana.

#### 1.3.4 Riesgos Potenciales de la Disposición de RS en el CMFSR

Dado que los tambores de acero y las bolsas plásticas no son una barrera efectiva a la fuga de radionucleidos, estos residuos podrían constituir un riesgo de contaminación a largo plazo. Por esta razón se considera indispensable el tratamiento de estos residuos.

#### 1.3.5 Riesgos Potenciales de la Acumulación de Estériles

Aunque estas escombreras modifican la topografía y el paisaje de la zona en que se implantan (razón por la cual se consideran un pasivo), no representan riesgo radiológico alguno.

Por otro lado las escombreras han alcanzado un talud estable y están vegetadas en partes, por lo cual se descarta también el riesgo de derrumbes.

#### 1.3.6 Riesgos Potenciales de los Sectores Explotados del CMFSR

Las oquedades generadas por la explotación de minerales en el predio del CMFSR no solo modifican la topografía y el paisaje de la zona en que se encuentran (razón por la cual se consideran un pasivo), sino que también proporcionan un espacio para la acumulación del agua de lluvias y del agua aflorante en la cuenca del Arroyo El Tigre.

Así el riesgo que implican estas zonas excavadas son los siguientes:

- Riesgo de caída de personas o animales, en caso de no encontrarse la cantera adecuadamente cercada, señalizada y vigilada.
- Riesgo de acumulación de agua, la cual, al entrar en contacto con áreas mineralizadas disuelve iones radiactivos y de elementos pesados los cuales pueden infiltrar a través de las fracturas que conducen el agua hacia el sistema de colección local, llevando estos iones hacia el Arroyo El Tigre.



#### 1.4 OBJETIVOS DE LA REMEDIACIÓN

Debido a la baja actividad específica de los residuos y el agua contenida en las canteras, la exposición del hombre y otros organismos vivientes a la radiación constituye un riesgo bajo que se puede controlar por medios simples.

Sin embargo, la Comisión Nacional de Energía Atómica considera imperativo prestar debida atención a la protección del ambiente, al mejor nivel posible, proveyendo soluciones técnicas que impidan la liberación de materiales radioactivos en concentraciones indebidas.

Con este objeto se han diseñado medidas para reducir y, de ser posible eliminar, los riesgos asociados a los pasivos presentes en el Complejo Minero Fabril San Rafael. Estas medidas se pondrán en práctica en las fases sucesivas de la Etapa de Remediación, considerando el orden de prioridades acordado con la Autoridad Provincial.

#### 1.5 PRIORIDAD ESTABLECIDA PARA LA REMEDIACIÓN DE PASIVOS

La prioridad establecida para la remediación de los pasivos identificados en el apartado 1.2 de este capítulo son las siguientes (CNEA, 2006):

| Designación             | prioridad |
|-------------------------|-----------|
| Agua de cantera         | 1         |
| Residuos sólidos        | 1         |
| Colas de tratamiento    | 2         |
| Minerales marginales *  | 2         |
| Precipitados sólidos ** | 2         |
| Escombreras areniscas   | 3         |
| Canteras ***            | 4         |
| Escombreras tobas       | 5         |

<sup>\*</sup>No son un pasivo per se pero, siguiendo el criterio de CNEA de proteger al ambiente en la máxima extensión posible, se adoptarán medidas para minimizar el efecto de la actividad radiológica de estos minerales.

\*\* Estabilizados en su mayor parte, previo a la construcción de los diques DN8-DN9.

\*\*\*Volumen a rellenar.

En la presente MGIA se trata la remediación de las aguas de cantera (AC) y de los residuos sólidos (RS), que forman parte de la Fase 1 de la Remediación planeada para el CMFSR.

#### 1.6 ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL REALIZADAS DESDE 2006

Ante la necesidad de continuar manejando los efluentes líquidos de forma segura y, considerando que se cuenta con los dictámenes técnicos favorables al proyecto técnico incluido en la MGIA presentada en 2006 (CNEA, 2006), se solicitó a la Dirección de Saneamiento Ambiental de la Provincia de Mendoza autorización para la construcción de los diques de efluentes DN8 y DN9 y para la estabilización y construcción de pedraplenes parciales para los diques DN4, DN6, DN7 y DN10.

Por Resolución Nº 1.284 del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza con fecha 21/09/07, se autorizó a CNEA a ejecutar el reacondicionamiento e impermeabilización de los diques DN8 y DN9 del Complejo.

La Gerencia Producción de Materias Primas de la CNEA (GPMP) comenzó con las obras de estabilización mecánica de precipitados sólidos correspondientes a la primera etapa de reconstrucción en diciembre de 2007, notificando a la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental el comienzo de las tareas, según lo estipulado por Resolución Nº 1.284-MAOP-07.





La primera parte de la obra (estabilización mecánica de los precipitados) se concluyó en junio de 2008.

En abril del mismo año, se solicitó autorización para impermeabilizar el área del dique de efluentes DN3B para poder terminar la reconstrucción del DN8 y DN9. Este pedido se fundamentó en que la estabilización mecánica del área de diques y, en particular, el sector correspondiente a los diques DN8 y 9 corre riesgo de deteriorarse en virtud del ingreso de agua de distintos orígenes (escorrentías superficiales, agua de lluvia y flujo subterráneo proveniente sobre todo del dique DN1 ubicado aguas arriba). El dique DN3B impermeabilizado permitiría evacuar el líquido del seno de los precipitados sólidos y facilitaría su evaporación.

Este pedido recibió Informe Técnico (IT N° 348/2009) favorable del área Residuos Radioactivos y Minería de la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental de la Provincia de Mendoza. El 18 de diciembre de 2009 el Juez Federal de la Provincia de Mendoza dictamina que CNEA termine la construcción del dique DN3B según lo propuesto.

El 29 de septiembre de 2008 la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo elevó a la Secretaría de Medio Ambiente el informe de las auditorías, realizadas durante el período diciembre de 2007 a junio de 2008, sobre las Tareas de Reacondicionamiento e Impermeabilización de los Diques DN8 y DN9 concluyendo que "Las Obras programadas se cumplieron satisfactoriamente y de acuerdo a los pliegos de especificaciones técnicas".

Durante el año 2010 y parte del 2011, se continuó con la reconstrucción de los pedraplenes de cierre de los diques DN8 y DN9.

En la actualidad se encuentra en ejecución la construcción del dique DN8-9 (obra civil y movimiento de suelo), con sistema de drenaje y estación de bombeo.

Asimismo, se solicitó autorización a las autoridades de aplicación para concluir con la estabilización del área de diques (parte del DN1, DN2 Y DN3A).

Finalmente, cabe mencionar que se ha completado el montaje de cañerías para transporte seguro de AC (manejo seguro de líquidos) y el alambrado perimetral del predio, para impedir la entrada de animales al mismo.



## 2. INFORMACIÓN GENERAL

# 2.1 DATOS PERSONALES, DOMICILIO LEGAL Y REAL DEL SOLICITANTE RESPONSABLE DE LA OBRA

Responsable de la Obra:

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Domicilio legal:

Avda. del Libertador 8250 (CP 1429) CABA Oficina: 3334

Teléfono:

(011) 4704-1019

Fax:

(011) 4704-1183

Domicilio del emplazamiento:

Complejo Minero Fabril San Rafael, Cuadro Benegas, San Rafael

(CP 5600), Mendoza.

**Domicilio Postal:** 

Casilla de Correo 527 (CP 5600) San Rafael, Mendoza.

Teléfono:

(0260) 4430-0833 (0260) 4430-0087

Fax:

(0200) 4430-0007

# 2.2 DATOS PERSONALES, DOMICILIO LEGAL Y REAL DE LOS PROFESIONALES ENCARGADOS DE LA MGIA

Elaboró la presente Manifestación General de Impacto Ambiental:

**Estudios y Servicios Ambientales SRL** 

Mendoza:

Barrio Jardín de los Andes, Manzana 1, Casa 10

Las Heras (CP. 5539), Mendoza

Ciudad Autónoma de Buenos Aires:

Lavalle 1139, Piso 4º (C1048AAC)

Tel/Fax:

(011) 5917-6996/6997/6998/6999

Representante Técnico:

Fernando Valdovino

| Fernando Valdovino |  |
|--------------------|--|



Equipo de trabajo de la consultora que intervino en la realización de la MGIA:

| Nombre y Apellido        | Especialidad                | Firma |
|--------------------------|-----------------------------|-------|
| Fernando Valdovino       | Lic. en Ciencias Geológicas |       |
| Carlos Adlerstein        | Experto Ambiental           |       |
| Marta del Carmen Córdoba | Lic. en Economía            |       |
| María Leonor Azagra      | Ing. Ambiental              |       |

#### Colaboradores:

- Elena Alonso Ing. de Minas
- Martín Alberto Lecumberry Abogado
- Edgardo Benvenuto Ing. Químico
- Bruno Pizzorno Especialista en Comunicación



# INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL Y SOCIO-ECONÓMICO

#### 3.1 MEDIO NATURAL FÍSICO

El Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), se emplaza en un predio de 2.007,6 ha ubicado en el Distrito Cuadro Benegas, Departamento San Rafael, Provincia de Mendoza, aproximadamente a 11 km al Sudoeste de la localidad de 25 de Mayo, a 38 km al Oeste de la ciudad de San Rafael y a 240 km al Sur de la ciudad de Mendoza.



Figura 3.1-1 Ubicación del Complejo Minero Fabril San Rafael. La zona en verde marca el área total asignada al mismo (gráfica realizada sobre una imagen de Google Earth®).

El acceso al área se realiza por rutas pavimentadas. Desde San Rafael utilizando la Ruta Nacional Nº 143 hasta su cruce con la Ruta Provincial Nº 150, siguiendo la cual se cruza la localidad de 25 de Ma-yo, luego se toma la Ruta Provincial Nº 191 hacia el Sur por aproximadamente 5 km hasta encontrar un camino lateral de dirección Sudoeste que conduce al CMFSR, distante unos 3 km de este punto. El acceso también se puede realizar desde San Rafael utilizando la Ruta Nacional Nº 144, hasta su intersección con la Ruta Provincial Nº 191, desde donde se sigue esta ruta hacia el Norte por unos 6,5 km hasta el camino de ingreso al complejo.

#### 3.1.1 Clima

#### **Datos utilizados**

Para elaborar este informe se tuvieron en cuenta los datos estadísticos de la estación meteorológica oficial más cercana, San Rafael Aero (34° 35′ S, 68° 24′ O, 748 msnm), perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se contó con los datos publicados en las Estadísticas Climatológicas del SMN de las décadas 1971-1980, 1981-1990 y 1991-2000 y con las series de precipitaciones mensuales del período 1956-2011. Además, se contó con la serie de datos registrados en la Estación Meteorológica "Pilas", propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), del período 2006-2011.



#### Temperaturas

El análisis de temperatura se realizó a partir de los datos estadísticos de San Rafael Aero (SMN) del período 1971-2000. La temperatura media anual es de 15,3 °C, siendo la media del mes más cálido (enero) 23,2 °C y la del mes más frío (julio) 7,1 °C. Las temperaturas máximas promedian los 30,8 °C en enero y 15,2 °C en julio, mientras que las mínimas promedian 15,2 y 1 °C, respectivamente.

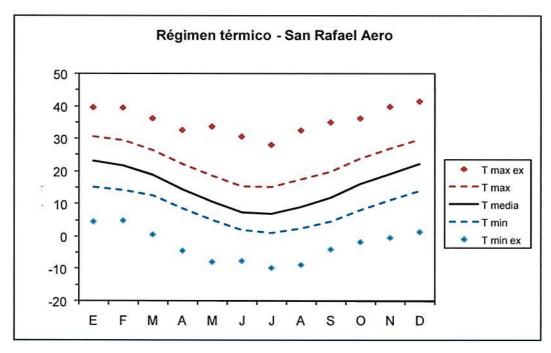
REFOLIADO

Las temperaturas extremas registradas en el período 1971-2000 fueron de 41,5 °C para la máxima, el 19 de diciembre de 1995, y de -9,7 °C para la mínima, el 13 de julio de 2000. Estos valores indican una gran amplitud térmica (51,2 °C), explicable por la aridez característica de la región de Cuyo.

Los datos provistos por la CNEA de su Estación Meteorológica Pilas del período 2006-2011 indican una temperatura media anual de 15,8 °C. Tanto este valor medio como los valores mensuales y extremos están todos dentro del rango de variación de los datos térmicos registrados en la Estación Meteorológica San Rafael Aero del SMN. Los datos medios y extremos mensuales de temperatura de ambas estaciones están representados gráficamente en la Figura 3.1-2 y se resumen en las siguientes tablas:

| San Rafael Aero<br>(1971-2000) | E    | F    | М    | Α    | М    | J    | J    | Α    | s    | 0    | N    | D    | AÑO  |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temperatura media (°C)         | 23,2 | 21,8 | 19,1 | 14,6 | 10,9 | 7,7  | 7,1  | 9,1  | 11,9 | 16,2 | 19,3 | 22,3 | 15,3 |
| Temp. Máx. media (°C)          | 30,8 | 29,5 | 26,5 | 22,3 | 18,7 | 15,5 | 15,2 | 17,5 | 19,9 | 23,8 | 26,9 | 29,9 | 23,1 |
| Temp. Mín. media (°C)          | 15,2 | 14,2 | 12,5 | 8,5  | 5,0  | 1,9  | 1,0  | 2,4  | 4,7  | 8,2  | 11,1 | 14,1 | 8,2  |
| Temp. Máx. extrema (°C)        | 39,6 | 39,5 | 36,2 | 32,6 | 33,7 | 30,6 | 28,0 | 32,5 | 35,0 | 36,2 | 39,8 | 41,5 | 41,5 |
| Temp. Mín. extrema (°C)        | 4,7  | 5,0  | 0,7  | -4,3 | -7,8 | -7,5 | -9,7 | -8,7 | -3,9 | -1,6 | -0,3 | 1,5  | -9,7 |

| Pilas CNEA<br>(2006-2011) | E    | F    | М    | Α    | М    | J    | J    | A    | S    | 0    | N    | D    | AÑO  |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temperatura media (°C)    | 24,0 | 22,6 | 19,7 | 15,7 | 10,8 | 8,2  | 7,8  | 8,8  | 12,5 | 16,4 | 20,1 | 22,5 | 15,8 |
| Temp. Máx. media (°C)     | 32,5 | 31,1 | 27,7 | 24,6 | 18,6 | 17,6 | 17,8 | 17,7 | 21,5 | 26,0 | 29,5 | 32,1 | 24,7 |
| Temp. Mín. media (°C)     | 15,9 | 14,9 | 12,1 | 8,4  | 3,4  | 1,4  | 1,4  | 0,9  | 5,1  | 8,7  | 11,4 | 14,3 | 8,1  |
| Temp. Máx. extrema (°C)   | 39,7 | 38,3 | 34,4 | 31,8 | 26,9 | 24,3 | 26,1 | 28,5 | 29,2 | 31,8 | 35,8 | 37,5 | 39,7 |
| Temp. Mín. extrema (°C)   | 9,9  | 8,1  | 7,7  | 3,0  | -0,8 | -2,8 | -4,5 | -4,1 | -1,3 | 2,9  | 4,0  | 8,3  | -4,5 |



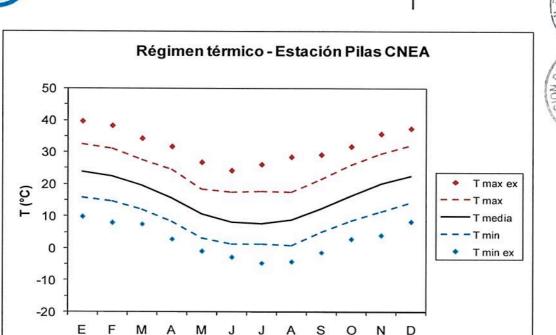


Figura 3.1-2 Temperaturas media, máxima media, mínima media y extremas en las Estaciones Meteorológicas San Rafael Aero (1971 y 2000) y Pilas (2006-2011).

S

0

#### Presión atmosférica

La presión atmosférica media mensual en la estación meteorológica San Rafael Aero es de 928,3 hPa. Durante el año, presenta un ciclo de variación semianual, con un máximo absoluto en agosto (930,4 hPa) y otro máximo relativo en mayo (929,1 hPa). El mínimo absoluto se registra en diciembre y enero (925,8 hPa) y el mínimo relativo en junio (928,6 hPa). Los valores mensuales se sintetizan en la siguiente tabla y están representados en la Figura 3.1-3.

| W                              | E     | F     | M     | Α     | M     | J     | J     | Α     | S     | 0     | N     | D     | AÑO   |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Presión atmosfé-<br>rica (hPa) | 925,8 | 926,9 | 927,7 | 928,9 | 929,1 | 928,6 | 930,0 | 930,4 | 930,1 | 928,4 | 927,0 | 925,8 | 928,3 |

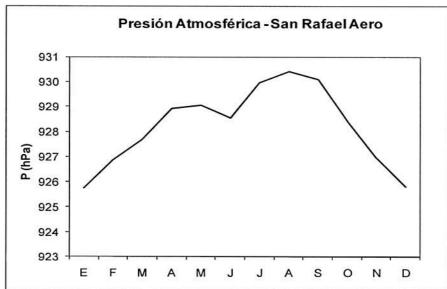
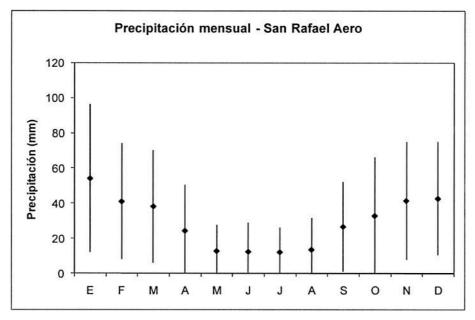


Figura 3.1-3 Variación anual de la presión atmosférica al nivel de la Estación Meteorológica San Rafael Aero (1971-2000).



#### **Precipitaciones**

El análisis de las precipitaciones se realizó sobre la base de datos mensuales registrados en San Rafael Aero, durante el período 1956-2011. Esto permitió calcular no sólo las medias mensuales sino su variabilidad a través del desvío estándar, tal como se presenta en la Figura 3.1-4.



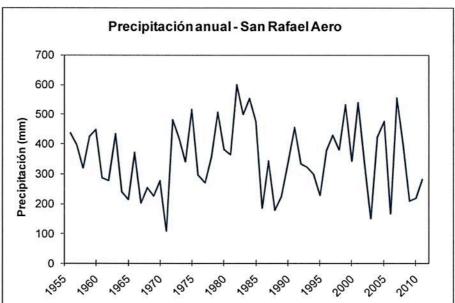


Figura 3.1-4 Arriba: precipitaciones medias mensuales (puntos) y su variabilidad. Las líneas verticales representan el rango del valor medio +/- un desvío estándar. Abajo: evolución temporal de las precipitaciones anuales. San Rafael Aero (1956-2011).

Durante el mencionado período la precipitación anual promedió 356 mm, con un valor máximo de 598 mm en 1982 y mínimo de 107 mm en 1971. Si bien las lluvias son poco abundantes durante casi todo el año, tienden a ser relativamente mayores entre octubre y marzo. El mes más lluvioso, en promedio, es enero con 54 mm. El período seco se extiende entre mayo y agosto (entre 12 y 14 mm), mientras que septiembre y abril son meses de transición. La variabilidad es grande, en casi todos los



meses el desvío estándar alcanza magnitud comparable a la media. El máximo de precipitación meno sual se registró en marzo de 1973, con 178 mm, y la máxima precipitación diaria fue de 115 mm, el 10 de octubre de 1994.

Considerando el período completo de 56 años (1956-2011), que se muestra en la figura anterior, la precipitación anual no presentó tendencia significativa, aunque sí una gran variabilidad interanual y períodos relativamente más húmedos o más secos de entre 10 y 15 años de duración. En la siguiente tabla se resumen los datos estadísticos mensuales de precipitación de la estación San Rafael Aero (1956-2011).

| Precipitación (mm) | E   | F   | M   | A  | M  | J  | J  | Α  | S   | 0   | N   | D   | AÑO |
|--------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Media              | 54  | 41  | 38  | 25 | 13 | 12 | 12 | 14 | 27  | 33  | 42  | 43  | 356 |
| Desvío estándar    | 42  | 33  | 32  | 26 | 15 | 17 | 14 | 18 | 26  | 33  | 34  | 32  | 115 |
| Máximo             | 167 | 127 | 178 | 92 | 64 | 78 | 51 | 79 | 113 | 142 | 160 | 121 | 598 |
| Mínimo             | 4   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 107 |

Las precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica Pilas de la CNEA entre 2006 y 2011 están dentro de los rangos climatológicos de la estación de referencia. Dicho datos se presentan en la siguiente tabla.

| Precipitación (mm) | E  | F   | M   | Α  | M  | J  | J  | Α  | S  | 0  | N  | D  | AÑO |
|--------------------|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 2006               | 3  | 52  | 6   | 16 | 0  | 7  | 10 | 9  | 0  | 39 | 2  | 38 | 181 |
| 2007               | 98 | 18  | 168 | 4  | 3  | 16 | 6  | 43 | 21 | 14 | 4  | 81 | 474 |
| 2008               | 62 | 100 | 29  | 2  | 27 | 18 | 0  | 5  | 18 | 12 | 25 | 62 | 359 |
| 2009               | 35 | 6   | 40  | 2  | 5  | 1  | 1  | 2  | 14 | 0  | 1  | 39 | 147 |
| 2010               | 30 | 28  | 11  | 0  | 30 | 3  | 3  | 3  | 13 | 3  | 46 | 31 | 203 |
| 2011               | 15 | 31  | 40  | 1  | 0  | 8  | 6  | 12 | 1  | 21 | 47 | 26 | 207 |

#### Evapotranspiración potencial y balance hídrico

La siguiente tabla contiene los datos de precipitación media y evaporación media registrados en la estación Pilas durante el período 2006-2011, y la evapotranspiración potencial (ETP) calculada con el método de Thornthwaite a partir de los datos de temperatura media del mismo lugar.

|                            | E   | F   | M   | Α   | M  | J  | J  | Α  | S   | 0   | N   | D   | AÑO  |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| Precipitación (mm)         | 40  | 39  | 49  | 4   | 11 | 9  | 4  | 12 | 11  | 15  | 21  | 46  | 262  |
| Evaporación de tanque (mm) | 261 | 195 | 178 | 129 | 72 | 58 | 65 | 93 | 120 | 179 | 225 | 242 | 1817 |
| ETP Thornthwaite (mm)      | 138 | 106 | 87  | 53  | 27 | 16 | 16 | 20 | 38  | 67  | 98  | 127 | 794  |

La diferencia entre precipitación y evaporación o ETP arroja un saldo negativo en ambos casos durante todos los meses del año, de modo que la aplicación de alguna técnica de balance hídrico a estos datos arrojaría como resultado deficiencias durante todos los meses del año.

#### Humedad relativa y nubosidad

La humedad relativa en San Rafael (1971-2000) alcanzó un valor promedio anual del 57%, con mínimo entre octubre y diciembre (50%) y máximo en mayo (66%).

La nubosidad media anual es del 38%, con variación a lo largo del año similar a la humedad relativa. El cielo permanece totalmente cubierto sólo 50 días al año y 149 días es la frecuencia de cielos totalmente despejados. La frecuencia de días nublados es menor en verano y aumenta en invierno y la de días despejados varía de forma opuesta. Los datos utilizados para este análisis se resumen en la siguiente tabla. El período de promedio es 1971-2000 para la humedad relativa y 1991-2000 para la nubosidad y cobertura del cielo.



|                          | E    | F    | M    | Α    | M    | J   | J    | Α    | S    | 0    | N    | D    | AÑO |
|--------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| Humedad Relativa (%)     | 53   | 56   | 63   | 65   | 66   | 64  | 62   | 55   | 53   | 50   | 50   | 50   | 57  |
| Nubosidad media (%)      | 34   | 33   | 38   | 41   | 44   | 46  | 38   | 35   | 38   | 39   | 39   | 34   | 38  |
| Días con cielo cubierto  | 1,3  | 2,6  | 4,7  | 5,9  | 5,8  | 5,5 | 4,4  | 4,3  | 4,7  | 4,8  | 3,6  | 2,6  | 50  |
| Días con cielo despejado | 13,5 | 14,0 | 13,4 | 11,2 | 10,4 | 8,5 | 12,9 | 14,7 | 12,4 | 12,3 | 11,8 | 13,8 | 149 |

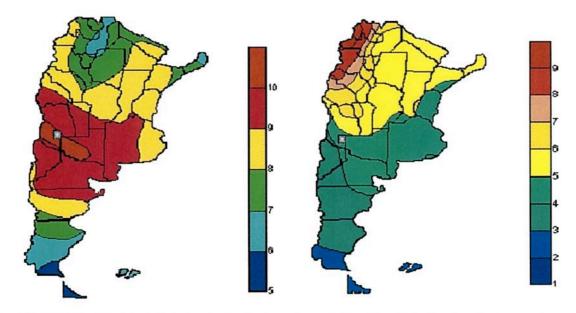
#### Heliofanía

De acuerdo con la latitud de la provincia, la duración astronómica del día varía en diciembre de 13 horas 40 minutos en el Norte a 14 horas 35 minutos en el Sur de la provincia; y decrece en julio a 10 horas 33 minutos en el Norte a 9 horas 46 minutos en el Sur.

A continuación se muestran los mapas de distribución espacial de *heliofanía efectiva*<sup>1</sup> para la República Argentina (Scollo, L., 2005) donde se observa que los valores máximos y mínimos para la Provincia de Mendoza tienen la siguiente variabilidad:

- Durante el mes de julio se registran entre 3 y 6 horas de radiación solar directa aumentando de Sur a Norte
- Durante el mes de Enero se registran entre 9 y 10 horas de radiación solar directa, aumentando de Norte a Sur.

Sin embargo, en la zona de San Rafael, los valores promedios registrados indican 10,3 horas de heliofanía efectiva máxima, y 4,1 horas de heliofanía efectiva mínima; valores respectivamente más altos y más bajos que los promedios provinciales registrados hasta 2005.



**Figura 3.1-5** Distribución de la heliofanía efectiva (en horas) para la República Argentina. <u>Izquierda</u>: mes de enero. <u>Derecha</u>: mes de julio. El recuadro indica la ubicación aproximada del CMFSR. (Scollo, L. 2006).

#### Vientos predominantes

La región es, en general, poco ventosa. En San Rafael Aero la velocidad media anual es de 7,7 km/h y la mayor frecuencia corresponde a las condiciones de calma (20%). Luego, la dirección más frecuente

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Heliofanía efectiva es el período (expresado en horas) durante el cual el lugar de observación ha recibido radiación solar directa (es decir, que no ha sido interceptada por obstáculos) y que ha sido, además, registrada por el instrumental.

omolenia solido de la composição de la c

es la del Sudeste, con el 15% de la frecuencia anual. Los gráficos anuales de intensidad y frecuencia de dirección del viento se presentan en la Figura 3.1-6. La velocidad media asciende a casi 10 km/h en diciembre y decrece a 6 km/h en abril. Las mayores intensidades medias (13,2 km/h) corresponden a los vientos del Norte, cuya frecuencia anual es del 8%. Le siguen los del Noreste (11,4 km/h y 10,5%, respectivamente).

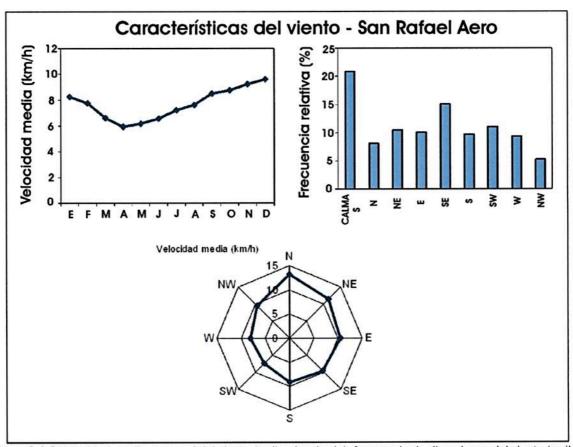


Figura 3.1-6 Velocidad media mensual del viento (arriba, izquierda), frecuencia de direcciones del viento (arriba, derecha) y velocidad media por dirección (abajo) en la Estación Meteorológica San Rafael Aero (1991-2000).

Los gráficos mensuales de frecuencias de dirección y velocidad media del viento (Figura 3.1-7) muestran en primavera y verano el mismo patrón de comportamiento que los promedios anuales. Sin embargo, hacia el final del otoño y durante el invierno adquieren cierta relevancia los vientos de dirección Sudoeste y Oeste, convirtiéndose en las direcciones predominantes, con una frecuencia media de entre 15 y 17% aunque con bajas intensidades.

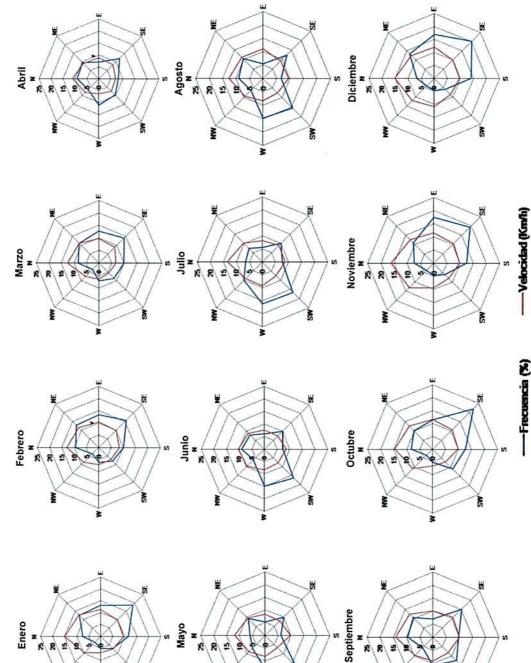


Figura 3.1-7 Frecuencias mensuales de dirección e intensidad del viento.



#### Viento Zonda

Bajo determinadas condiciones atmosféricas, en las laderas orientales de la Cordillera de los Andes y en las regiones situadas al pie de la misma, desde la Provincia del Neuquén hasta la Provincia de Jujuy, se desarrolla un viento fuerte que recibe el nombre de "viento zonda". Este viento está caracterizado por extrema sequedad y elevada temperatura del aire.

El viento zonda se origina cuando el aire procedente del Oeste y cargado de humedad tras su paso sobre el océano Pacífico se encuentra forzado a ascender sobre las montañas. Durante el ascenso la temperatura ambiente disminuye y la mayor parte del vapor de agua del aire ascendente se condensa, y da lugar a la formación de nubes, que generan precipitación líquida en las laderas y nieve en las cumbres. Una vez superado el obstáculo, el aire desciende y por compresión aumenta su temperatura. Este aire caliente y muy seco desciende, generalmente, con altas velocidades a sotavento de las montañas. Este viento se puede presentar durante todo el año; sin embargo, la mayor probabilidad de ocurrencia se encuentra entre mayo y noviembre.

El zonda se define como "severo" cuando la velocidad máxima del viento está entre 15 y 25 m/s (54 a 90 km/h), y como "muy severo" cuando su velocidad máxima es mayor que 25 m/s (90 km/h). Las fuertes ráfagas de viento pueden suspender polvo y reducir la visibilidad notoriamente.

En San Rafael, ocurre con mayor frecuencia entre mayo y noviembre. La frecuencia anual media de días con viento zonda es 4,6 casos por año, de los cuales 1,1 alcanzan la categoría de severo o muy severo. Se han presentado casos de viento zonda en los que la temperatura subió 20 °C y la humedad relativa bajó de 70% a 15%, en menos de una hora.

Este tipo de viento produce efectos desagradables sobre los seres vivos en general. Entre los efectos psicofísicos que produce el zonda sobre los seres humanos se pueden mencionar abatimientos, languidez, dolor de cabeza, angustia, depresión, falta de coordinación e hiperactividad.

El zonda tiene frecuentes efectos destructivos debidos a la gran rafagosidad del viento, así como a la intensa evaporación generada por las condiciones de extrema sequedad y alta temperatura. Los daños materiales provocados suelen ser cuantiosos no sólo por la duración, sino también por la extensión geográfica del fenómeno.

#### Otros fenómenos meteorológicos significativos

En la siguiente tabla se presenta la frecuencia de ocurrencia de algunos fenómenos meteorológicos que pueden contribuir para generar condiciones adversas para la realización de actividades a la intemperie.

| Nº medio de días con:    | E    | F   | M   | A   | M   | J   | J    | Α   | S   | 0   | N   | D    | AÑO  |
|--------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Precipitación            | 7,7  | 6,9 | 5,4 | 5,3 | 4,6 | 2,8 | 2,8  | 3,0 | 5,0 | 5,8 | 7,1 | 6,9  | 63,3 |
| Tormenta eléctrica       | 11,9 | 7,3 | 6,0 | 1,3 | 0,6 | 0,0 | 0,0  | 0,2 | 0,5 | 3,7 | 7,3 | 10,0 | 48,8 |
| Granizo                  | 0,6  | 0,6 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,8  | 3,4  |
| Nieve                    | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 1,0  | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0  | 2,5  |
| Niebla                   | 0,1  | 0,0 | 0,9 | 1,7 | 1,0 | 1,5 | 0,8  | 0,3 | 0,7 | 1,0 | 0,0 | 0,0  | 8,0  |
| Helada                   | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 1,9 | 7,8 | 13,9 | 8,9 | 3,5 | 0,3 | 0,2 | 0,0  | 36,9 |
| Viento fuerte (>43 km/h) | 7,8  | 6,5 | 2,5 | 1,9 | 1,6 | 2,2 | 2,1  | 2,6 | 4,6 | 5,7 | 7,3 | 7,1  | 51,9 |
| Tempestad de polvo       | 0,8  | 1,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,9 | 0,7  | 1,8 | 1,8 | 1,1 | 1,0 | 1,1  | 10,9 |

Las precipitaciones en San Rafael tienen una frecuencia media de 63 días al año. Entre noviembre y febrero éstas ocurren entre 7 y 8 días al mes, mientras que entre junio y agosto la frecuencia se reduce a 3 casos por mes. En verano también es frecuente la ocurrencia de tormentas eléctricas. El hecho que su frecuencia durante esos meses sea mayor que la de precipitaciones indica que en muchos casos se





observan rayos o relámpagos sin que produzcan precipitaciones en el lugar. La caída de granizo se registra entre 3 y 4 veces al año. Otra adversidad meteorológica frecuente es la ocurrencia de ráfagas de viento fuerte (de intensidad mayor a 25 nudos ó 43 km/h), que se presentan 52 días al año, también mayormente en verano.

En invierno, la adversidad más frecuente es la helada (según su definición, cuando la temperatura mínima es inferior a 0 °C). Estas condiciones se presentan 37 días al año, concentradas entre los meses de mayo y septiembre, y eventualmente en abril, octubre y noviembre. Sólo nieva entre 2 y 3 veces por año, pero la frecuencia crece hacia el Oeste, a medida que se eleva la altitud. Las tempestades de polvo (muchas veces consecuencia del zonda) se registran 11 veces por año.

En síntesis, se concluye que en el área de estudio predomina el clima árido, en que las escasas precipitaciones y la importante tasa de evaporación dan por resultado un déficit hídrico permanente.

# 3.1.2 Geomorfología, topografía y geología

#### 3.1.2.1 Geomorfología y topografía

La zona de estudio se ubica en el Bloque San Rafael. Esta unidad morfoestructural está integrada por elevaciones pobres limitadas por depresiones de origen tectónico rellenadas por depósitos cenozoicos. Se diferencia de las unidades vecinas por ser una peneplanicie exhumada sobre la que se han desarrollado múltiples volcanes aislados. Asimismo se caracteriza por un gran número de depresiones, bajos sin salida, salitrales, médanos y fundamentalmente su extenso piedemonte oriental, modelado en el extremo Norte, a la altura de San Rafael, con niveles de pedimentación o glacis y hacia el Sur con una extendida bajada.

Es importante remarcar la coexistencia de dos tipos de relieve: el primero, maduro, preexistente a las efusiones lávicas, escalonado, con formas redondeadas y un avanzado estado de disección; y el segundo, generado por las efusiones basálticas que modificaron el ciclo normal de erosión desde el Plioceno superior. Los sucesivos cambios del nivel de base regional, o bien posibles ascensos del bloque, combinados con los procesos erosivos exógenos, rejuvenecieron el relieve, encajonándolo cada vez más, en forma escalonada (Ramos, 1999).

Particularmente, la topografía en que se inserta el CMFSR está caracterizada por un relieve irregular, conformado por serranías bajas, dominadas por el Cerro Bola (1.133 m) y el Cerro Blanco (1.078 m), con alturas promedio de 1.000 m aproximadamente, con un desnivel que no supera los 300 m respecto del piso (ver Mapas Nº 3: Topográfico y Nº 5: Geomorfológico). La pendiente más frecuente es hacia el Norte.

En general se advierten dos unidades geomorfológicas. Una en la zona central del área de estudio y en coincidencia con el núcleo del anticlinal de El Tigre, relacionado fundamentalmente a conglomerados, brechas y areniscas de los Miembros Psefítico o Conglomerádico y Psamítico o Areniscas Atigradas de la Formación Yacimiento Los Reyunos, conformando un relieve suave y poco quebrado de colinas y valles. La segunda unidad geomorfológica presenta desniveles pronunciados, y abarca la periferia del área, en particular en los flancos meridional y occidental de la mencionada estructura. Dentro de esta unidad también debe incluirse el afloramiento aislado que conforma el núcleo de la estructura anticlinal de El Tigre, constituido por areniscas cuarzosas de la Formación El Imperial las que, por su mayor resistencia a la erosión, conforman un pequeño cordón con relieve pronunciado conocido como cerro Blanco.

En los sectores Sudoeste y Oeste, los mayores desniveles se manifiestan como crestas disectadas por cañadones de paredes verticales en los frentes retrocedentes de ignimbritas y debritas del Miembro To-

omolenia del Agua

ba Vieja Gorda de la Formación Yacimiento Los Reyunos y de la Formación Arroyo Punta del Agua mientras que los techos buzantes de estas unidades son acompañados con relieve de cuestas suaves.

En el sector Nor-Noroeste, coronando la topografía, se observan mesetas basálticas con marcado relieve en su frente de erosión las que determinan formas tabulares ubicadas próximas a los 1.000 m de altura y que originaran toponímicos como Las Mesillas y Barda Alta de Las Avispas. Por el Noreste, el efecto de la erosión diferencial marca un abrupto frente de rocas intrusivas riolíticas, más resistentes a la erosión, correspondientes a la Formación Cerro Carrizalito, en contacto con sedimentitas del Miembro Areniscas Atigradas de la base de la Formación Yacimiento Los Reyunos.

En el centro de la estructura de El Tigre, exactamente en la zona de El Gaucho y La Ollada, se observan relictos de las ignimbritas del Miembro Toba Vieja Gorda, que por su mayor competencia erosiva sirve de protección al Miembro Areniscas Atigradas y conforman un frente de cuesta, alterando el relieve de lomadas por abruptos desniveles.

El relieve tiene desniveles de consideración y es enérgico. Si bien las rocas aflorantes ofrecen resistencia a la degradación, los procesos erosivos se manifiestan en la red de ríos y arroyos que avenan la comarca.

Merece destacarse que en el sector de la cuenca del Arroyo El Tigre donde está instalado el CMFSR se efectuó una importante modificación de la morfología original durante el transcurso de la etapa de explotación. En este período, el material proveniente del destape del yacimiento y el mineral marginal fueron acopiados sobre el terreno natural, cambiando no solo la topografía del mismo sino también la red de drenaje superficial, la que se adaptó a las nuevas condiciones impuestas.

El paisaje en el sector antropizado muestra rasgos rectos y planos en las escombreras, depresiones redondeadas en las oquedades de las canteras explotadas y formas escalonadas en los sectores donde se debió extraer la roca de encape estéril.

La afectación topográfica condujo a:

- Acumulación de líquidos en las canteras Gaucho I y II, Tigre I, La Terraza, Cuerpo B y Tigre III. Estos líquidos han sido denominados agua de canteras.
- Alteraciones en el escurrimiento superficial, en las cuencas de los arroyos El Tigre, El Toscal, Gendarmería y El Toscalito, de los cuales solo El Tigre es de régimen permanente.
- Alteraciones en el flujo de agua subterránea.

En resumen, se puede decir que la topografía en que se inserta el CMFSR está caracterizada por un relieve irregular, conformado por serranías bajas, el cual fue modificado durante la explotación del Yacimiento de Sierra Pintada por extracción, acumulación y construcción de infraestructura. Como resultado, en las zonas afectadas por la actividad del Complejo se observan zonas planas, escalonadas y cóncavas, que no formaban parte del relieve original.

#### 3.1.2.2 Geología

Regionalmente, el área de estudio se ubica en la Provincia Bloque de San Rafael (Ramos V. en Caminos R., 1999), la que se extiende entre los paralelos de 33° y 39° y los meridianos de 69° y 65°, con rumbo NNO – SSE (Figura 3.1-8). Más precisamente, el Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) se inserta en el extremo norte del cordón orográfico de la Sierra Pintada del Bloque de San Rafael, el que desaparece hacia el sur, cubierto por coladas modernas provenientes del Cerro Nevado.



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



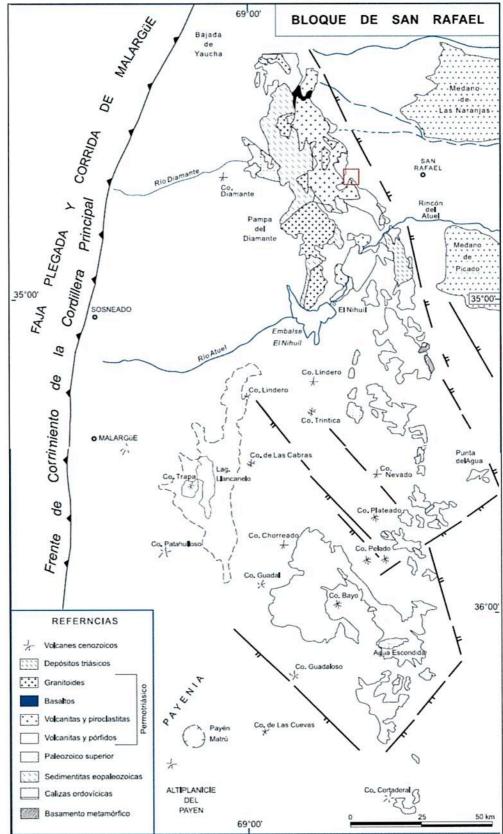


Figura 3.1-8 Rasgos geológicos principales del Bloque de San Rafael. El cuadro rojo marca la zona de estudio. Fuente: Ramos, 1999.





Sin embargo, el "Bloque de San Rafael tiene una historia geológica homogénea y una estructura y expresión geomorfológica distintiva", razón por la cual algunos autores (Ramos, 1999) la consideran una provincia geológica por derecho propio. La región está representada por una antigua planicie de erosión regional, la peneplanicie San Rafael (Polanski, 1954), labrada durante el Jurásico y el Cretácico, la que está siendo actualmente exhumada debido al levantamiento tectónico ándico (González Díaz, 1972).

A través de este levantamiento cenozoico adquiere características morfoestructurales propias que permiten definirla como una unidad geológica independiente. Las regiones aledañas al Sur no han tenido esta importante deformación ándica, responsable del basculamiento y levantamiento del Bloque de San Rafael.

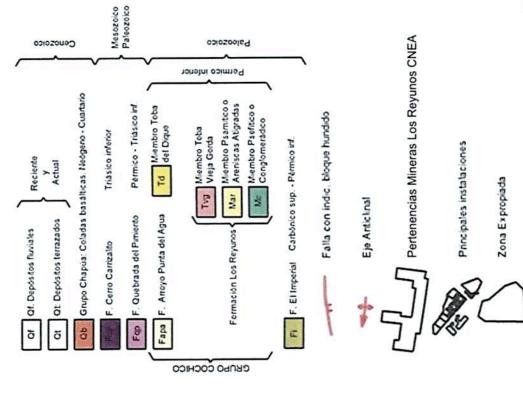
Las rocas aflorantes en el área de estudio son principalmente paleozoicas y cenozoicas (Mapa Nº 4: Geológico).

Los afloramientos dentro de las pertenencias de la CNEA y del área expropiada para la explotación del Yacimiento de Sierra Pintada fueron relevados por el Dr. Rodolfo Amengual y el Ing. Juan Sciortino en el año 2003 (UTN, 2004). El mapa elaborado como resultado del relevamiento se muestra en las Figura 3.1-9.





# REFERENCIAS



Co. Bola

Figura 3.1-9 Mapa geológico de detalle de la zona de estudio. Fuente: UTN, 2004

Agosto 2013 - CAPÍTULO 3 - Página 14



# Estratigrafía de la zona de estudio

A continuación se describen las formaciones geológicas, dentro del área de influencia del CMFSR, de acuerdo a la Figura 3.1-9.

#### Formación El Imperial (Carbónico superior - Pérmico inferior)

Aflora en el sector NNE del área de estudio donde constituye el núcleo de una estructura anticlinal aguda, de rumbo Noroeste - Sudeste, la que concluye en forma abrupta contra una falla de rumbo ONO - ESE, conformando un asomo de reducidas dimensiones.

Dentro de los límites de la zona estudiada está constituida por bancos areniscosos y cuarcíticos con intercalaciones de limolitas y lutitas pardas, fuertemente silicificadas, estratificada en bancos gruesos, muy craquelados. A nivel regional, intervienen también intercalaciones conglomerádicas.

Según Espejo (1990), el ambiente de depósito de estos sedimentos es glacimarino en facies de plataforma distal en la base, variando gradualmente a plataforma proximal y frente de abanico deltaico. En los niveles superiores hay dominio fluvial deltaico - marino somero para terminar en ambiente fluvial por colmatación de la cuenca.

# **GRUPO COCHICÓ**

Este grupo de edad paleozoica se formó en el Pérmico inferior. Está integrado por vulcanitas e hipabisales de composición mesosilícica y sedimentitas. A esta unidad corresponden los afloramientos rocosos más abundantes dentro del área de estudio.

Las investigaciones detalladas realizadas en oportunidad de la exploración y explotación de los yacimientos uraníferos Los Reyunos y Dr. Baulíes, permitieron un notable avance en el conocimiento de este Grupo, el que fue dividido en dos unidades formales que lo componen:

# > Formación Yacimiento Los Reyunos (Pérmico inferior)

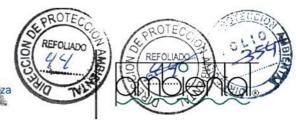
Litológicamente constituida por conglomerados, areniscas, brechas andesíticas, ignimbritas dacíticas a riolíticas feldespáticas y material volcánico removido en masa, que fueron agrupados por Kleiman (2005) en cuatro miembros interdigitados en la secuencia, a saber:

- Psefítico o conglomerádico,
- Andesítico,
- Areniscas Atigradas,
- Toba Vieja Gorda.

Para este trabajo, el mapeo se realizó unificando estos miembros en tres (Psefítico o conglomerádico, Areniscas Atigradas y Toba Vieja Gorda).

Miembro Psefítico o conglomerádico (Incluye al Miembro Andesítico). Son los afloramientos de mayor extensión areal y están ubicados en el sector central de la zona estudiada. En líneas generales está compuesto por fanglomerados, cenoglomerados y conglomerados polimícticos con abundantes clastos que alcanzan tamaño de bloque, provenientes de las rocas del sustrato. Entre las unidades de enfriamiento de las ignimbritas del Miembro Toba Vieja Gorda también se intercalan las brechas andesíticas estratificadas del miembro andesítico, las que en general, son redepósitos del tipo flujo de detritos.





Areniscas Atigradas: forman un afloramiento casi continuo rodeando a los correspondientes al Miembro anterior. Es la roca huésped de la mineralización de uranio y, según Rodríguez y Valdiviezo (1970), se sobrepone mediante una leve discordancia intraformacional sobre el Miembro anterior, con una litología dominante de arenisca de grano fino, con abundantes granos de cuarzo muy redondeados. El espesor es irregular, los engrosamientos, adelgazamientos y en ciertos sectores, la interdigitación y relevo con otras unidades, resulta su característica más saliente.

La arenisca muestra por regla general una gran homogeneidad, selección granométrica, mineralógica y textural, en contraposición con las unidades basal (Miembro Psefítico o conglomerádico) y superior (Miembro Toba Vieja Gorda). En el sector oriental del área de estudio estas areniscas se encuentran metamorfizadas por las riolitas de la Formación Cerro Carrizalito observándose silicificación, dendritas de manganeso; el conjunto tiene una coloración ocre amarillenta y se explotan como rocas de aplicación.

Miembro Toba Vieja Gorda: aflora en el sector occidental del área de estudio; por su mayor competencia a la erosión es el más destacado en el relieve formando un frente de cuesta en el flanco occidental de la estructura y numerosos montes testigos que culminan con estas rocas. Se la considera roca fuente del uranio presente en los yacimientos Los Reyunos y Dr. Baulíes.

Está compuesta por rocas ignimbríticas (flujos de cenizas y pómez) cuya erosión dio origen a los bancos interdigitados del Miembro Areniscas Atigradas mineralizado con uranio. Los afloramientos presentan a distancia un aspecto masivo, con una parte basal que forma lomadas redondeadas y menos erosionadas, y una parte superior, más soldada, más disectada y con disyunción columnar frecuente. El color es gris o rojo, con decoloraciones en las zonas diaclasadas. Las características composicionales de estas rocas permiten clasificarlas mayormente como dacitas y riodacitas, que corresponden a una asociación calcoalcalina de arco volcánico (Japas et. al., 2008).

La Formación Yacimiento Los Reyunos se dispone dentro del área de estudio en discordancia angular sobre los sedimentos de la Formación El Imperial; a nivel regional guarda la misma relación de yacencia con las unidades prepérmicas.

#### Formación Arroyo Punta del Agua (Pérmico inferior)

Aflora coronando la estructura a lo largo de todo el borde oeste y en el sector sur del área de estudio. Está constituida por una secuencia volcaniclástica pobremente estratificada, con conglomerados polimícticos y areniscas feldespáticas de color rojo ladrillo en la parte inferior. En la secuencia son dominantes las brechas andesíticas verdosas e ignimbritas dacíticas grises, asociándose cuerpos de brechas subvolcánicas hipabisales de coloración rojiza clara.

Las ignimbritas forman un banco resistente a la erosión, con formas similares a las del Miembro Toba Vieja Gorda, con una amplia distribución areal y de fácil individualización, conocido en la zona como Toba del Dique por lo cual fue mapeado como tal. Según Salvarredi (1999) esta Formación representa un intervalo de actividad volcánica andesítica proveniente de numerosos centros volcánicos, lo que explicaría los cambios composicionales que se observan y las áreas donde se interdigitan vulcanitas originadas en diferentes centros eruptivos.

Dentro del área de estudio se dispone en discordancia erosiva sobre el Miembro Toba Vieja Gorda de la Formación Yacimiento Los Reyunos; regionalmente, cuando esta falta, yace en discordancia angular sobre el substrato prepérmico.



# Formación Quebrada del Pimiento (Pérmico - Triásico inferior)

Esta unidad está constituida por mantos y diques basálticos y en menor escala andesíticos dispuestos en llamativa coincidencia con fracturas tensionales de rumbo general Noreste - Sudoeste. Afloran en los sectores central y oeste del flanco occidental de la estructura.

Los basaltos son de color gris oscuro, gris verdoso oscuro, violáceo y pardo claro a oscuro, de textura porfírica, afanítica y esferulítica, ocasionalmente amigdaloide. Las andesitas presentan textura porfírica, con fenocristales de feldespato calcoalcalino (andesina media), hipersteno y augita, inmersos en una pasta vítrea. Las andesitas presentan textura porfírica, con fenocristales de feldespato calcoalcalino (andesina media), hipersteno y augita inmersos en una pasta vítrea (Sepúlveda *et al.*, 2007).

Intruyen rocas correspondientes a los Miembros Psefítico o conglomerádico y Toba Vieja Gorda de la Formación Yacimiento Los Reyunos, en el sector central del área, y los correspondientes a la Formación Arroyo Punta del Agua, en el sector sur y occidental.

# Formación Cerro Carrizalito (Pérmico - Jurásico)

Esta formación aflora en el borde oriental del área de estudio y está compuesta fundamentalmente por stocks (Cerro Bola) y diques de pórfidos ácidos, de composición riolítica, color gris claro o blanquecino que pasa a amarillento o rosado por meteorización. Intruye al Miembro Areniscas Atigradas de la Formación Yacimiento Los Reyunos, las que por metamorfismo se silicifican, adquiriendo una mayor tenacidad y coloración amarillenta. Estas características hacen que se puedan trabajar, por lo que se las explota como rocas de aplicación para la construcción.

# GRUPO CHAPÚA (Neógeno - Cuaternario)

Dentro del área de estudio, los afloramientos de esta unidad de edad cenozoica, están constituidos por coladas de composición basáltica, de tonalidades pardo violáceo, pardo oscuro y rojizo, dispuestas en un cuerpo elongado de dimensiones reducidas ubicado en el sector noroeste del área de estudio, en el paraje de La Mesilla y rodeando la Barda Alta de las Avispas.

Una característica de estas rocas dentro del área de estudio es su yacencia en marcada horizontalidad, dispuestas sobre los Miembros Psefítico o conglomerádico y Toba Vieja Gorda de la Formación Yacimiento Los Reyunos y sobre la Formación Arroyo Punta del Agua.

## Depósitos terrazados (Cuaternario)

Ubicado sobre la margen izquierda del antiguo cauce del Arroyo El Tigre. Está constituido por rodados de diversa granulometría, provenientes de las Formaciones infrayacentes, dispuestos en una matriz arenosa a conglomerádica. Forma un pequeño afloramiento suborizontal terrazado.

#### ➢ Qf

Bajo esta denominación, se mapearon los depósitos del cuaternario superior, reciente y actual que, con diferente granulometría y espesor, se ubican en los lechos de los arroyos que avenan el área de estudio. Existen depósitos dispuestos en discordancia sobre las Formaciones infrayacentes en toda el área, pero dado el escaso espesor no fueron mapeados.





#### Estructura local

En el mapa 5, Geomorfológico, se pueden observar las estructuras que dominan la zona de estudio. Tomando como referencia el trabajo de Japas *et al.*, 2008 la fábrica deformacional del Choiyoi inferior (Grupo Cochicó) y de la Formación Agua de los Burros refleja la transgresión asociada a la Fase Orogénica San Rafael y se compone básicamente de arreglos de estructuras compresionales NO, tensionales NE y transpresionales tanto ONO sinestrales como NNO dextrales.

El distrito minero yacimiento Dr. Baulíes - Los Reyunos se encuentra en una estructura de plegamiento mayor (braquianticlinal de El Tigre), cuyo eje principal presenta una orientación NNO, y puede ser interpretada como una estructura de crecimiento (véase Moreno Peral y Salvarredi 1984). Contiene varios cuerpos mineralizados de geometría lenticular distribuidos en las Areniscas Atigradas. Estos cuerpos se encuentran afectados por fallas normales de orientación ENE, desarrolladas durante la Fase Sanrafaélica, las cuales suelen hallarse mineralizadas (Figura 3.1-10b). Las estructuras menores y la fábrica deformacional revelan un grano estructural sanrafaélico. Tanto en el área del yacimiento, como en sectores aledaños al mismo, puede apreciarse el predominio de fajas de deformación ONO de carácter transpresivo sinestral, las cuales tienen correlato regional. En la Figura 3.1-10b se han representado las estructuras principales que afectan a las rocas aflorantes en el área del yacimiento Dr. Baulíes - Los Reyunos. Las fallas transversales al braquianticlinal de El Tigre revelan la existencia de un régimen deformacional con participación de movimientos transcurrentes ya que las estructuras tensionales se orientan subperpendicularmente al eje del pliegue. Asimismo, pueden reconocerse dos fajas localizadas de orientación NNO, las cuales indican movimientos de transcurrencia dextral (Figura 3.1-10b).

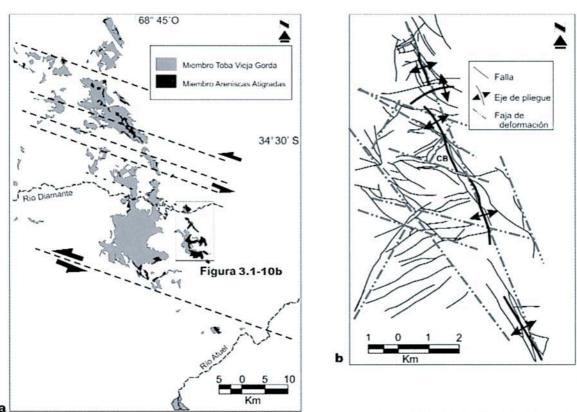


Figura 3.1-10 a) Mapa de afloramientos de las Areniscas Atigradas y de la Toba Vieja Gorda (Fm. Yacimiento Los Reyunos). Las fajas de mayor deformación generan una distorsión de los afloramientos NNE, generando afloramientos regionales NNO a N-S. b) Fábrica deformacional en el área del yacimiento Dr. Baulíes - Los Reyunos donde se emplaza el CMFSR. Las direcciones NNE aparecen desplazadas por las fajas ONO. Las fajas ONO parecen sobreimponerse a las fajas NNO. CB: Cerro Blanco.

Fuente: Japas et. al., 2008.



Los depósitos de uranio vetiformes alojados en rocas de la sección superior del Choiyoi están asociados a una estructuración tensional, la cual se vincularía con la etapa de relajación mecánica postorogénica. Las estructuras mayores (NNO, ONO, NS y en menor medida ENE) controlaron el emplazamiento de los cuerpos subvolcánicos e ignimbríticos de las formaciones Quebrada del Pimiento y Cerro Carrizalito, condicionando la localización de las mineralizaciones albergadas en estas unidades a las direcciones referidas (Japas et al., 2008).

#### 3.1.3 **Suelos**

Según Langillia (Universidad Tecnológica Nacional, 2004), la diversidad morfológica y estructural del relieve mendocino puede clasificarse en lo que se refiere al suelo en:

- 1) Áreas con rocas no consolidadas, y
- 2) Área compuesta de rocas cristalinas ácidas y básicas, areniscas, esquistos calcáreos y arcillas.

En el área del Sistema de la Sierra Pintada, las rocas no consolidadas, formadas por agregados sueltos o clásticos producto de la acción erosiva, fluvial, fluvioglacial y glacial, etc. ocupan gran parte de la porción oriental, integrando el piedemonte y la planicie o llanura.

Los suelos de estas áreas se han formado bajo condiciones de ciclos continentales eólicos de gran aridez o semiaridez. De allí que en todos los casos correspondan a suelos inmaduros y pobres en humus, pero ricos en aporte mineral heterogéneo, los denominados aridisoles (ver Mapa 6: Suelos). En particular, en la zona analizada, el Mapa de Suelos de la República Argentina los clasifica como torrifluventes típicos (Eltc-24).

La zona serrana donde se ubica el CMFSR, corresponde a lo que el Atlas de Suelos de la Argentina clasifica como "R", rocosidad. Es decir que en esta zona el suelo está prácticamente ausente, sin desarrollo de estratos en profundidad y carente de humus. Este terreno sería incapaz de sostener vegetación apreciable.

Sin embargo, es importante hacer notar que la actividad del CMFSR ha producido una cantidad importante de roca partida y molida, material de destape o de descarte y colas de procesamiento, que debido a su granulometría y mejores cualidades de drenaje pueden llegar a generar suelos con el tiempo.

# Contenido de uranio y radio en suelos

Es importante resaltar que los profesionales de la UTN realizaron un muestreo de suelos mediante pozos hechos con barreno manual, en diversas áreas del Complejo asignadas anteriormente a actividades productivas y también en sectores no antropizados, cuyos resultados fueron presentados en el año 2004 como parte del EIA "Remediación y Rehabilitación Sincrónica del Complejo Minero Industrial San Rafael e Integración de la Planta de Producción de Dióxido de Uranio" (Universidad Tecnológica Nacional, 2004).

Se muestrearon ocho puntos en el área de operaciones del Complejo y cinco en una zona no antropizada.

El muestreo del suelo en la zona industrial se efectuó tomando muestras integradas y homogeneizadas, a diferentes profundidades, de acuerdo al siguiente detalle:

- desde cota 0 (superficie) hasta 5 cm de profundidad
- desde 10 cm hasta 30 cm de profundidad
- desde 40 cm hasta 50 cm de profundidad



Debido a la morfología del terreno en la zona no antropizada, las profundidades accesibles para el muestreo fueron diferentes según el sector seleccionado para realizar los estudios. La profundidad máxima alcanzada fue de 250 cm. A continuación se indican las coordenadas de los puntos de muestreo.

| Muestreo    | Pozo de Monitoreo (nomenclatura UTN, 2004) | Pozo de Monitoreo (nueva nomenclatura) | Coordenadas Gauss-Krugger<br>Campo Inchauspe |
|-------------|--|--|--|
|             | l l  | I-1                                    | 6.165.830/ 2.536.550                         |
|             | 11   | 1-2                                    | 6.165.770 / 2.536.497                        |
|             | III  | 1-3                                    | 6.165.840 / 2.536.483                        |
| Zona in-    | IV   | 1-4                                    | 6.165.895 / 2.536.417                        |
| dustrial    | V  | I - 5                                  | 6.165.863 / 2.536.385                        |
|             | VI   | 1-6                                    | 6.165.900/ 2.536.343                         |
|             | VII  | 1-7                                    | 6.165.940/ 2.536.355                         |
|             | VIII                                       | 1-8                                    | 6.165.950/ 2.536.410                         |
|             | ı  | NA - 1                                 | 6.165.500 / 2.536.611                        |
| Zona        | 11   | NA - 2                                 | 6.165.475 / 2.536.673                        |
| no          | III  | NA - 3                                 | 6.165.450 / 2.536.611                        |
| antropizada | IV   | NA - 4                                 | 6.165.475 / 2.536.547                        |
|             | V  | NA - 5                                 | 6.165.475 / 2.536.611                        |

La Figura 3.1-11 muestra la ubicación de estos puntos de muestreo sobre una imagen satelital.

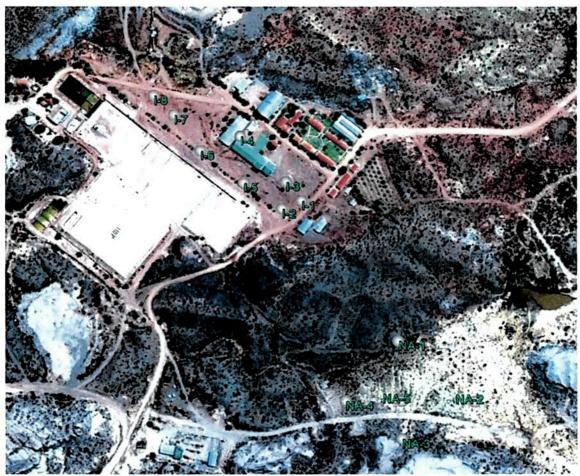


Figura 3.1-11 Ubicación de los puntos de muestreo de suelo. Fuente: elaboración propia con datos de UTN, 2004.



#### Resultados del muestreo en zona industrial

En todas las muestras extraídas, se analizó el contenido de uranio y en cinco de ellas se analizó también el contenido de Ra<sup>226</sup>. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

#### Contenido de uranio en suelos industriales del CMFSR

|                  |      |      |        | Pozo de M  | lonitoreo |       |     |      |
|------------------|------|------|--------|------------|-----------|-------|-----|------|
| Profundidad (cm) | I-1  | I-2  | I-3    | I-4        | I-5       | I-6   | 1-7 | I-8  |
|                  |      |      | Concen | tración de | Uranio (m | g/kg) |     |      |
| 0-5              | 13,0 | 39,9 | 62,1   | 20,0       | 131,9     | 55,3  | 9,2 | 10,0 |
| 10-30            | 2,7  | 4,9  | 11,0   | 8,7        | 76,3      | 11,5  | 4,2 | 1,8  |
| 40-50            | 1,7  | 2,9  | 3,4    | 6,1        | 32,5      | 11,7  | 1,8 | 3,9  |

#### Contenido de radio en suelos industriales del CMFSR

|                  | Pozo de Monitoreo |                   |            |                         |      |  |  |  |
|------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------------|------|--|--|--|
| Profundidad (cm) | I-1               | 1  -2    -4    -6 |            |                         |      |  |  |  |
|                  |                   | Concentr          | ación de R | a <sup>226</sup> (pCi/g | ()   |  |  |  |
| 30               | 0,87              | 4,73              | 14,25      | 10,51                   | 2,02 |  |  |  |

Se observó que la concentración de uranio en la superficie del terreno, es mucho mayor que en profundidad. Esto se atribuye al arrastre de material desde las pilas de lixiviación<sup>2</sup> por efecto del viento. Este efecto es más notable en los pozos I-3, I-5 e I-6, cercanos a dichas pilas.

# Resultados del muestreo en zona no antropizada

Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Contenido de uranio en suelos no antropizados en el área del CMFSR

|                  |                                 | Pozo de Monitoreo |      |            |           |  |  |  |  |  |  |
|------------------|---------------------------------|-------------------|------|------------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| Profundidad (cm) | NA-1                            | NA-2              | NA-3 | NA-4       | NA-5      |  |  |  |  |  |  |
|                  | Concentración de Uranio (mg/kg) |                   |      |            |           |  |  |  |  |  |  |
| 5                | 3,5                             | 3,5               | 2,0  | 3,6        | 2,8       |  |  |  |  |  |  |
| 30               | 6,2                             | 1,7               | 33,8 | 6,7        | 5,0       |  |  |  |  |  |  |
| 50               | 5,8                             | 1,8               | 51,6 | 13,2       | 8,9       |  |  |  |  |  |  |
| 100              |                                 | 2,5               | 16,5 |            | 19,2      |  |  |  |  |  |  |
| 150              |                                 | 2,7               | 16,5 | MARKET     | 136,6     |  |  |  |  |  |  |
| 200              |                                 |                   | 17,1 | ALLER COLD |           |  |  |  |  |  |  |
| 250              |                                 |                   | 12,6 |            | RESERVED. |  |  |  |  |  |  |

# Contenido de radio en suelos no antropizados en el área del CMFSR

|                  | Pozo de Monitoreo                          |      |       |          |        |  |  |  |  |  |
|------------------|--|------|-------|----------|--------|--|--|--|--|--|
| Profundidad (cm) | NA-1                                       | NA-2 | NA-3  | NA-4     | NA-5   |  |  |  |  |  |
|                  | Concentración de Ra <sup>226</sup> (pCi/g) |      |       |          |        |  |  |  |  |  |
| 0                | 8,41                                       |      |       | 4,38     |        |  |  |  |  |  |
| 50               | 8,10                                       |      |       | 11,03    |        |  |  |  |  |  |
| 100              |  | 1,88 |       |          | 45,03  |  |  |  |  |  |
| 150              |  | 8,70 |       |          | 103,12 |  |  |  |  |  |
| 200              | GOLDINE.                                   |      | 17,79 |          |        |  |  |  |  |  |
| 250              |  |      | 11,67 | NAMES OF |        |  |  |  |  |  |

Como era de esperar, se observan contenidos de uranio menores que los encontrados en la zona industrial. Se observa también la variación errática de los contenidos de uranio y radio en profundidad. En el EIA mencionado con anterioridad (UTN, 2004) se puede encontrar más información sobre los muestreos realizados, así como los protocolos de análisis correspondientes.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> El mineral está seco debido al cese de operaciones de la mina en 1997.





# 3.1.4 Hidrología Superficial y Subterránea

# 3.1.4.1 Recursos hídricos superficiales

# Arroyo El Tigre

Aproximadamente el 80% del predio del Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) se encuentra ubicado en el interior de la cuenca del Arroyo El Tigre, que se desarrolla en sentido Sudoeste - Noreste (UTN, 2004). Las máximas alturas de las divisorias de aguas son el Cerro Alto (1.688 msnm) y el Cerro Negro de las Salinas (1.657 msnm) al Sudoeste.

El sector Noroeste de la cuenca es drenado por el arroyo Punta del Agua y el Sudoeste por el arroyo Seco El Potrerito; de la confluencia de estos nace el Arroyo El Durazno o El Tigre que luego de escurrir aproximadamente 8 km en dirección Sudoeste - Noreste recibe sobre la margen derecha al arroyo La Pintada, tramo a partir del cual el arroyo toma la denominación definitiva de El Tigre.

Aguas abajo de la citada confluencia, el curso de agua fue desviado y encauzado hacia la margen derecha por medio de terraplenes excavando un canal a fin de evitar el ingreso de la corriente de agua a la Cantera Tigre I, importante depósito uranífero, ubicado en el cauce del arroyo. Los siguientes son los principales afluentes del Arroyo El Tigre:

- Arroyo El Toscal, desemboca en el tramo modificado, por margen derecha. El cauce original del Arroyo El Tigre se desvió hacia el cauce de este arroyo;
- Arroyo El Toscalito, se integra unos 450 m aguas abajo de El Toscal, también sobre la margen derecha:
- Arroyo Gendarmería, se une al Arroyo El Tigre aproximadamente 600 m aguas abajo de esta última confluencia, donde el canal de desvío se conecta con su cauce original.

Aguas abajo de ésta confluencia el arroyo es nuevamente encauzado, en un canal excavado, por una distancia de aproximadamente 690 m, en forma casi recta entre las escombreras de los Sectores VII y IX y, luego de recorrer 3.800 m, desemboca en el Río Diamante.

En los cursos de agua mencionados el caudal es transitorio, salvo para el Arroyo El Tigre cuyo caudal es permanente, producto de una respuesta inmediata a las precipitaciones pluviales como consecuencia de las pendientes y la escasa capacidad de infiltración de los terrenos que conforman la cuenca.

Luego de una temporada de precipitaciones elevadas se puede observar la reactivación de vertientes en distintos puntos de la cuenca, con caudales muy bajos y efímeros. El caudal normal aproximado del Arroyo El Tigre es de 0,19 m³/s, según determinaciones de la División Seguridad y Ambiente del CMFSR.

La superficie total de la cuenca del Arroyo El Tigre, hasta la sección de desvío, es de 273 km² con una longitud del cauce principal de 28 km y con una pendiente media de 1,9%; mientras que la superficie de aporte hasta la confluencia con el río Diamante es de 287 km².

El Arroyo El Tigre presenta un marcado control estructural, con un cauce encajonado con escaso desarrollo de depósitos fluviales y reducidas planicies aluviales formadas por elementos detríticos gruesos a muy gruesos, lo que muestra la energía y la capacidad de transporte del agente.





#### Río Diamante

Como se mencionó anteriormente, el Arroyo El Tigre es afluente del Río Diamante, cuya cuenca abarca una superficie aproximada de 12.523 km², en la zona Sur de la Provincia de Mendoza (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación, 2008).

Las aguas que escurren por el río Diamante provienen principalmente del derretimiento nival, con un comportamiento similar a los otros ríos de la provincia (caudales mayores en verano y caudales de estiaje en invierno). Su caudal medio anual es de 40 m³/s (valores típicos Estación Los Reyunos), el cual alimenta a la mayor parte del Departamento San Rafael. El Arroyo El Tigre, uno de sus afluentes menores, desemboca en el Río Diamante aguas arriba del Derivador Galileo Vitale e inmediatamente aguas abajo del Compensador El Tigre.

#### Relación de las instalaciones del CMFSR con la red hidrográfica local

El área donde se ubica la mayor parte de las instalaciones del CMFSR drena hacia el Arroyo El Tigre en el tramo reencauzado artificialmente. La siguiente es la relación entre las principales instalaciones del CMFSR y el escurrimiento superficial (UTN, 2004):

- En la cuenca del arroyo El Toscal se encuentran: escombreras de estériles de minería, Canteras Tigre III,
   Gaucho I y II, acopio de marginales, parte de las lagunas de efluentes líquidos y residuos sólidos, etc.
- En la cuenca del arroyo El Toscalito se emplazan: planta de trituración de minerales, pilas de lixiviación, cisternas, planta de concentración, escombreras de estériles, antiguo dique pulmón, oficinas, etc.
- En la cuenca del arroyo Gendarmería se encuentran lagunas de efluentes líquidos y residuos sólidos de planta, el nuevo dique pulmón, escombreras de estériles y de minerales marginales.
- En la cuenca formada por los aportes al antiguo cauce del Arroyo El Tigre se encuentran: escombreras de estériles y las canteras Tigre I y La Terraza.
- En las pequeñas quebradas innominadas que aportan en forma directa al Arroyo el Tigre se encuentran: escombreras de estériles y minerales marginales.

Los aportes de la cuenca abandonada del Arroyo El Tigre son captados por las lagunas de las canteras Tigre I y La Terraza.

#### Calidad del agua superficial

#### Datos preoperacionales

La siguiente figura muestra los puntos de muestreo que se monitorearon durante las campañas geoquímicas realizadas para la prospección de uranio, previas al comienzo de operaciones en el CMFSR (CNEA: Santomero, 1978):



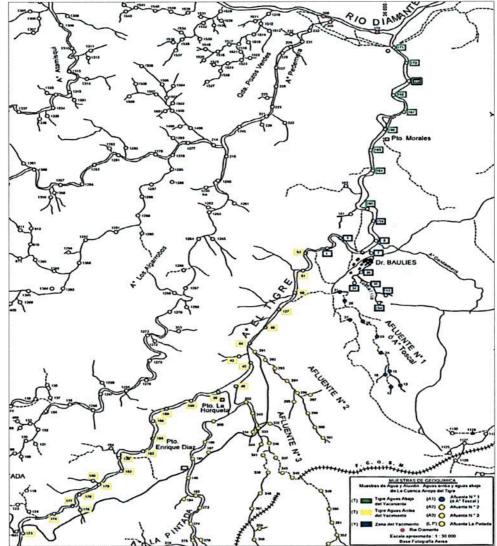


Figura 3.1-12 Ubicación de los puntos de toma de muestras de Agua y Aluvión de la cuenca del Aº El Tigre. (CNEA: Santomero, 1978)

Para el análisis comparativo de los resultados analíticos<sup>3</sup> del muestreo de agua y aluvión, realizado por la División Geoquímica en las campañas de exploración de 1974 y 1976, se agruparon los resultados en tres sectores principales con referencia a la zona del yacimiento, según se observa en plano de la figura anterior:

- a) Aº El Tigre Aguas Abajo del yacimiento (marcado en verde en el mapa)
- b) Aº El Tigre Zona del yacimiento (marcado en azul)
- c) A° El Tigre Aguas Arriba del yacimiento (marcado en amarillo) y dentro de este sector se subagrupan los afluentes denominados como N° 1 (El Toscal), N° 2 y N° 3 y A° La Pintada.<sup>4</sup>

Para cada grupo se calculó la concentración media de uranio, que se muestra en el siguiente cuadro, junto con los valores mínimos y máximos encontrados. El detalle de los resultados de todas las muestras se encuentra en el Anexo 1, junto con los correspondientes protocolos de análisis químico.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Análisis de uranio realizado por el laboratorio de la Regional Cuyo de la CNEA.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> No fue posible tomar muestra de agua en los afluentes N° 1 a 3 que, debido a su carácter efímero, sólo llevan agua suficiente para un muestreo representativo después de las ocasionales lluvias torrenciales que pueden producirse durante los meses estivales.



Cuadro Comparativo Aguas Arriba y Abajo del A° El Tigre

|                        |             |            |          | UR   | ANIO        |       |          |      |
|------------------------|-------------|------------|----------|------|-------------|-------|----------|------|
| LUGAR DE EXTRACCIÓN    |             |            | AGUA     |      |             |       |          |      |
| LUGAR DE EXTRACCION    | Cantidad de | VAL        | ORES (pp | m)   | Cantidad    | VAL   | ORES (pr | ob)  |
|                        | Muestras    | MEDIA Máx. |          | Mín. | de Muestras | 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  |
| Afluente N° 1 o Toscal | 10          | 10,6       | 73       | 0,9  | 0           |       |          |      |
| Afluente N° 2          | 10          | 0,5        | 0,7      | 0,3  | 0           |       |          |      |
| Afluente N° 3          | 23          | 0,7        | 2,8      | 0,3  | 0           |       |          |      |
| Aº La Pintada          | 13          | 0,5        | 0,8      | 0,3  | 6           | 11,9  | 13,1     | 9,8  |
| Total de Muestras      |             | 101        |          |      |             | 41    |          |      |

En el cuadro anterior se puede observar que los valores medios de Uranio (tanto en aluvión como en agua) en el sector del Aº El Tigre que se encuentra aguas abajo del yacimiento aproximadamente duplican los valores hallados en el sector aguas arriba del yacimiento. También se puede ver que los tenores más altos de uranio se registraron en la zona del yacimiento (en aluvión y en agua) y en el Aº El Toscal (aluvión) que se encuentra cercano al Sector El Gaucho, ya explotado<sup>5</sup>.

En general se observa que la variabilidad de los tenores de uranio en las muestras es baja, salvo en la zona de influencia del yacimiento propiamente dicho (Tigre I - La Terraza) y en la zona de El Toscal, donde se registran los máximos y medias más altos. A continuación se presenta el número limitado de datos obtenidos sobre el río Diamante.

Muestras Extraídas sobre el Río Diamante (entre los arroyos Pedernera y Tigre)

| LUGAR DE<br>EXTRACCIÓN | URANIO      |         |           |      |             |       |             |      |  |  |  |  |
|------------------------|-------------|---------|-----------|------|-------------|-------|-------------|------|--|--|--|--|
|                        |             | ALUVIÓI | N         | AGUA |             |       |             |      |  |  |  |  |
| EXTRACCIÓN             | Cantidad de | VAL     | ORES (ppi | m)   | Cantidad de | VAL   | LORES (ppb) |      |  |  |  |  |
|                        | Muestras    | MEDIA   | Máx.      | Mín. | Muestras    | MEDIA | Máx.        | Mín. |  |  |  |  |
| RÍO DIAMANTE           | 7           | 0,5     | 0,9       | 0,3  | 1           | 0,8   | 0,8         | 0,8  |  |  |  |  |

# Datos del monitoreo realizado por CNEA

La División de Ambiente y Seguridad del CMFSR mantiene sistema de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas en puntos fijos del predio del Complejo. Este sistema permite mantener un registro de las variaciones naturales del patrón de migración del uranio y detectar eventuales anomalías por intervención antrópica o sucesos naturales. Aquí se informan los datos estadísticos de los siguientes puntos, seleccionados debido a su representatividad como indicadores del efecto de la actividad del Complejo sobre la composición de las aguas. Estos puntos son los siguientes:

| Punto<br>Nº | Ubicación  | Coordenadas<br>Campo Ir | Gauss Kruger<br>nchauspe |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|
| IN-         |  | X                       | Y                        |
| 9           | A° El Tigre, aguas arriba del CMFSR                            | 2.534.216,13            | 6.164.100,07             |
| 86          | A° El Tigre, aguas abajo del CMFSR                             | 2.536.156,93            | 6.170.082,94             |
| 89          | Río Diamante, aguas arriba de la desembocadura del Aº El Tigre | 2.535.828,34            | 6.170.330,34             |
| 95          | Río Diamante, aguas abajo de la desembocadura del Aº El Tigre  | 2.540.276,72            | 6.172.329,04             |

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Aunque la media de los valores de uranio en las muestras tomadas en el Aº La Pintada, es comparativamente alta, el valor en aluvión está dentro de los valores normales para la zona indicando que este valor es poco representativo de la mineralización probablemente debido al menor caudal de este arroyo comparado con el Tigre, que disminuiría la dilución del uranio, aumentando su concentración.





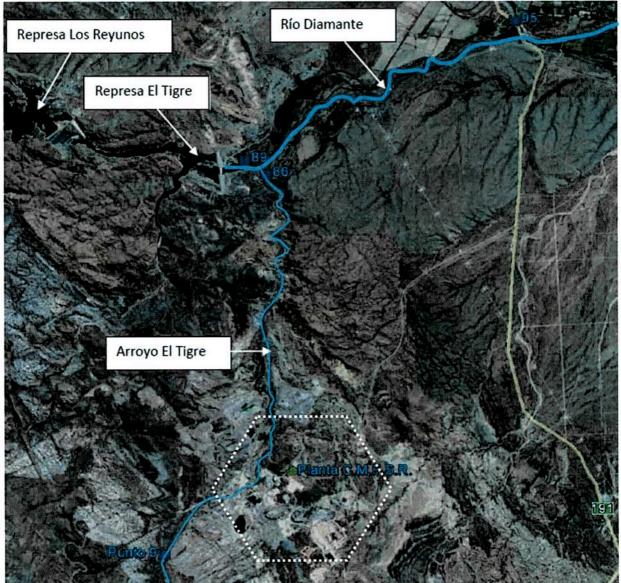


Figura 3.1-13 Ubicación de los puntos de monitoreo de aguas superficiales considerados en este estudio.

# Arroyo El Tigre

Las siguientes figuras muestran la media anual del contenido de uranio y radio en este arroyo, antes y después de pasar por el CMFSR.



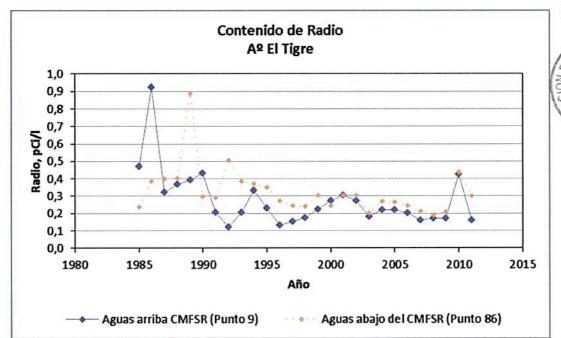


Figura 3.1-14 Comparación del contenido de radio en el Arroyo El Tigre, antes y después de pasar por el CMFSR.

Se puede observar en esta figura que el contenido de radio en el A° El Tigre, aguas arriba y aguas abajo del sector del yacimiento se encuentra en el mismo orden. Algunas de las mediciones realizadas entre 1985 y 1995 muestran valores notablemente diferentes en los dos puntos de monitoreo; sin embargo, esta diferencia es errática y no se pueden sacar conclusiones de la misma.

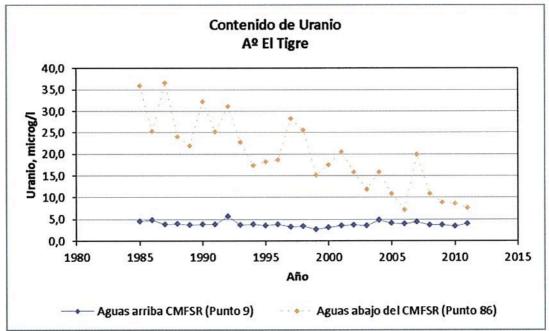


Figura 3.1-15 Comparación del contenido de uranio en el Arroyo El Tigre, antes y después de pasar por el CMFSR.

Se mostró anteriormente en este capítulo que, previo al inicio de los trabajos de explotación y tratamiento del mineral, los contenidos de uranio sobre el Aº El Tigre, tanto en aluvión como en agua, se duplicaban naturalmente a su paso por la zona del actual yacimiento. Se puede observar en la Figura 3.1-15, que el tenor de uranio en las muestras aguas abajo del yacimiento sigue siendo mucho más alto que el determinado en las muestras tomadas aguas arriba, debido a la presencia natural de uranio en la zona.



Es importante notar que, a pesar que los valores considerados son medias anuales (lo cual implica una menor variabilidad de los datos), la variación interanual es muy importante. De todos modos, se observa una clara tendencia del contenido de uranio aguas abajo a disminuir, mientras que la concentración determinada aguas arriba se mantiene aproximadamente constante y con escasa variación interanual.

#### Río Diamante

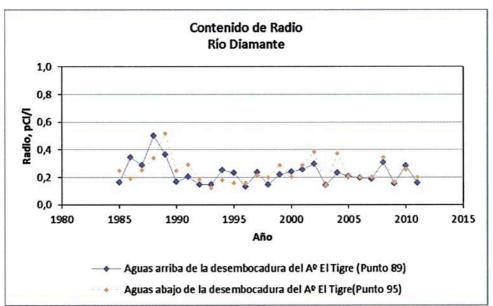


Figura 3.1-16 Comparación del contenido de radio en el Río Diamante, antes y después de la desembocadura del Arroyo El Tigre.

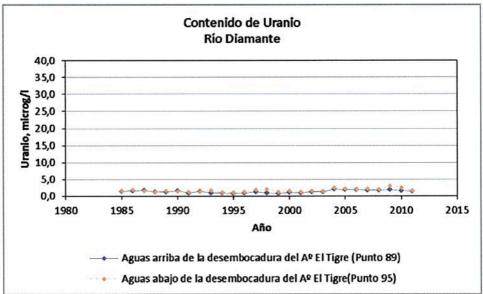


Figura 3.1-17 Comparación del contenido de uranio en el Río Diamante, antes y después de la desembocadura del Arroyo El Tigre.

Observando los datos presentados en las Figuras 3.1-16 y 17, se puede apreciar que la descarga del Arroyo El Tigre en el Río Diamante no altera apreciablemente la composición del mismo.

Esto se debe principalmente a la gran diferencia de caudales entre los dos cuerpos de agua. Mientras el Río Diamante tiene un caudal promedio de unos 40 m³/s, el Arroyo El Tigre tiene un caudal medio de



0,19 m³/s, lo cual indica que El Tigre contribuye menos del 0,5% del caudal medio del Río Diamani en la zona de confluencia.

# Muestreo de aguas superficiales

El 6 de noviembre de 2012 se llevó a cabo un muestreo de agua superficial en los puntos de control que se muestran en la Figura 3.1-13. El muestreo fue realizado por un técnico del laboratorio CorpLab, bajo la supervisión de profesionales de Estudios y Servicios Ambientales SRL y de la CNEA. En cada punto se tomaron cinco muestras de un mismo tenor:

- 1. Muestra para la determinación de su composición físico-química, incluyendo contenido de metales pesados y uranio, por el laboratorio certificado CorpLab, San Juan, Argentina.
- 2. Muestra para la determinación de la concentración de radio en agua, enviada a Activation Laboratories Ltd., BC, Canadá.
- 3. Muestra para análisis completo en los laboratorios centrales de CNEA en Buenos Aires.
- 4. Muestra para análisis completo en el laboratorio del CMFSR, perteneciente a CNEA.
- 5. Muestra testigo, conservada en los laboratorios del CMFSR.

Todas las muestras fueron igualmente tratadas y preservadas siguiendo métodos estándar de laboratorio, adecuados al tipo de muestra y a los elementos a analizar.

En este apartado se presentan los contenidos de uranio (analizado en CorpLab) y radio (analizado por Activation Laboratories Ltd.). Los protocolos de análisis completos, que abarcan todos los parámetros analizados para cada muestra, se presentan en el Anexo 12. Las metodologías utilizadas para el análisis de uranio y radio y sus correspondientes límites de detección se muestran en el siguiente cuadro.

| Parámetro<br>Analizado | Metodología de Análisis      | LCM*                   |
|------------------------|------------------------------|------------------------|
| Uranio Total           | EPA 3005A / 6010C            | 10 μg/l                |
| Radio 226              | Espectroscopía de Rayos Alfa | 0,005 Bq/I (0,138 pCi) |

\*Límite de detección del método utilizado

Los contenidos de Ra 226 y U en las muestras analizadas se presentan a continuación.

| Punto |  | Contenido de Ra 226 |        |  |  |
|-------|--|---------------------|--------|--|--|
| Nº    | Ubicación  | Bq/I                | pCi    |  |  |
| 9     | A° El Tigre, aguas arriba del CMFSR                            | <0,005              | <0,138 |  |  |
|       | A° El Tigre, aguas abajo del CMFSR                             | 0,006               | 0,165  |  |  |
|       | Río Diamante, aguas arriba de la desembocadura del Aº El Tigre | <0,005              | <0,138 |  |  |
|       | Río Diamante, aguas abajo de la desembocadura del Aº El Tigre  | <0,005              | <0,138 |  |  |

Considerando las Figuras 3.1.14 y 3.1.16, se puede ver que en los 25 años (entre 1985 y 2010) que abarcan las estadísticas graficadas, las medias anuales del contenido de radio en los puntos de control varían de distinta manera según el punto considerado.

| Punto |  | Contenido de Ra 226 (pCi) |        |  |
|-------|--|---------------------------|--------|--|
| N°    | Ubicación  | Mínimo                    | Máximo |  |
| 9     | A° El Tigre, aguas arriba del CMFSR                            | 0,11                      | 0,92   |  |
|       | A° El Tigre, aguas abajo del CMFSR                             | 0,19                      | 0,89   |  |
| 89    | Río Diamante, aguas arriba de la desembocadura del Aº El Tigre | 0,12                      | 0,50   |  |
| 95    | Río Diamante, aguas abajo de la desembocadura del Aº El Tigre  | 0,12                      | 0,53   |  |







Comparando estos límites de variación con los datos del muestreo realizado, se observa que en todos los casos, éstos están en la zona más baja del rango de variabilidad del contenido de radio tanto en el Arroyo El Tigre como en el Río Diamante.

| Punto<br>Nº | Ubicación  | Contenido de U<br>(µg/l) |
|-------------|--|--------------------------|
| 9           | A° El Tigre, aguas arriba del CMFSR                            | <10                      |
| 86          | A° El Tigre, aguas abajo del CMFSR                             | <10                      |
| 89          | Río Diamante, aguas arriba de la desembocadura del Aº El Tigre | <10                      |
| 95          | Río Diamante, aguas abajo de la desembocadura del Aº El Tigre  | <10                      |

Realizando el mismo análisis para el tenor de uranio en aguas, se obtiene:

| Punto | Punto Ubicación  | Contenido de Uranio (µg/l) |        |
|-------|--|----------------------------|--------|
| N°    |  | Mínimo                     | Máximo |
| 9     | A° El Tigre, aguas arriba del CMFSR                            | 3                          | 6      |
| 86    | A° El Tigre, aguas abajo del CMFSR                             | 7                          | 37     |
| 89    | Río Diamante, aguas arriba de la desembocadura del Aº El Tigre | 1                          | 2      |
| 95    | Río Diamante, aguas abajo de la desembocadura del Aº El Tigre  | 1                          | 3      |

Se puede observar que en todos los puntos de control, el contenido de uranio en las muestras tomadas en noviembre de 2012 se encuentra por debajo del límite de detección del método de análisis utilizado (10 microgramos/l), ubicando estos resultados dentro del rango de variación observado en el monitoreo efectuado por CNEA. Cabe aclarar que los valores del monitoreo de CNEA por debajo de los 10 microgramos/l, pueden cuantificarse debido a la mayor sensibilidad de los equipos utilizados por la Comisión.

Es importante enfatizar que los valores reportados en este apartado son representativos de la composición del agua en cada punto de muestreo *para el momento del muestreo realizado.*, mientras que los datos de monitoreo (Figuras 3.1.14 a 3.1.17) se presentan como *medias anuales* de composición del agua en los mismo puntos de control.

Para finalizar, se dan a continuación los tenores de uranio registrados en distintos cuerpos de agua de la Provincia de Mendoza (Tomellini *et al.* 1995).

| Punto de Muestreo                      | Uranio Natural<br>(µg/l) | Radio-226<br>(pCi/l) |
|--|--------------------------|----------------------|
| Cuenca Río Mendoza                     |                          |                      |
| Río Mendoza (naciente)                 | 1,5                      | <0,1                 |
| Río Mendoza (Estación Guido)           | 1,9                      | 0,10                 |
| Río Mendoza (Potrerillos)              | 2,0                      | <0,1                 |
| Río Mendoza (Pte. Barracas)            | 6,8                      | <0,1                 |
| Río Mendoza (Dique Cipolletti)         | 2,0                      | <0,1                 |
| Río Mendoza (Pte. Palmira)             | 10,0                     | <0,1                 |
| Cuenca Río Diamante                    |                          |                      |
| A° La Faja                             | 0,5                      | 0,14                 |
| A° Hondo                               | 0,4                      | 0,20                 |
| Aº Carrizalito                         | 1,6                      | 0,16                 |
| A° La Jaula                            | 0,6                      | 0,18                 |
| Vertiente Las Aucas                    | 1,6                      | 0,18                 |
| A° El Salto                            | 0,7                      | 0,12                 |
| Río Diamante (Dique Agua del Toro)     | 0,6                      | 0,10                 |
| Río Diamante (Dique Los Reyunos)       | 0,8                      | 0,09                 |
| Río Diamante (Agua potable San Rafael) | 1,8                      | 0,15                 |





En general los contenidos de Uranio natural y Radio-226 están dentro de los niveles naturales que tienen las aguas de los ríos y mares del planeta (3 µg/l de Uranio Natural). Sin embargo existen algunos puntos sobre los ríos Mendoza y Tunuyán, donde se incrementan con respecto a los valores promedios de dichos ríos.

#### **Aguas Minerales**

| Punto de Muestreo                   | Uranio Natural (µg/l) | Radio-226 (pCi/l) |  |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|
| Zona de Villavicencio               | 0,6                   | 0,14              |  |
| Dpto. San Rafael                    | 1,0-3,1               | 0,10-0,20         |  |
| Dpto. San Carlos                    | 2,5                   | 0,14              |  |
| Dpto. Tunuyán                       | 2,5                   | 0,10              |  |
| Dpto. Tunuyán, zona El Manzano      | 2,2                   | 0,10              |  |
| Dpto. Luján de Cuyo, zona El Salto  | 6,9                   | 0,42              |  |
| Dpto. Malargüe, zona Bardas Blancas | 1,1                   | 0,12              |  |

Sus contenidos presentan variaciones que están dentro de los valores naturales de la zona y muy por debajo de los valores permisibles. Llama la atención la concentración en Uranio y Radio-226 en la zona del Salto (Luján de Cuyo), la cual podría ser consecuencia del gran número de manifestaciones uraníferas existentes en la zona, que al ser atravesadas en profundidad, lixivian ambos elementos. No obstante sus contenidos están por debajo de los valores permisibles.

#### 3.1.4.2 Recursos hídricos subterráneos

El CMFSR se emplaza principalmente sobre rocas del Grupo Cochicó (Mapa Nº 4: Geológico), específicamente de la Formación Yacimiento Los Reyunos - Miembros Psefítico, Areniscas Atigradas y Toba Vieja Gorda (Figura 3.1-9). Muy escasa consideración se debe hacer de los Depósitos Cuaternarios ya que se ubican en algunos sectores de los cursos de agua, tienen escasa potencia y están compuestos por una granulometría extendida y predominancia de arena.

Estas rocas se encuentran intensamente fracturadas, tanto por diaclasas como por fallas, en especial el miembro Toba Vieja Gorda que está fuertemente diagenizada y diaclasada y muy afectada por fallas, resultando fracturas más persistentes y continuas que en el resto de los miembros.

Considerando que la permeabilidad primaria es prácticamente despreciable en los Miembros Psefítico y Psamítico y nula en las tobas (Mapa Nº 7: Hidrogeológico) y, ante la evidencia de la existencia de agua subterránea en todas las perforaciones realizadas en el CMFSR, se considera que estas rocas constituyen un acuífero en medio fisurado con una permeabilidad secundaria.

Este acuífero es anisótropo ya que las fracturas (diaclasas y fallas) que lo conforman son variables en abertura, longitud, interconexión y densidad. También es muy importante la disminución de la fracturación y, consecuentemente, de la conductividad hidráulica de las rocas, en profundidad (CNEA: Salvioli et al. 1984).

La recarga del acuífero se produce por la infiltración del agua de lluvia y su subsecuente percolación hasta el nivel saturado a través de las fracturas de la roca. La infiltración y por ende la recarga es sumamente variable en toda la zona analizada, debido a la variabilidad espacial de las fracturas, la distribución de las pendientes superficiales (en general son muy abruptas en las divisorias de cuenca y más suaves en los colectores principales), la distribución de la vegetación y las alteraciones antrópicas registradas en la zona.

El flujo de agua subterránea depende de la interconexión entre fracturas y de la aptitud de éstas para el pasaje de agua, puesto que pueden estar parcial o totalmente obstruidas por material fino de baja per-





meabilidad, también inciden los planos de estratificación ya que en general pueden favorecer la circulación.

Estos elementos: recarga y circulación, asociados con la anisotropía del acuífero, hacen que el flujo subterráneo tenga un comportamiento muy diferente al que se produce en un acuífero homogéneo conformado por materiales con estructura y porosidad uniforme. Se pudo observar en el campo que piezómetros muy próximos entre sí no registran una respuesta similar ante un mismo impulso; por ejemplo, se encontró que al bombear y vaciar un pozo de observación y muestreo, el nivel piezométrico se recuperó en forma inmediata, mientras que con la misma operación en un pozo cercano, el agua demoró varias horas en recuperar su nivel original.

# Flujo Subterráneo

Como en toda cuenca típicamente montana, el relieve es el principal condicionante del direccionamiento del flujo subterráneo, el agua fluye de las zonas topográficamente más elevadas hacia las más bajas, concentrándose en los cauces que drenan la cuenca; cuando el nivel piezométrico supera el nivel del terreno natural se desarrollan vertientes, que por lo general están asociadas a cambios abruptos de pendiente, y al afloramiento en superficie de fallas o zonas de contacto de rocas puesto que son elementos concentradores de flujo. Con este control topográfico el Arroyo El Tigre constituye el nivel de base o recepción del flujo subterráneo de las distintas cuencas menores que existen en la zona de emplazamiento del CMFSR.

# Calidad del agua subterránea

Para determinar la calidad del agua superficial se siguió el criterio de seleccionar puntos sobre el Arroyo El Tigre, inmediatamente aguas arriba (N° 9) y aguas abajo del Complejo (N°° 86, previo a la desembocadura en el río Diamante), con el fin de evaluar el efecto de la presencia y actividad del CMFSR sobre las aguas del colector principal en la zona de emplazamiento del mismo.

Con el mismo criterio, de los 48 puntos de monitoreo de aguas subterránea que posee el CMFSR (33 perforaciones internas al Complejo y 15 perforaciones externas), se seleccionaron para la evaluación de la calidad del agua subterránea puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo del Complejo, en el sentido de flujo del agua subterránea (desde los puntos topográficamente más altos hacia el Arroyo El Tigre). A estos puntos se agregó un punto sobre la cuenca del Arroyo Pavón (206), que es la zona prevista para el vuelco del agua tratada (llevados a calidad de agua de riego) del tratamiento de las aguas de cantera (AC) y los residuos sólidos (RS). Las coordenadas de los puntos seleccionados se dan a continuación.

| Punto  | Ubicación                                    | Coordenadas Gauss Kruger<br>Campo Inchauspe |              |
|--------|--|---|--------------|
| N°     |  | X   | Y            |
| T-27   | Cuenca Aº El Toscal, aguas arriba del CMFSR  | 2.536.334,68                                | 6.163.282,39 |
| PN-168 | Cuenca Aº Gendarmería, aguas abajo del CMFSR | 2.536.169,60                                | 6.166.293,47 |
| PN-172 | Cuenca Aº El Tigre, aguas abajo del CMFSR    | 2.536.021,03                                | 6.167.303,17 |
| 206    | Cuenca Aº Pavón                              | 2.537.935,83                                | 6.164.805,35 |

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos citados.



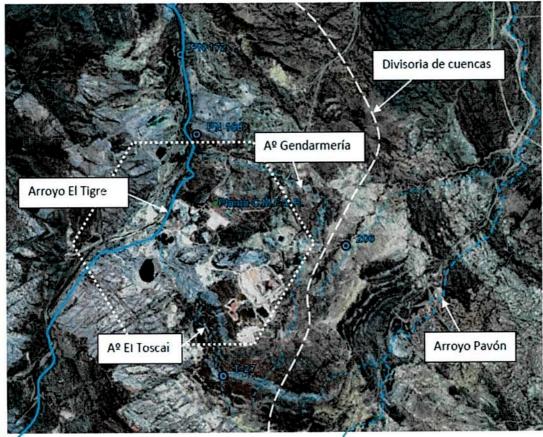


Figura 3.1-18 Ubicación de los puntos de monitoreo de agua subterránea seleccionados para este estudio.

A continuación se presentan los datos estadísticos que resumen la variación de la calidad de agua subterránea en la zona del CMFSR.

# Cuenca Aº El Tigre

Las siguientes figuras muestran la variación de los contenidos de uranio y radio en las aguas subterráneas de la cuenca del A° El Tigre, aguas arriba y aguas abajo del CMFSR.

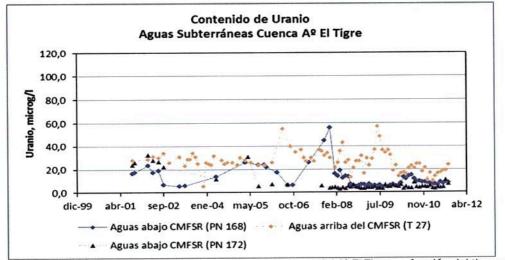


Figura 3.1-19 Variación del contenido de uranio en la cuenca del Aº El Tigre en función del tiempo.



Se puede observar en la figura precedente que aunque existe una importante variabilidad en los tenores de uranio registrados tanto aguas arriba como aguas abajo del CMFSR, en general el contenido del citado elemento es mayor (entre 2 y 6 veces) aguas arriba del Complejo que aguas abajo del mismo. Esto se debe probablemente a que el punto de muestreo T 27 se encuentra en la cuenca del Aº El Toscal, naturalmente mineralizada.

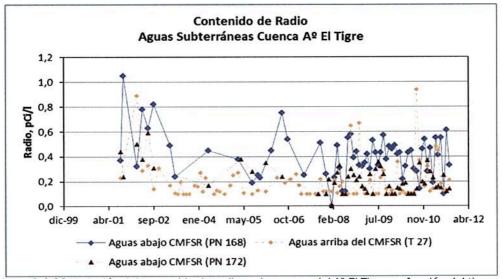


Figura 3.1-20 Variación del contenido de radio en la cuenca del Aº El Tigre en función del tiempo.

Por su parte, como muestra la Figura 3.1-20, el contenido de radio aguas arriba del Complejo y aguas abajo del mismo no muestra una diferencia que supere la variación natural de los datos.

# Cuenca Aº Pavón

En las siguientes figuras se presentan los contenidos de uranio y radio en la cuenca del Aº Pavón. Como se puede observar en la Figura 3.1-18, en que se muestra la ubicación de los puntos de muestreo, esta zona no se encuentra antropizada.

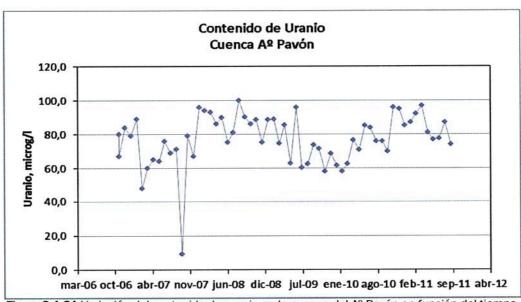


Figura 3.1-21 Variación del contenido de uranio en la cuenca del Aº Pavón en función del tiempo.



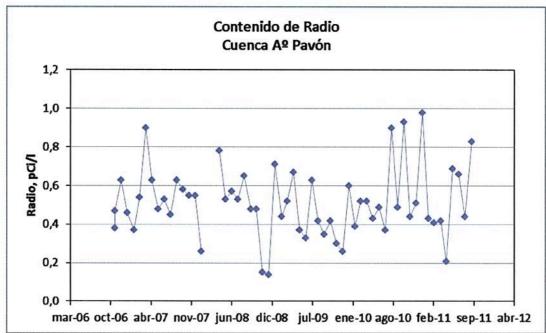


Figura 3.1-22 Variación del contenido de radio en la cuenca del Aº Pavón en función del tiempo.

Se puede observar en las figuras que anteceden que el contenido de uranio y radio en la cuenca del  $A^o$  Pavón es mayor que en la cuenca del Arroyo El Tigre. Particularmente, en el caso del uranio, los valores en la cuenca del Pavón varían mayormente entre los 60 y los 100 µg/l, mientras que en la cuenca del Tigre, estos valores sólo ocasionalmente alcanzan máximos cercanos a 60 µg/l, con la mayoría de los valores entre 5 y 40 µg/l.

#### Muestreo de aguas subterráneas

Coincidentemente con el muestreo de aguas superficiales, el 6 de noviembre de 2012 se llevó a cabo un muestreo de agua subterránea en los puntos de control que se muestran en la Figura 3.1-18. El muestreo se realizó utilizando un bailer descartable para cada punto muestreado. Como en el caso del muestreo de agua superficial, en cada punto se tomaron cinco muestras de un mismo tenor con la misma finalidad descripta para el citado muestreo.

Todas las muestras fueron igualmente tratadas y preservadas siguiendo métodos estándar de laboratorio, adecuados al tipo de muestra y a los elementos a analizar.

En este apartado se presentan los contenidos de uranio (analizado en CorpLab) y radio (analizado por Activation Laboratories Ltd.). Los protocolos de análisis completos, que abarcan todos los parámetros analizados para cada muestra, se presentan en el Anexo 12. Las metodologías utilizadas para el análisis de uranio y radio y sus correspondientes límites de detección son los mismos mencionados con anterioridad.

Los contenidos de Ra 226 y U en las muestras analizadas se presentan a continuación.

| Punto  | Ubicación                                    | Contenido de Ra 226 |        |
|--------|--|---------------------|--------|
| N°     | Obicación                                    | Bq/I                | pCi    |
| T-27   | Cuenca Aº El Toscal, aguas arriba del CMFSR  | <0,005              | <0,138 |
| PN-168 | Cuenca Aº Gendarmería, aguas abajo del CMFSR | 0,013               | 0,358  |
| PN-172 | Cuenca Aº El Tigre, aguas abajo del CMFSR    | <0,005              | <0,138 |
| 206    | Cuenca Aº Pavón                              | 0,015               | 0,412  |



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



Considerando las Figuras 3.1-20 y 3.1-22, se puede ver que en los 25 años (entre 1985 y 2010) que abarcan las estadísticas graficadas, las medias anuales del contenido de radio en los puntos de control varían de distinta manera según el punto considerado.

| Punto  |  | Contenido de Ra 226 (pCi |        |
|--------|--|--------------------------|--------|
| Nº     | Ubicación                                    | Mínimo                   | Máximo |
| T-27   | Cuenca Aº El Toscal, aguas arriba del CMFSR  | 0,10                     | 0,95   |
| PN-168 | Cuenca Aº Gendarmería, aguas abajo del CMFSR | 0                        | 1,1    |
| PN-172 | Cuenca Aº El Tigre, aguas abajo del CMFSR    | 0,1                      | 1,1    |
| 206    | Cuenca Aº Pavón                              | 0,15                     | 0,99   |

Comparando estos límites de variación con los datos del muestreo realizado, se observa que en todos los casos, éstos están dentro del rango de variabilidad del contenido de radio en todas las cuencas muestreadas.

| Punto<br>Nº | Ubicación                                    | Contenido de U (µg/I) |
|-------------|--|-----------------------|
| T-27        | Cuenca Aº El Toscal, aguas arriba del CMFSR  | <10                   |
| PN-168      | Cuenca Aº Gendarmería, aguas abajo del CMFSR | <10                   |
| PN-172      | Cuenca Aº El Tigre, aguas abajo del CMFSR    | <10                   |
| 206         | Cuenca Aº Pavón                              | 5,5                   |

Realizando el mismo análisis para el tenor de uranio en aguas, se obtiene:

| Punto  |  | Contenido de Uranio (µg/l) |        |
|--------|--|----------------------------|--------|
| Nº     | Ubicación                                    | Mínimo                     | Máximo |
| T-27   | Cuenca Aº El Toscal, aguas arriba del CMFSR  | 10                         | 59     |
| PN-168 | Cuenca Aº Gendarmería, aguas abajo del CMFSR | 5                          | 58     |
| PN-172 | Cuenca Aº El Tigre, aguas abajo del CMFSR    | 3                          | 35     |
| 206    | Cuenca Aº Payón                              | 10                         | 100    |

Se puede observar que el contenido de Uranio medido en las muestras tomadas en noviembre de 2012 se encuentra en el límite inferior del rango de variación de las medias anuales de los valores de monitoreo obtenidos por CNEA.

A continuación se presentan, a modo de comparación, los contenidos de uranio y radio registrados por Tomellini et al. (1995) en aguas subterráneas de distintos puntos de la Provincia de Mendoza.

| Punto de Muestreo                        | Uranio Natural (µg/l) | Radio-226 (pCi/l) |
|--|-----------------------|-------------------|
| Dpto. San Carlos                         | 1,9                   | 0,28              |
| Dpto. Maipú (Club de Caza y Pesca)       | 2,9                   | <0,1              |
| Dpto. Maipú (Bodega Martelén)            | 2,0                   | <0,1              |
| Dpto. Rivadavia (Los Campamentos)        | 19,2                  | 1,60              |
| Dpto. Rivadavia (Alto Libertad)          | 12,1                  | <0,1              |
| Dpto. Rivadavia (agua potable)           | 1,8                   | <0,1              |
| Dpto. Junín (Phillips)                   | 15,9                  | 0,16              |
| Dpto. San Martín (agua potable)          | 2,9                   | <0,1              |
| Dpto. San Martín (Palmira, agua potable) | 2,4                   | <0,1              |
| Dpto. San Rafael                         |                       |                   |
| Villa 25 de Mayo (surgente)              | 7,8                   | 0,18              |
| Villa 25 de Mayo (Empresa Río Minas)     | 3,0                   | 0,16              |
| Capitán Montoya (pozo)                   | 1,9                   | 0,11              |
| Cuadro Benegas (pozo)                    | 2,1                   | 0,15              |
| Isla río Diamante – ACA (pozo)           | 1,8                   | 0,24              |
| Cuadro Nacional (pozo)                   | 2,0                   | 0,10              |
| Cañada Seca (pozo)                       | 1,4                   | 0,13              |



| Punto de Muestreo          | Uranio Natural (µg/l) | Radio-226 (pCi/l) |
|----------------------------|-----------------------|-------------------|
| Monte Comán (pozo)         | 1,3                   | 0,13              |
| Goudge (pozo)              | 1,2                   | 0,14              |
| La Llave (pozo)            | 1,3                   | 0,12              |
| Salto Colorado (vertiente) | 12,9                  | 0,24              |
| La Vigorosa (vertiente)    | 11,6                  | 1,30              |
| Cerro Bola (vertiente)     | 38,7                  | 0,48              |

En general los valores son normales. Existen pozos con incremento en las concentraciones de ambos elementos. Se observa que coincide con un contenido salino elevado, derivado de la salinización de las aguas por contaminación de acuíferos. Los contenidos de Uranio natural y Radio-226 podrían deberse a la contaminación de las aguas de formación petrolíferas o a la puesta en contacto con manifestaciones naturales uraníferas.

#### Vertientes

Las tres vertientes muestreadas dan valores elevados de los elementos Uranio y Radio-226, debido a las manifestaciones geológicas uraníferas existentes en la zona.

## 3.1.4.3 Límites admisibles de uranio y radio en aguas

En el ámbito de la República Argentina se cuenta con legislación que establece el contenido admisible de uranio, para distintos usos del agua. Sin embargo, no existe ninguna normativa de este tipo que contemple los niveles admisibles de radio. A nivel internacional, solo se encontraron regulaciones para uranio y radio en las Normas EPA para calidad de agua para bebida humana. Los resultados se transcriben a continuación.

| Elemento      | Uso                      | Normas Argentinas <sup>6</sup> | Normas EPA   |
|---------------|--------------------------|--------------------------------|--|
|               | Bebida humana            | 100                            | 30   |
|               | Bebida ganado            | 200                            |  |
| Uranio (µg/I) | Protección vida acuática | 20                             | The state of the s |
|               | Irrigación               | 10                             |  |
| Radio (pCi/I) | Bebida humana            |                                | 5  |

El contenido de uranio en todas las muestras analizadas se encuentra por debajo del límite admisible dado por la normativa argentina para bebida humana y del ganado. Todos los valores medios también cumplen con el límite establecido por la EPA, salvo en el sector del yacimiento.

En cuanto al agua para irrigación, las aguas subterráneas en la zona del yacimiento y zonas aledañas, superan el límite de uranio admisible. Lo mismo sucede con el agua del Arroyo El Tigre y de otras aguas superficiales (Río Mendoza-Pte. Plamira) y subterráneas (Dptos. Rivadavia y Junín) de la Provincia de Mendoza. Todas las aguas consideradas en este informe tienen tenores de radio muy por debajo del límite admisible propuesto por las Normas EPA.

#### 3.1.5 Calidad del Aire

#### **Material Particulado**

Durante los primeros meses del año 2003, la CNEA, a través del Monitoreo Ambiental de Unidad Química, realizó un estudio sobre la calidad del aire en el CMFSR y zona de influencia, con el control de profesionales de la UTN-FRA (UTN, 2004). En la siguiente tabla, se indican las coordenadas de los puntos donde se realizaron las mediciones.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Decreto N° 831/93, reglamentario Ley de Residuos Peligrosos N° 24.051 y Ley N° 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera. El Código Alimentario Nacional no considera al uranio ni al radio en su capítulo de calidad del agua potable.







| Ubicación             | Coordenadas Geográficas<br>(tomadas durante el muestreo) |                |
|-----------------------|--|----------------|
|                       | Latitud Sur  | Longitud Oeste |
| Pileta de lixiviación | 34° 39' 11,34"   | 68° 36' 16,98" |
| Berma 950             | 34° 38' 46,26"   | 68° 36' 46,86" |
| Puesto La Horqueta    | 34° 40' 18,54"   | 68° 37' 47,58" |
| Gendarmería           | 34° 39' 01,80"   | 68° 35' 39,42" |
| Villa 25 de Mayo      | 34° 34' 58,38"   | 68° 32' 10,74" |
| Puesto Morales        | 34° 37' 43,32"   | 68° 36' 18,36" |

A continuación se muestran los valores de la fracción respirable del material particulado en el aire (PM10), para las distintas locaciones.

| Ubicación             | PM10 (µg/m³) |  |
|-----------------------|--------------|--|
| Pileta de lixiviación | 56           |  |
| Berma 950             | 38           |  |
| Puesto La Horqueta    | 3            |  |
| Gendarmería           | 42           |  |
| Villa 25 de Mayo      | 89           |  |
| Puesto Morales        | 7            |  |
| Nivel Guía7           | 200          |  |

Se puede observar que el contenido de PM10 en el aire resulta, en todos los casos, estar muy por debajo del valor de alerta dado por la normativa para una medición de 24 hs. Además, se determinó la concentración de uranio en el material particulado tomado en puntos dentro de la zona del Complejo. Los resultados se indican a continuación.

| Ubicación          | Uranio (µg/kg) |
|--------------------|----------------|
| Berma 950          | 0,099          |
| Puesto La Horqueta | 0,019          |
| Gendarmería        | 0,030          |
| Puesto Morales     | 0,015          |

No existe norma que permita evaluar la significancia de estos valores en el polvo. Sin embargo, si se toman estos valores referidos a 1 litro de aire (1 dm³) se podrían comparar con la legislación para agua, solo para tener una referencia. Así, el contenido de uranio en el polvo (PM10) presente en un litro de aire sería:  $U = \mu g \ PM10/1000 \ l$  de aire \*  $\mu g \ U/kg \ PM10 \ *1 \ kg/1.000.000.000 \ \mu g = 1x \ 10^{-12} \ \mu g \ U/l$  de aire. Consecuentemente, el contenido de uranio en el aire para los distintos puntos de medición sería:

| Ubicación          | Uranio (µg/l) |
|--------------------|---------------|
| Berma 950          | 9,9E-14       |
| Puesto La Horqueta | 1,9E-14       |
| Gendarmería        | 3E-14         |
| Puesto Morales     | 1,5E-14       |

Estos valores, no solo están billones de veces por debajo de los valores dados como tolerables para bebida humana<sup>8</sup>, si no que no son detectables por los métodos analíticos disponibles en la actualidad.

Por esta razón se puede concluir que el polvo ambiental en la zona del CMFSR no es un riesgo para la salud ni por la cantidad de material particulado respirable (PM10) contenido en el mismo ni por el contenido de uranio en el polvo mismo.

<sup>7</sup> Decreto Provincial Nº 2.404/1989: "Reglamentación de Ley Nº 5.100: Preservación del Recurso del Aire", Anexo III.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Decreto N° 831/93, reglamentario Ley de Residuos Peligrosos N° 24.051 y Ley N° 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera. El Código Alimentario Nacional no considera al uranio ni al radio en su capítulo de calidad del agua potable.





#### Radiación ambiental de fondo

El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (en inglés UNESCEAR) indica que el *radón* y los radionucleidos de su desintegración, contribuyen aproximadamente con la mitad de la dosis efectiva de radiación recibidas por el hombre, provenientes de fuentes naturales.

Los elementos radiactivos naturales contenidos en los materiales de construcción de una vivienda, pueden ser una fuente de emisión de radón, pero la concentración más elevada proviene del terreno donde se encuentra ubicada la misma. El radón es un elemento de la familia de los gases nobles. Sus isótopos provienen de las series de desintegración natural del uranio y del torio; el radón 222, en particular, proviene de la desintegración del U<sup>238</sup>, presente en el área de Sierra Pintada.

La Norma Básica de Seguridad Radiológica AR 10.1.1 establece en su Artículo 99 que cuando la concentración promedio anual de radón, en el interior de las viviendas, excede los 400 Bq/m³ se deben ventilar los ambientes.

# Predio del CMFSR

Con el objetivo de identificar los niveles de emanación de radón 222 y su dispersión en la atmósfera, se ubicaron sensores de radón en el predio del CMFSR, registrándose los valores que se muestran a continuación, para el período de muestreo diciembre de 2001 a febrero de 2002 (UTN, 2004).

| Ubicación                      | Radón (Bq/m3) |  |
|--------------------------------|---------------|--|
| Oficina de seguridad           | 23            |  |
| Jardines / Mástil bandera      | 28            |  |
| Jardines / Control geológico   | 53            |  |
| Oficina de administración      | 31            |  |
| Taller mantenimiento de planta | 77            |  |

# Mediciones fuera del predio del CMFSR

Dentro del marco del Convenio entre la ARN, la CNEA, la Municipalidad de San Rafael y el Ministerio de Medio Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza, la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, de la Universidad Nacional de Cuyo, realizó un monitoreo ambiental de radón 222 en la zona y área de influencia de la ciudad de San Rafael. El programa de monitoreo se inició en el año 1993, realizándose mediciones de concentración de gas radón en el interior de viviendas del Departamento de San Rafael. Los detectores se ubicaron en el interior de viviendas y el período de exposición fue entre 90 a 100 días.

Se realizaron campañas de medición los años 1993, 1994, 1999 y 2000. Los resultados correspondientes al año 2000, se muestran a continuación.

| Ubicación                       | Radón (Bq/m³) |
|---------------------------------|---------------|
| 9 de Julio 345, San Rafael      | 28,5          |
| Barrio Valle Grande, San Rafael | 19,3          |
| Illescas 1660, San Rafael       | 22,8          |
| Bombal 265, San Rafael          | 30,6          |
| Flia. Marenenco, Va 25 de Mayo  | 17,0          |
| Libertad 333, San Rafael        | 38,9          |
| Cdte. Salas 580, San Rafael     | 65,3          |
| Av. Moreno 579, San Rafael      | 28,1          |
| Sobremonte 537, San Rafael      | 25,9          |
| Segovia 198, San Rafael         | 27,6          |
| Independencia 852, San Rafael   | 40,7          |



| Ubicación                            | Radón (Bq/m³) |
|--------------------------------------|---------------|
| Quiroga s/n, Rama Caída              | 22,8          |
| Benielli 925, San Rafael             | 33,4          |
| Granaderos 834, San Rafael           | 18,9          |
| Agustín Álvarez 765, San Rafael      | 26,3          |
| Club de Pesca y Náutica, Los Reyunos | 39,2          |

Se puede observar que tanto dentro del CMFSR, como en las localidades aledañas, la concentración ambiental de gas radón se encuentra muy por debajo del límite de 400 Bq/m³ a partir del cual se considera necesario ventilar los ambientes. Se observa también que el contenido ambiental de radón no depende de la cercanía al Complejo, sino más bien parece deberse al contenido natural de uranio en el suelo de la zona.

#### 3.1.6 Sismicidad

Para la evaluación del riesgo sísmico se utilizaron el estudio de zonificación sísmica de la República Argentina del INPRES (1978) y el Mapa Educativo Nacional (DiNIECE, 2004). La Figura 3.1-23, muestra la zonificación sísmica para la Provincia de Mendoza. Esta figura fue generada sobre la base del mapa elaborado por la Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa (DiNIECE) del Ministerio de Educación de la Nación como parte de su Programa "Mapa educativo", utilizando datos del INPRES y del Servicio Sismológico de Mendoza.

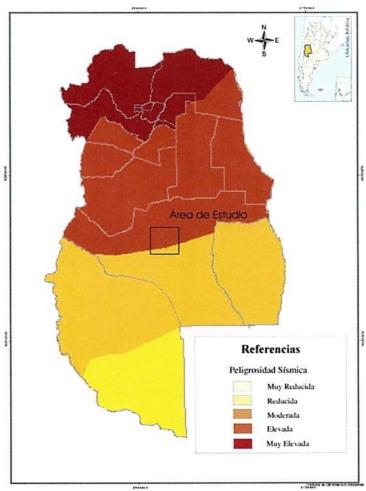


Figura 3.1-23 Zonificación sísmica de la Provincia de Mendoza Fuente: modificado a partir de http://www.mapaeducativo.edu.ar





La figura anterior muestra que la peligrosidad sísmica en la zona del CMFSR es elevada; además, como se puede apreciar en la Figura 3.1-24, existe la probabilidad de que en la zona ocurra un sismo de intensidad VII o mayor, en escala Mercalli modificada es en un lapso de 50 años (INPRES, 1977).

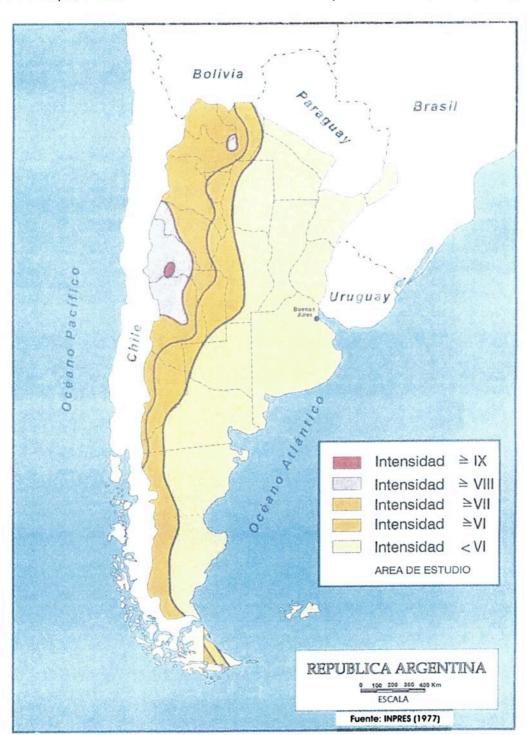


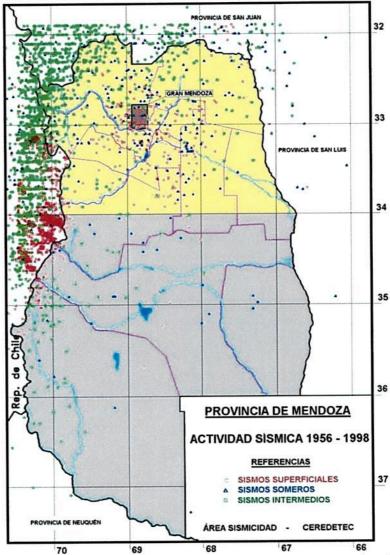
Figura 3.1-24 Mapa de intensidades máximas con probabilidad de ocurrir en 50 años. Fuente: INPRES, 1977.

Sin embargo, estudios detallados realizados por Carlos Costa y Héctor Cisneros (Universidad Nacional de San Luis, 2002), dentro del área del Complejo y su zona circunvecina, concluyeron que dentro del ámbito del CMFSR no existen evidencias de estructuras con movimientos cuaternarios (neotectónica) y



que las estructuras regionales que muestran rasgos de actividad tectónica cuaternaria se encuentran a distancias no menores a 10 km del Complejo (Costa y Cisneros, 2002).

Esta conclusión concuerda con la historia sísmica reciente de la Provincia de Mendoza, que se muestra en la Figura 3.1-25.



**Figura 3.1-25** Distribución de los sismos registrados en la Provincia de Mendoza entre los años 1956 y 1998. Fuente: Frau, 2009

En esta figura se puede observar que la actividad sísmica de la Provincia de Mendoza se concentra en las zonas Norte y Oeste de la misma. En el Departamento de San Rafael la frecuencia de ocurrencia de sismos es menor. Si se considera la zona más cercana al CMFSR se encuentra que se han registrado solo dos sismos en el período de tiempo considerado (1956 a 1998).

En resumen, aunque la peligrosidad sísmica (probabilidad de que se produzca un sismo) en la zona del CMFSR es de elevada a moderada, la historia sísmica de la zona muestra que los sismos en el área específica son muy escasos, lo cual se corresponde con la observación de Costa y Cisneros (2002) de que no existe actividad tectónica reciente en la misma.





# 3.2.1 Vegetación

El Distrito Uranífero Sierra Pintada, se encuentra en la Provincia de Mendoza, a 240 km al Sur de la ciudad de Mendoza. La ciudad más cercana al área, es San Rafael distante 25 km en dirección Este; unos 10 km al Noreste se encuentra la población más cercana, 25 de Mayo.

El bioma sobre el que se ubica el área Sierra Pintada es de transición o ecotono, entre los dominios fitogeográficos caracterizados por Cabrera (1976) como Dominio Chaqueño y Dominio Andino Patagónico (Figura 3.2-1). El ecotono constituye una franja de superposición que posee caracteres intermedios derivados de los distritos que convergen en dicha franja.

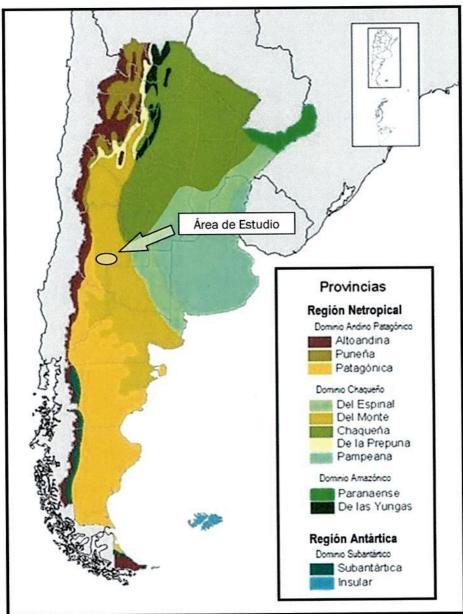


Figura 3.2-1. Ubicación del Área de estudio en el contexto fitogeográfico nacional. Mapa de las Provincias Fitogeográficas Argentinas adaptado de Cabrera (1976).



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



El área de estudio se caracteriza por tener un clima semidesértico con déficit hídrico permanente. Esto determina un delicado equilibrio que puede deteriorarse fácilmente por la excesiva tala de las especies arbóreas, el sobrepastoreo o la quema periódica de las especies herbáceas para el aprovechamiento de los rebrotes y es potenciado por los períodos de sequías extraordinarias.

La altura de la región oscila entre 900 y 1.200 msnm. El relieve presenta cuestas, quebradas y conos volcánicos. La superficie del terreno presenta procesos erosivos generados por la excesiva utilización de leña para satisfacer las necesidades energéticas de la población, especialmente de la que habita los puestos cercanos, y consumo de las hierbas por pastoreo de chivos y ovejas. Estas actividades han degradado seriamente a la flora y por ende el hábitat de la fauna autóctona.

Los principales factores ecológicos de control son la topografía, la exposición a los factores climáticos y las características de los suelos. Los factores climáticos como el déficit hídrico y los intensos vientos determinan que los suelos sean pobres y poco evolucionados, condicionando así el desarrollo de la vegetación. El régimen torrencial de las precipitaciones (generalmente estivales), junto con el rápido escurrimiento o infiltración del agua, producen un intenso modelado, asociado a los cursos de agua y zonas de erosión.

La vegetación corresponde a un matorral abierto, con baja densidad de arbustos con escasos pastos perennes, y con vegetación anual o efímera durante la época de lluvias conocida también como jarillal. En la zona del CMFSR, la cobertura vegetal se encuentra entre el 40% y el 60%.

En la zona, la vegetación característica está formada por arbustos que no pasan los 1,5 m de altura; que se ramifican desde la base o tienen tronco muy breve; de madera dura. La vegetación presenta siempre adaptaciones anatómicas y fisiológicas para asegurar la resistencia a las condiciones de sequía prolongada. Otra característica importante es que las colonias o ejemplares aislados están bien separados unos de otros, mostrando porciones de suelo desnudo que se cubren con efímeras que aparecen luego de las lluvias y rápidamente semillan para luego desaparecer, constituyendo un recurso forrajero muy fugaz tanto para la fauna herbívora como para el ganado.

La vegetación arbustiva se asocia con subarbustos, suculentas, herbáceas y efímeras. También existen algunos árboles de no más de 3,50 m de alto. Específicamente en el área ocupada por CMFSR, es muy abundante el aguaribay (*Schinus molle*).

El listado de especies de Flora que en su momento han sido reconocidas es el siguiente: (UTN, 2004: -Anexo 3.1; Donati y Gallucci, 1984)

# Árboles, Arbustos y Subarbustos

| Nombre científico          | Nombre común    | Familia        | Usos   |
|----------------------------|-----------------|----------------|--|
| Adesmia polygaloides       |                 | Fabáceas       | leña   |
| Adesmia obovata            | cuerno de cabra | Fabáceas       | leña   |
| Adesmia trijuga            |                 | Fabáceas       | leña   |
| Asteririscium argentinum   |                 | Umbelíferas    |  |
| Asteririscium glaucum      |                 | Umbelíferas    |  |
| Atamisquea emarginata      | mata negra      | Caparidáceas   |  |
| Acantholippia seriphioides | tomillo         |                |  |
| Anthemis cotula            | manzanilla      | Compuestas     | HINY HIRE TO SEE THE PARTY OF T |
| Atriplex lampa             | zampa           | Quenopodiáceas |  |
| Baccharis salicifolia      | chilca          | Asteráceas     |  |
| Baccharis spartioides      | pichana         | Asteráceas     |  |
| Bougainvillea spinosa      | monte negro     | Nictagináceas  | leña   |
| Bulnesia retama (V)        | retama          | Zigofiláceas   | extracción de cera   |
| Caesalpina gilliesii       | barba de chivo  | Leguminosas    |  |



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



| Nombre científico         | Nombre común   | Familia         | Usos                         |
|---------------------------|--|-----------------|------------------------------|
| Cercidium australe        | chañar brea  | Leguminosas     | alimenticia, medicinal       |
| Chuquiraga incana         |  | Compuestas      |                              |
| Colliguaya intergerrima   | coliguay   | Euforbiaceas    | tóxica                       |
| Condalia microphyllia     | piquillín  | Ramnaceas       |                              |
| Cortaderia rudiuscula     | cortadera  | Poáceas         |                              |
| Doniophyton patagonicum   |  | Compuestas      |                              |
| Ephedra ochreata          | solupe   | Efedráceas      | forrajera                    |
| Ephedra triandra          | tramontana   | Efedráceas      | forrajera, medicinal         |
| Erodium cicutarium        | alfilerillo  |                 | remajora, modioma            |
| Eupatorium patens         | dillionillo  | Asteráceas      |                              |
| Fabiana denudata          |  | Solanáceas      |                              |
| Fabiana viscosa           |  | Solanáceas      |                              |
| Geoffroea decorticans     | chañar   | Leguminosas     |                              |
| Gnaphalium sp             | Cilariai   | Asteráceas      |                              |
| Gochnatia glutinosa       |  |                 |                              |
|                           |  | Compuestas      |                              |
| Grindelia pulchella       |  | Asteráceas      | (ar-aar-man)                 |
| Gutierrezia sp.           |  | Asteráceas      |                              |
| Hyalis argentea           | olivillo   | Compuestas      |                              |
| Kochia scoparia           | morenita   |                 |                              |
| Larrea cuneiflora         | jarilla  | Zigofiláceas    | leña, medicinal              |
| Larrea divaricata         | jarilla  | Zigofiláceas    | leña, medicinal              |
| Larrea nitida             | jarilla  | Zigofiláceas    | leña, medicinal              |
| Lycium aff. chilense      | llaullín   | Solanáceas      | forrajera                    |
| Lycium gilliesianum       |  | Solanáceas      |                              |
| _ycium infaustum          |  | Solanáceas      |                              |
| ycium tenuispinosum       |  | Solanáceas      |                              |
| Mesembryanthemum chilense | garra de león  |                 |                              |
| Mulinum spinosum          | monte negro  | Apiáceas        | medicinal                    |
| Monttea aphylla           | ala de loro  | Scrofulariáceas | medicinal                    |
| Neosparton ephedroides    |  | Verbenáceas     |                              |
| Nicotiana noctiflora      |  | Solanáceas      |                              |
| Nicotiana petunioides     | clavelillo   | Solanáceas      |                              |
| Olea europaea             | olivo  | Oleáceas        | frutal                       |
| Parthenium hysterophorus  | Olivo  | Asteráceas      | Iratai                       |
| Phacelia sp.              |  | Boragináceas    |                              |
| Philibertia gilliesii     |  | Asclepidáceas   |                              |
| Prosopis alpataco         | alpataco   | Leguminosas     | loão correlas                |
|                           | The second secon |                 | leña, corrales               |
| Prosopis flexuosa         | algarrobo negro  | Leguminosas     | carpintería, artesanía, leña |
| Prosopis estrombulífera   | retortuño  | Leguminosas     | forraje                      |
| Prosopis globosum         | manca caballo  | Leguminosas     |                              |
| Proustia cuneifolia       | muérdago   | Compuestas      |                              |
| Proustia ilicifolia       |  | Compuestas      |                              |
| Psila Sparthoides         |  | Asteráceas      |                              |
| Salicomia ambigua         |  | Quenopodiáceas  |                              |
| Salsola kali              |  | Quenopodiáceas  |                              |
| Salvia gilliesii          |  | Labiatas        |                              |
| Schinus molle             | aguaribay  | Anacardiáceas   | leña, materiales rurales     |
| Schinus polygami          | molle  | Anacardiáceas   | leña, materiales rurales     |
| Schinus faxicullatus      | molle  | Anacardiáceas   | leña, materiales rurales     |
| Senecio subulatus         | romerillo  | Asteráceas      |                              |
| Senna aphylla             | pichana  | Fabáceas        | leña, forraje, panificación  |
| Solanum atriplicifolium   |  | Solanáceas      |                              |
| Solanum eleugniofolium    |  | Solanáceas      |                              |
| Solanum pyrethrifolium    | <del> </del>   | Solanáceas      | Deliano (                    |
| Stevia sp.                |  | Asteráceas      |                              |
| Suaeda divaricata         | -  | Quenopodiáceas  |                              |
| Tagetes minuta            | chil-chil  | Asteráceas      |                              |
|                           | GIIII-CIIII  |                 |                              |
| Tamaris gallica           |  | Tamaricaceas    |                              |



Zuccagnia punctata

#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza

Etapa de Remediación - Fase 1

jarilla macho

| Nombre científico      | Nombre común | Familia       | Usos        |           |
|------------------------|--------------|---------------|-------------|-----------|
| Thymophylla belenidium |              | Asteráceas    |             |           |
| Tribulus terrestris    |              | Zigofiláceas  |             |           |
| Trichocline incana     |              | Compuestas    | 7/30        | ATT 1-0-0 |
| Verbena seriphioides   |              | Verbenáceas   |             | 15-10-    |
| Wedeliella incarnata   |              | Nictagináceas | medicinal   |           |
| Ximenia americana      |              | Olacaceas     | alimenticio | 7114 325  |
| Yucca aloifolia        | yuca         | Agavaceas     |             |           |

Leguminosas

leña

#### Suculentas

| Nombre científico         | Nombre común | Familia   | Usos |
|---------------------------|--------------|-----------|------|
| Agave americana marginata | aloe         | Agavaceas |      |
| Cereus aethiops           |              | Cactáceas |      |
| Denmoza eritrocephala     |              | Cactáceas |      |
| Echinopsis leuchantha     | quisco       | Cactáceas |      |
| Gymnocalycium sp.         |              | Cactáceas |      |
| Mahiueniopio glomerata    | cáctus       | Cactáceas |      |
| Opuntia sulphurea         | penca        | Cactáceas |      |
| Pterocactus sp.           |              | Cactáceas |      |
| Pyrrhocactus strausianus  |              | Cactáceas |      |
| Tephrocactus sp.          |              | Cactáceas |      |

# Hierbas y pastos

| Nombre científico      | Nombre común  | Familia   | Usos              |
|------------------------|---------------|-----------|-------------------|
| Aristida sp.           | flechilla     | Poáceas   |                   |
| Bothriochloa argentina |               | Poáceas   |                   |
| Bouteloua curtipendula |               | Poáceas   | forraje           |
| Bromus brevis          | cebadilla     |           | forraje           |
| Elymus erianthus       | pasto blanco  | Poáceas   | forraje           |
| Juncus bálticus        | junco         | Juncáceas | forraje           |
| Phormium tenax         | yute          |           | cestería          |
| Setaria sp.            |               | Poáceas   |                   |
| Stipa tenuissima       | pasto puna    | Poáceas   | Planta decorativa |
| Stipa vaginata         | coirón        | Poáceas   |                   |
| Tridens pilosa         | pasto de hoja | Poáceas   | Forraje           |

#### Arbustos parásitos

| Nombre científico           | Nombre común    | Familia      | Usos |
|-----------------------------|-----------------|--------------|------|
| Phrygilanthus verticillatus |                 | Loranthaceas |      |
| Prosopanche bonacinae       |                 | Hydnoraceas  |      |
| Psittacanthus cuneifolius   |                 | Loranthaceas |      |
| Tillandsia xyphioides       | clavel del aire | Bromelaceas  |      |

Debe destacarse que en la actualidad no es posible asegurar la presencia de todas y cada una de estas especies. Se recomienda que, a futuro, el CMFSR estudie la vegetación presente en el sitio.

#### 3.2.2 Fauna

En el área de interés existe una fauna natural propia de la zona y otra cuya crianza, ya sea en forma doméstica o industrial, está destinada al consumo humano. Algunas de las especies de la fauna natural salvaje también son consumidas, aunque en menor cantidad por la población de San Rafael.



El Río Diamante antes de haber sido utilizado como elemento productor de energía hidroeléctrical sobre el cual ya se han instalado tres complejos de este tipo, tenía una fauna ictiocola limitada. En la actualidad los embalses han sido sembrados con nuevas especies, las que habitan casi toda la extensión de su cauce.

# Enumeración de las Especies Potencialmente Presentes en el Área de Sierra Pintada

Las especies que se enumeran a continuación no se encuentran sólo dentro de la superficie explotada por el CMFSR, sino que ocupan todo el bloque de San Rafael (UTN, 2004).

# Mamíferos Autóctonos

| Orden         | Nombre vulgar                      | Nombre científico         |
|---------------|------------------------------------|---------------------------|
| : 1 - 16:     | Comadreja overa / comadreja picaza | Didelphis azarae          |
| Didelfimorfos | Ratón de palo                      | Marmosa pusilla           |
|               | Murciélago ratón                   | Myotis chíloensis         |
|               | Murciélago panza blanca            | Myotis albescens          |
| Chiroptera    | Murciélago orejudo                 | Histiotus montanus        |
|               | Murciélago colorado                | Lasiurus borealis         |
|               | Piche Ilorón                       | Chaetophractus vellerosus |
|               | Peludo                             | Chaetophractus villosus   |
| 0:            | Piche                              | Zaedyus pichiy            |
| Cingulata     | Mataco                             | Tolypeutes matacus        |
|               | Mulita                             | Dasypus hybridus          |
|               | Pichi ciego                        | Chlamyphorus truncatus    |
|               | Zorro gris / chilla                | Pseudalopex griseus       |
|               | Zorro colorado                     | Dusicyon culpaeus         |
|               | Huroncito                          | Lyncodon patagonicus      |
|               | Hurón                              | Galictis cuja             |
| Carnívoros    | Chiñe                              | Conepatus castaneus       |
|               | Gato eira / gato moro              | Felís yaguaroundi         |
|               | Gato montés                        | Felis geoffroyi           |
|               | Gato pajero                        | Felis colocolo            |
|               | Puma                               | Puma concolor             |
| Artiodáctila  | Guanaco                            | Lama guanicoe             |
|               | Mara / liebre patagónica           | Dolichotis patagonicus    |
|               | Vizcacha                           | Lagostomus maximus        |
|               | Cuis                               | Microcavia australis      |
|               | Tunduque                           | Ctenomys mendocinus       |
|               | Ratón de campo                     | Akodon longipilis         |
| Roedores      | Chinchillón                        | Lagidium viscaccia        |
|               | Ratón de campo                     | Oryzomys longicaudatus    |
|               | Pericote                           | Phyllotís sarwini         |
|               | Nutria / coipo                     | Myocastor coypus          |
|               | Cuis oscuro                        | Galea musteloides         |

# Mamíferos Exóticos Naturalizados

| Orden     | Nombre vulgar  | Nombre científico |
|-----------|----------------|-------------------|
| agomorpha | Liebre criolla | Lepus europaeus   |
| Roedores  | Pericote       | Rattus norvegicus |
|           | Rata negra     | Rattus rattus     |
|           | Laucha         | Mus musculus      |



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1

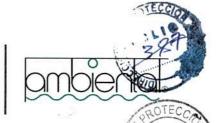
# <u>Aves</u>

| Orden           | Nombre vulgar  | Nombre científico                        |
|-----------------|--|--|
|                 | Perdiz montaraz  | Nothoprocta cinerascens c.               |
|                 | Perdicita de la Sierra   | Nothoproeta pentlaldii p.                |
|                 | Perdiz chica   | Nothura maculosa                         |
| Tinamiformes    | Perdiz chica de la Sierra  | Nothura darwinii                         |
|                 | Martineta  | Eudromia elegans                         |
|                 | Martineta del Sur  | Eudromia elegans m.                      |
|                 | Martineta  | Eudromia elegans a.                      |
|                 | Macá grande  | Podiceps major                           |
| Colymbiformes   | Macacito   | Podilymbus podiceps                      |
|                 | Macá blanco  | Podiceps occipitalis                     |
|                 | Garza mora   | Ardea cocoi                              |
|                 | Garza blanca   | Egretta alba                             |
| Ciconiformes    | Bruja  | Nycticorax nicticorax                    |
|                 | Badurria   | Theristicus caudatus                     |
|                 | Flamenco   | Phoenicopterus ruber                     |
|                 | Cisne de cuello negro  | Cygnus melancorhyphus                    |
|                 | Pato barcino   | Anas flavirostris                        |
| Anseniformes    | Pato de río  | Anas bahamensis                          |
|                 | Pato cuchara   | Anas platalea                            |
|                 | Cóndor   | Vultur griphus                           |
|                 | Buitre gallinazo   | Coragyps atratus                         |
|                 | Jote   | Cathartes aura                           |
| Cathartiformes  | Gavilán grande   | Circus buffoni                           |
|                 | Gavilán mixto  | Parabuteo unicinctus                     |
|                 | Chimango   | Polyborus chimango                       |
|                 | Carancho   | Polyborus phantus                        |
|                 | Halconcito   | Spiziapteryx circuncinctus               |
|                 | Halcón azulado   | Falco fuscocaerulescens                  |
| Falconiformes   | Carancho   | Phalcoboenus albogularis                 |
|                 | Halconcito común   | Falco sparverius                         |
| <del></del>     | Dormilón   | Hydropsalis brasiliana                   |
| aprimulgiformes | Dormilón   | Podager nacunda                          |
|                 | Carpintero   | Colaptes campestroides                   |
| Piciformes      | Carpintero de los cardones   | Tricopicus cactorum                      |
|                 | Bandurrita negra   | Upucerthia dumetaria                     |
|                 | Caserote   | Pseudoseisura gutturalis                 |
|                 | Hornero  | Furnarius rufus                          |
|                 | Coperote   | Pseudoseisura lophotes                   |
|                 | Diucón   | Xolmis rubetra                           |
|                 | Pititorra  | Troglodytes aedon                        |
|                 | Zorzal blanco  | Turdus amaurochalinus                    |
|                 | Zorzal   | Turdus amadiocriaimus Turdus falcklandii |
|                 | Calandria  | Mimus saturninus                         |
|                 | Tordo  | Molothrus bonariensis                    |
| Passeriformes   | Trepador   | Lepidocolaptes angustirostris            |
| assemonnes      | Caminera   | Geositta cunicularia                     |
|                 | Crestudo   | Coryphistera alaudina                    |
|                 | Coludito   | Leptasthenura platensis                  |
|                 | Todavoz  | Synallaxis albescens                     |
|                 | IN THE PROPERTY OF THE PROPERT |  |
|                 | Coludo de patagonia  | Asthenes patagónica                      |
|                 | Collido austral  | Asthenes modesta                         |
|                 | Gallito  | Rhynocrípta lanceolata                   |
|                 | Gallito de monte<br>Gaucho   | Teledromas fuscus Agriornis montana      |
|                 | The Sale of CORE   | LAURIORNIS MONTANA                       |



# CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



| Orden           | Nombre vulgar                | Nombre científico           |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
|                 | Tontito                      | Muscisaxicola maculirostris |
|                 | Negrito                      | Lessonia rufa               |
|                 | Tijereta                     | Muscivora tyramus           |
|                 | Benteveo real                | Tvrannus melancholicus      |
|                 | Pitojuán                     | Pitangus sulphuratus        |
|                 | Cachudita                    | Anaeretes parulus           |
|                 | Bolita de fuego              | Pyrocephalus rubinus        |
|                 | Quejón                       | Phytotoma rutila            |
|                 | Golondrina                   | Progne chalybea             |
|                 | Golondrina rabadilla negra   | Notiochelidon cyanoleuca    |
|                 | Calandria                    | Mimus patagonicus           |
|                 | Cachirla                     | Anthus chii                 |
|                 | Gorrión                      | Passer domesticus           |
|                 | Tordo músico                 | Molothrus badius            |
|                 | Tordo de pajonal             |                             |
|                 | Loica                        | Agelaius thilius            |
|                 |                              | Sturnella loyca             |
|                 | Pecho colorado chico         | Sturnella superciliaris     |
|                 | Teste naranjero              | Thraupis bonariensis        |
|                 | 0-1-11                       | Saltator aurantirostris     |
|                 | Corbatita                    | Sporophyla obscura          |
|                 | Diuca                        | Diuca diuca                 |
|                 | Chingolo de la Sierra        | Phrygilus gayi              |
|                 | Yal                          | Phrygilus fruticeti         |
|                 | Chingolo                     | Junco capensis              |
|                 | Chichivio monterita          | Poospiza ornata             |
|                 | Manchadito                   | Saltatrícula multicolor     |
|                 | Siete cuchillas de la Sierra | Embernagra platensis        |
|                 | Gallito de agua              | Jacana jacana               |
|                 | Becacina blanca              | Nycticryphes semicollaris   |
|                 | Tero                         | Belanopterus cayanensis     |
|                 | Chorlito                     | Charadríus falklandicus     |
|                 | Becacina                     | Gallinago paraguaiae        |
| Charadriíformes | Batitú                       | Bartramía longicauda        |
|                 | Chorlo de patas amarillas    | Tringa melanoleuca          |
|                 | Chorlito                     | Caliotis bairdi             |
|                 | Tero real                    | Himantopus kimantopus       |
|                 | Chorlo blanco                | Phalaropus tricolor         |
|                 | Perdicita de la Sierra       | Thinocorus orbignyanus      |
|                 | Torcaza                      | Patagioenas maculosa        |
|                 | Paloma turca                 | Patagioenas picasuro        |
| Columbiformes   | Tortolita                    | Zenaida auriculata          |
|                 | Palomita de la Virgen        | Columbina picui             |
|                 | Palomita de la Sierra        | Metriopelia melanoptera     |
| Cuculiformes    | Urraca                       | Guira guira                 |
| Cacamorrico     | Lechuza bodeguero            | Tyto alba                   |
|                 | Lechuza de la Sierra         | Buho virginianus            |
| Strigiformes    | Caburé                       | Otus choliba                |
| Otrigirorines   | Lechucita de las vizcacheras | Athene cunicularia          |
|                 | Lechuzón del campo           | Asio flammeus               |
|                 | Vencejo                      | Apus andecolus              |
|                 | Vencejo                      |                             |
| Micropodiformes |                              | Streptoprocne zonarís       |
| Micropodiformes | Picaflor gigante             | Patagona gigas              |
|                 | Picaflor                     | Chlorostilbon lucidus       |
| 0               | Picaflor                     | Sephanoides galeritus       |
| Coraciliformes  | Martín Pescador              | Chloroceryle americana      |
|                 | Mondu                        | Rhea americana              |
| Rheiformes      | Nandú<br>Nandú petiso        | Pterocnemia pennata         |



| Liapa do         | Nemediation 1436 I      |                       | ROTE    |
|------------------|-------------------------|-----------------------|---------|
| Orden            | Nombre vulgar           | Nombre científico     | REFOLIA |
|                  | Catita de la Sierra     | Myiopsitta monacha    | 103     |
| Oif              | Gallareta de pico largo | Rallus sanguinolentus | 1300    |
| Gruiformes Chuña | Chuña                   | Chuña burmeisteri     | 10      |

Debe destacarse que, en la actualidad, no es posible asegurar la presencia de todas y cada una de estas especies.

# Reptiles

Los reptiles están representados por la tortuga (*Geochelone chilensis*) y entre los ofidios se encuentran la víbora coral (*Micrurus*), la yarará (*Bothrops*), la boa de las vizcacheras (*Boa constrictor*) y varias especies de culebras.

También habitan la región numerosas especies de lagartos de los géneros *Homonota, Liolaemus, Phymaturus, Amphisbaena, Tupinambis*. Los anfibios están representados por el sapo común (*Bufo spinolosus*), el escuerzo (*Odontophrynus occidentalis*) y las ranas (*Leptodactylus ocellatus, Pleurodema nebulosa*).

#### Fauna Ictícola

Entre los peces del Río Diamante podemos citar las mojarras (Jenynsia lineata), distintas especies de bagres del género Hatcheria y Trichomycterus, otunos (Dyplomystes víedmensis cuyanus), pejerrey (Odontesthes bonariensis), distintas variedades de truchas (Fontinalis y Marrón), carpas y dientudos.

#### Fauna Doméstica

Además de la amplia fauna exótica que se ha detallado, existe una fauna doméstica compuesta por aves de corral, ganado (vacuno, equino, porcino, caprino y ovino), mascotas (perros y gatos) y pestes, en particular roedores.

# Especies Protegidas o con Estados de Conservación Delicados

Las siguientes especies presentes en la zona de estudio se encuentran en peligro de extinción.

### **REPTILES**

Boa de las vizcacheras (Boa constrictor)

# **AVES**

| • | Becacina |
|---|----------|
| • | Bruja    |
|   | Cachirla |

Lechuzón del campo

ruja • Loica

Loro barranqueroMartineta

CamineraCarpinteroChingolo

MonjitaPicaflorTijeretaVencejo

ColuditoCorbatitaDiuca

YalZorzal

Dormilón

Chorlito

· Zorzal blanco

Gaucho



# **MAMÍFEROS**

Pichi ciego

## 3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El presente apartado tiene por objetivo presentar y analizar un conjunto de datos que dan cuenta de las características socioeconómicas generales del área donde se localiza el Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), en el Departamento de San Rafael, Provincia de Mendoza.

#### 3.3.1 Introducción

La zona objeto del presente estudio se ubica en el sector Centro Norte del Departamento de San Rafael, el cual abarca la zona central de la Provincia de Mendoza y representa una jurisdicción gubernamental y administrativa local.

# 3.3.2 Metodología

Con el objetivo de caracterizar el medio socioeconómico, se sentará una base descriptiva e informativa general, y se identificarán los componentes o zonas que puedan ser potencialmente beneficiados o afectados por el proyecto de remediación planteado. Para ello, el presente apartado utiliza un procedimiento de sistematización y análisis de datos cuantitativos, complementados por información primaria obtenida para el presente trabajo.

#### **Fuentes**

La base de estadística y de indicadores de carácter social, económico y geográfico se obtuvo de los Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas 1991, 2001 y 2010 del INDEC, anuarios estadísticos de la República Argentina y de la Provincia de Mendoza, datos de la página web del Gobierno de la Provincia de Mendoza, de la Municipalidad de San Rafael, del Ministerio de Salud de la Nación, del Instituto Geográfico Nacional, del Censo Nacional Agropecuario del INDEC, etc. Todo ello fue complementado con datos obtenidos en campo por los profesionales de la Universidad Tecnológica Nacional para la Evaluación de Impacto Ambiental "Remediación y Rehabilitación Sincrónica del Complejo Minero Industrial San Rafael e Integración de la Planta de Producción de Dióxido de Uranio" presentada en 2004, la cual fue actualizada para el presente informe, con el objetivo de permitir una mejor evaluación de las variables consideradas.

Cabe aclarar que dada la escasa desagregación que aún presentan los datos del Censo 2010 del IN-DEC, la mayoría de los datos a nivel departamento o aglomeración tuvieron que ser tomados del Censo 2001. Por su parte, los datos del Censo de 1991 fueron tomados sólo en aquellas variables que ameritaban un análisis intercensal más extenso (por ejemplo, en algunos aspectos demográficos, como crecimiento poblacional).

# Recorte y tratamiento de los datos

Desde el punto de vista procedimental, el trabajo abordó cada variable analizada en un sentido descendente; es decir, parte de una escala de análisis general para pasar, mediante aproximaciones sucesivas, a una particular, acotada a la zona afectada. Esto se traduce en un abordaje a nivel nacional, provincial, local (departamento) y sublocal (distritos, localidades, etc.). Naturalmente, el nivel de acercamiento escalar de los datos cuantitativos secundarios dependió, además de la pertinencia para el análisis, de las virtudes de las fuentes disponibles y del nivel de desagregación por éstas permitido; esto es,



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1





algunos datos secundarios pudieron ser analizados desagregados a nivel aglomeración<sup>9</sup> o departamento, mientras que otros apenas pudieron trabajarse desde una escala provincial. En ambos casos, empero, se procuró complementar la información con datos cualitativos primarios. Por último, cabe mencionar que a nivel distrital sólo se dispone de la información correspondiente a población y densidad.

# 3.3.3 Caracterización general de la zona

El predio del CMFSR se ubica en una región con población no aglomerada, perteneciente al Departamento de San Rafael. Estas zonas se caracterizan por su particular posicionamiento geográfico, que condiciona un relieve accidentado y una bajísima densidad poblacional. Aunque el CMFSR está ubicado en el Distrito Cuadro Benegas, el centro poblacional más cercano es la localidad de 25 de Mayo, ubicada a unos 9,5 km en línea recta desde el citado Complejo.

A continuación se presenta un mapa con la ubicación de los centros poblacionales más cercanos al proyecto. Cabe aclarar que Coroneles no es reconocido por el INDEC como una aglomeración, por lo que su población se considera "rural dispersa".

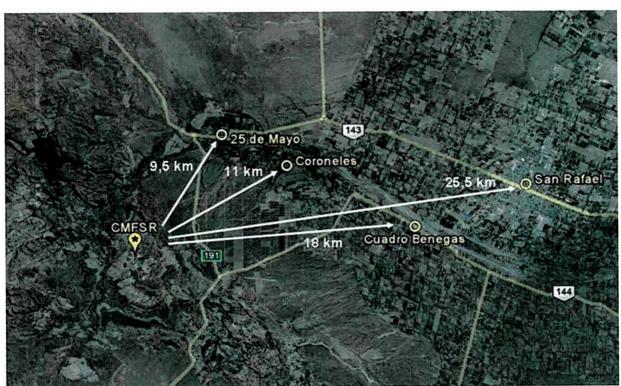


Figura 3.3-1 Poblaciones cercanas al Complejo San Rafael. Fuente: elaboración propia sobre imagen de Google Earth.

# Área de Influencia del proyecto

Desde un punto de vista socioeconómico se determina como zona de influencia general del proyecto al Departamento San Rafael; en un nivel más particular, se toman en cuenta los distritos de Cuadro Benegas y la aglomeración Villa 25 de Mayo.

<sup>9</sup> En el presente documento se entenderá por aglomeración (o su abreviatura aglom.) a una localidad o conjunto de localidad des que por continuidad de edificaciones y calles constituyen una misma unidad urbana.



# Superficie

La Provincia de Mendoza cuenta con una superficie 148.827 km², el 5,35% de la superficie total del país, siendo la séptima provincia de mayor superficie de Argentina. Por su parte, el Departamento de San Rafael posee una superficie de 31.235 km², lo que supone un porcentaje de 20,99% del total provincial.

Por su parte, el distrito de Cuadro Benegas posee una superficie estimada en 6.200 km², lo que supone un 20% del total departamental. El distrito de 25 de Mayo alcanza los 1.596 km², representando un 5,11% de la superficie departamental.

# 3.3.4 Demografía

La población de la Provincia de Mendoza se distribuye en forma no homogénea en sus 18 departamentos, cuyas poblaciones van de los 9.867 habitantes, para el caso de La Paz, a los 280.880 habitantes, para el caso de Guaymallén (INDEC, 2010). El Departamento de San Rafael se ubica en un valor intermedio con 188.018 habitantes en el año 2010.

Un primer procedimiento para analizar las características demográficas de una zona consiste en considerar la variación producida en la cantidad de sus habitantes, comparándola con otras jurisdicciones mayores o equivalentes. A continuación se brinda la variación intercensal producida en la Provincia de Mendoza y el Departamento de San Rafael durante los períodos 1991-2001 y 2001-2010.

Población y variación intercensal absoluta y relativa. Años 1991, 2001 y 2010.

Provincia de Mendoza y Departamento de San Rafael.

| Jurisdicción            |           | Población |           | 199                   | 1-2001                          | 2001-2010             |                                 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
|                         | 1991      | 2001      | 2010      | Variación<br>Absoluta | Variación rela-<br>tiva anual % | Variación<br>Absoluta | Variación rela-<br>tiva anual % |
| Provincia Mendoza       | 1.412.481 | 1.579.651 | 1.741.610 | 167.170               | 11,84                           | 161.959               | 10,25                           |
| Departamento San Rafael | 158.266   | 173.571   | 188.018   | 15.305                | 9,67                            | 14.447                | 8,32                            |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC 1991, 2001 y 2010.

Como puede observarse en el cuadro precedente, la Provincia de Mendoza presenta un sostenido ritmo de crecimiento poblacional, que se traduce en un 1,18% anual entre 1991 y 2001, y un 1,14% anual entre 2001 y 2010. Por su parte, el Departamento de San Rafael muestra un ritmo de crecimiento algo más bajo, pero aún así importante: 0,97% anual entre 1991-2001, y 0,92% anual entre 2001 y 2010.

Por su parte, según datos de la página de la municipalidad de San Rafael, el distrito de Cuadro Benegas poseía 5.186 habitantes en 1991 y 4.531 en 2001, lo que supondría un ritmo de crecimiento negativo del orden del -1,26 anual. El distrito de 25 de Mayo contaba en 2001 con 2.285 habitantes.

#### Población, Superficie y Densidad. Años 1991-2001-2010. Provincia de Mendoza y Departamento de San Rafael.

|                         |            | Año       |                     |           |                     |           |                     |  |  |  |
|-------------------------|------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|--|--|--|
| Jurisdicción            | Superficie | 1991      |                     | 200       | 01                  | 2010      |                     |  |  |  |
|                         | en km²     | Deblesión | Densidad            | Deblesife | Densidad            | Dahlasifa | Densidad            |  |  |  |
|                         |            | Población | hab/km <sup>2</sup> | Población | hab/km <sup>2</sup> | Población | hab/km <sup>2</sup> |  |  |  |
| Provincia de Mendoza    | 148.827    | 1.412.481 | 9,49                | 1.579.651 | 10,61               | 1.741.610 | 11,70               |  |  |  |
| Departamento San Rafael | 31.235     | 158.266   | 5,07                | 173.571   | 5,56                | 188.018   | 6,02                |  |  |  |
| Distrito Cuadro Benegas | 6.200      | 5.186     | 0,84                | 4.531     | 0,73                | (a)       | (a)                 |  |  |  |
| Distrito 25 de Mayo     | 1.596      | (a)       | (a)                 | 2.285     | 1,43                | (a)       | (a)                 |  |  |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC 1991, 2001 y 2010 e Instituto Geográfico Nacional.

(a) Población contabilizada como parte de aglomeraciones de mayor rango (distrital o departamental, según el caso)





Dado que las superficies de las jurisdicciones analizadas no sufrieron cambio alguno en el período analizado, la variación en la densidad poblacional depende exclusivamente del comportamiento de la población; asimismo, cabe recordar que a menor superficie, mayor es el impacto del incremento poblacional. Aclarado esto, es posible observar que la densificación de la población en la Provincia de Mendoza fue, en el período 1991-2010, de casi 2 puntos porcentuales, mientras que en el Departamento de San Rafael fue menor a 1 punto porcentual.

Por su parte, se debe mencionar que los distritos analizados particularmente, 25 de Mayo y Cuadro Benegas, presentan una densidad de población muy inferior a la provincial o departamental.

La información que se presenta a partir de este punto ya no es factible de ser desagregada por distritos, por lo que, dependiendo de los temas, se ha optado por trabajar sólo a nivel departamental o bien teniendo en cuenta también la aglomeración más cercana (25 de Mayo), aunque la misma no se encuentra en el Distrito Cuadro Benegas al cual pertenece el predio del CMFSR.

Población rural y urbana. Año 2001. Provincia de Mendoza y Departamento de San Rafael.

|                         | Población |          |           |             |  |  |  |  |
|-------------------------|-----------|----------|-----------|-------------|--|--|--|--|
| Jurisdicción            | Ru        | ral      |           | %<br>Urbano |  |  |  |  |
|                         | Dispersa  | Agrupada | Urbana    |             |  |  |  |  |
| Provincia de Mendoza    | 272.686   | 54.278   | 1.252.687 | 79,30       |  |  |  |  |
| Departamento San Rafael | 45.438    | 11.526   | 116.607   | 67,18       |  |  |  |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

Sobre la base de la información precedente puede concluirse que el nivel de urbanización es bajo en ambas jurisdicciones en comparación con el valor nacional (89%). Por su parte, la población rural agrupada (residiendo en aglomeraciones de menos de 2.000 habitantes) representaba el 16,60% del total de la población rural de la Provincia de Mendoza, y el 20,23% de la población rural del Departamento San Rafael.

A continuación se presentan los datos correspondientes a la composición etárea de la población según los resultados obtenidos del Censo de 2010:

Composición etárea de la población. Año 2010.

Provincia de Mendoza y Departamento de San Rafael.

| Jurisdicción y grupos etáreos de la población | Total   | Porcentaje |
|---|---------|------------|
| Provincia Mendoza                             |         |            |
| 0-14  | 604.472 | 34,76      |
| 15-64   | 956.079 | 54,98      |
| 65 y +  | 178.378 | 10,26      |
| Departamento San Rafael                       |         |            |
| 0-14  | 47.140  | 25,07      |
| 15-64   | 119.038 | 63,31      |
| 65 y +  | 21.840  | 11,62      |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2010.

A partir de la información precedente es posible construir los índices de dependencia potencial y de vejez<sup>10</sup> de la población, que se ofrecen en el siguiente cuadro:

<sup>10</sup> El índice de dependencia potencial establece la proporción de población potencialmente no económicamente activa con respecto al total de la población potencialmente económicamente activa, y que viene a expresar el número de personas inactivas que sostiene cada individuo en edad activa. Por su parte, el índice de vejez refleja la relación ancianos/niños de la población.







Índices de Dependencia Potencial y de Vejez. Año 2010. Provincia de Mendoza y Departamento de San Rafael.

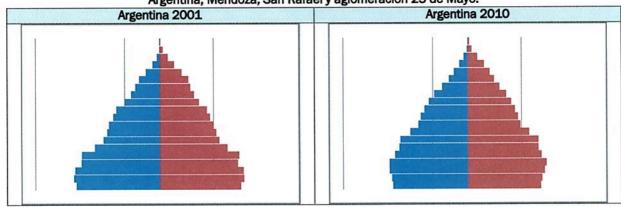
|                            |           | Indices                   |                    |  |  |
|----------------------------|-----------|---------------------------|--------------------|--|--|
| Jurisdicción/Grupos edad   | Población | Dependencia potencial (%) | Vejez (%)          |  |  |
| Provincia de Mendoza       |           |                           |                    |  |  |
| 0-14                       | 446.011   |                           | 39,99              |  |  |
| 15-64                      | 1.114.540 | 56,02                     |                    |  |  |
| 65 y +                     | 178.378   |                           |                    |  |  |
| Departamento de San Rafael |           |                           |                    |  |  |
| 0-14                       | 47.140    |                           | -1.1,6====3.10 === |  |  |
| 15-64                      | 119.038   | 57,95                     | 46,33              |  |  |
| 65 y +                     | 21.840    |                           |                    |  |  |

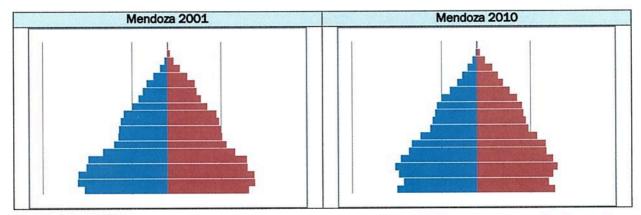
Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2010.

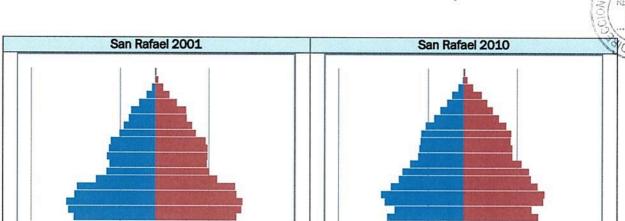
En las dos jurisdicciones analizadas el índice de dependencia potencial presenta valores más bajos que los nacionales (61,7%). En lo que respecta a índice de vejez, se puede apreciar que tanto el Departamento de San Rafael como la Provincia de Mendoza presentan valores bastante más elevados que los nacionales (35%).

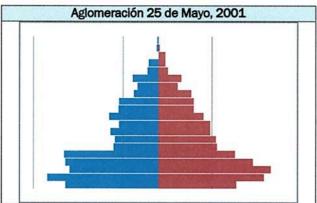
Para finalizar, se presentan las pirámides poblacionales de grupos quinquenales de las jurisdicciones analizadas (años 2001 y 2010), en donde las barras azules representan los varones y las rojas las mujeres, al tiempo que las barras inferiores representan los grupos etáreos más jóvenes y las superiores los más viejos, con normalización porcentual de la escala del eje horizontal para todos los casos:

Pirámides poblacionales año 2001 y 2010. Argentina, Mendoza, San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.









Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del INDEC, 2001 y 2010.

En términos generales se puede afirmar que la evolución de las pirámides poblacionales de Argentina y Mendoza de los años 2001 y 2010 no presenta grandes sobresaltos. Sólo se observa una continuidad en tendencias ya observadas desde la década de 1990 hacia estructuras poblacionales más envejecidas, con bases más estrechas o estables. Esta tendencia aparece con una intensidad mayor en el Departamento de San Rafael. Para la aglomeración 25 de Mayo, la más cercana al CMFSR, sólo se dispone de datos del año 2001; en términos generales, en esta pirámide es posible observar una población mucho más joven, con un abrupto estrechamiento en la población masculina a partir de los 25 años de edad; no obstante, la irregularidad entre cada segmento poblacional evidenciado por esta pirámide responde al tamaño poblacional de la aglomeración.

#### 3.3.5 Indicadores socioeconómicos

A continuación se presenta una selección de datos fundamentales referidos a cuestiones habitacionales, de necesidades básicas insatisfechas, educativas, sanitarias y laborales.

# Características habitacionales de la población

En el análisis socioeconómico de una determinada zona, es siempre importante la información referida a viviendas y su respectiva población, considerando tanto los tipos de vivienda como los materiales predominantes en la construcción, etc. Se presentan a continuación algunas precisiones conceptuales referidas a la forma en que el INDEC construye las categorías censales vinculadas al tema habitacional.

De acuerdo con la definición adoptada por el INDEC para el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, vivienda es el recinto construido para alojar personas; también se consideran viviendas los locales no destinados originariamente a alojar a personas pero que el día del Censo fueron utilizados para ese fin. Según esta clasificación, existen dos tipos de viviendas: las particulares y las colectivas.





Se denomina vivienda particular al recinto de alojamiento estructuralmente separado e independiente destinado a alojar uno o más hogares censales particulares, o que, aun cuando no estuviera originariamente destinado a ese fin, fue así utilizado el día del censo. Existen diversos tipos de vivienda particular; a los fines censales se consideraron los siguientes:

- Casa: vivienda con salida directa al exterior. Esta categoría se subdivide en casas tipo A y B. Casa tipo B es aquella que cumple por lo menos una de las siguientes condiciones: no tiene provisión de agua por cañería dentro de la vivienda; no dispone de retrete con descarga de agua; tiene piso de tierra o de otro material que no sea de cerámica, baldosa, madera, alfombra, plástico, cemento o ladrillo fijo. El resto de las casas es considerado casas tipo A.
- Rancho o casilla: vivienda con salida al exterior. El rancho (propio de áreas rurales) generalmente con paredes de adobe, piso de tierra y techo de chapa o paja. La casilla (propia de áreas urbanas) habitualmente construida con materiales de baja calidad o de desecho.
- Departamento: vivienda con baño y cocina propios, en la que se entra por zonas de uso común.
- Casa de inquilinato: vivienda con salida independiente al exterior construida o remodelada deliberadamente para que tenga varios cuartos con salida a uno o más espacios de uso común.
- Pensión u hotel: vivienda donde se alojan en forma permanente hogares particulares en calidad de pensionistas, bajo un régimen especial caracterizado por el pago mensual, quincenal o semanal de su alojamiento.
- Local no construido para habitación: lugar no destinado originariamente a vivienda, pero que estaba habitado el día del Censo.
- Vivienda móvil: que puede transportarse a distintos lugares (barco, vagón de ferrocarril, casa rodante, etc.).

Se denomina vivienda colectiva al recinto de alojamiento estructuralmente separado e independiente, destinado a alojar un hogar colectivo, o aquel que, si bien originariamente no fue destinado a ese fin, se utilizó así el día del Censo. Existen diferentes tipos de viviendas colectivas. A los fines censales se consideraron los siguientes:

- Hogar de ancianos: vivienda colectiva donde se alojan ancianos en calidad de internos que suelen recibir alimentación, hospedaje y atención terapéutica (geriátricos, ancianatos, etc.).
- Hogar de menores: alojamiento de menores (niños o adolescentes) separados de sus familias, a los que se ofrece hospedaje y alimentación (orfanatos, asilos, reformatorios, correccionales, etc.).
- Colegio internado: vivienda donde se alojan niños o jóvenes en calidad de internados o pupilos, por razones de estudio.
- Campamento/obrador: recinto destinado a alojar temporariamente a civiles que desarrollan conjuntamente actividades económicas (incluye campamentos establecidos para alojar mineros, trabajadores agrícolas, de obras públicas u otro tipo de actividad, a los embarcados no militares, etc.).
- Hospital: vivienda colectiva destinada a la prestación de servicios de salud.
- Cuartel: vivienda colectiva destinada al alojamiento de fuerzas militares o policiales.
- Hogar religioso: vivienda colectiva destinada al alojamiento de practicantes religiosos.
- Hotel turístico: vivienda colectiva destinada al alojamiento temporario de turistas.
- Prisión: vivienda colectiva destinada al alojamiento de convictos.

Una vez definidos los conceptos de hogares e instituciones colectivas, se prosigue con la presentación de datos censales:



Población total, población en viviendas particulares y en instituciones colectivas. Año 2001. Provincia de Mendoza, Departamento San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

|                         |           |                               | Población               |                              |
|-------------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Jurisdicción            | Total     | En viviendas particulares (a) | En viviendas colectivas | %<br>en viviendas colectivas |
| Provincia Mendoza       | 1.579.651 | 1.566.739                     | 12.749                  | 0,81                         |
| Departamento San Rafael | 173.571   | 171.410                       | 2.161                   | 1,25                         |
| Aglomeración 25 de Mayo | 1.585     | 1.585                         | 0                       | 0,00                         |

(a) Se incluye población censada en la calle.

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

Puede observarse que el Departamento de San Rafael presenta un valor relativo de población residiendo en viviendas colectivas algo más elevado que en la provincia. Por su parte la aglomeración 25 de Mayo presentaba el 100% de población residiendo en viviendas particulares.

De los datos presentados en el cuadro anterior, queda claro que las viviendas particulares constituyen el elemento habitacional más importante. Resulta de interés, por ende, conocer el tipo de vivienda predominante en cada jurisdicción analizada. A continuación se presenta un cuadro de tipos de viviendas particulares, para las jurisdicciones analizadas.

Población censada por tipo de vivienda particular. Año 2010. Provincia de Mendoza. Departamento de San Rafael.

|                    |              | Ser of Williams |        |         |              | Tipo de vivie          | enda                          |  |                   |
|--------------------|--------------|-----------------|--------|---------|--------------|------------------------|-------------------------------|--|-------------------|
| Jurisdicción Total |              | Casa            | Rancho | Casilla | Departamento | Pieza/s en inquilinato | Pieza/s en<br>hotel o pensión | Local no construi-<br>do para habitación | Vivienda<br>móvil |
| Provincia Me       | endoza       |                 |        |         |              |                        |                               |  |                   |
| Población          | 1.720.870    | 1.537.318       | 33.664 | 8.092   | 133.749      | 5.301                  | 640                           | 1.815                                    | 291               |
| %                  | 100,00       | 89,33           | 1,96   | 0,47    | 7,77         | 0,31                   | 0,04                          | 0,11                                     | 0,02              |
| Departamen         | nto San Rafa | el              |        |         |              |                        |                               |  |                   |
| Población          | 184.946      | 169.104         | 3.807  | 238     | 11.224       | 340                    | 21                            | 146                                      | 66                |
| %                  | 100,00       | 91,43           | 2,06   | 0,13    | 6,07         | 0,18                   | 0.01                          | 0.08                                     | 0,04              |

Nota: sólo se refiere a población residente en viviendas particulares. Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2010.

Se desprende de la información anterior, que el porcentaje de población residiendo en casas corresponde a la gran mayoría en las dos jurisdicciones analizadas. Sin embargo, el peso de la población viviendo en este tipo de vivienda es algo menor en Mendoza; esto se contrapone a una levemente mayor importancia de las viviendas tipo departamento. Más allá de estas viviendas, sólo se podría mencionar los ranchos, que representaban alrededor de un 2% en ambos casos.

Finalmente, como complemento de lo anterior se presentan los valores referidos a población según la calidad de los materiales de la vivienda (CALMAT<sup>11</sup>); lamentablemente para este punto sólo se dispone de los datos del Censo 2001.

<sup>11</sup> El análisis de calidad de materiales de la vivienda se organiza con las siguientes categorías:

CALMAT I: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los paramentos (pisos, paredes o techos) e incorpora todos los elementos de aislación y terminación.

CALMAT II: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los paramentos pero le faltan elementos de aislación o terminación al menos en uno de sus componentes (pisos, paredes, techos).

CALMAT III: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los paramentos pero le faltan elementos de aislación o terminación en todos sus componentes, o bien presenta techos de chapa de metal o fibrocemento u otros sin cielorraso; o paredes de chapa de metal o fibrocemento.

CALMAT IV: la vivienda presenta materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los paramentos.

CALMAT V: la vivienda presenta materiales no resistentes en todos los componentes.



Población por calidad de los materiales de la vivienda. Año 2001. Provincia de Mendoza y Departamento de San Rafael.

| 1                       | Calidad de los materiales de la vivienda |           |            |           |          |           |  |  |  |  |
|-------------------------|--|-----------|------------|-----------|----------|-----------|--|--|--|--|
| Jurisdicción            | CALMAT I                                 | CALMAT II | CALMAT III | CALMAT IV | CALMAT V | Total     |  |  |  |  |
| Provincia Mendoza       | 806.213                                  | 430.968   | 125.526    | 200.866   | 3.166    | 1.566.739 |  |  |  |  |
|                         | 51,46%                                   | 27,51%    | 8,01%      | 12,82%    | 0,20%    | 100,00%   |  |  |  |  |
| D                       | 84.080                                   | 40.055    | 25.370     | 21.589    | 308      | 171.402   |  |  |  |  |
| Departamento San Rafael | 49,05%                                   | 23,37%    | 14,80%     | 12,60%    | 0,18%    | 100,00%   |  |  |  |  |
| Aglomeración 25 de Mayo | 579                                      | 557       | 237        | 205       | 7        | 1.585     |  |  |  |  |
|                         | 36,53%                                   | 35,14%    | 14,95%     | 12,93%    | 0,44%    | 100,00%   |  |  |  |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

Nota: sólo se refiere a población residente en viviendas particulares. Se excluyen las viviendas colectivas y la población censada en la calle.

De la lectura de la información anterior se desprende que la mayoría de la población de la Provincia de Mendoza y del Departamento de San Rafael residía en viviendas de buena calidad, CALMAT I, teniendo en ambos casos valores cercanos al 50%; la población de viviendas CALMAT II era de 27,51% y 23,37% para provincia y departamento respectivamente. Aun así, es notablemente alto el porcentaje de población residiendo en viviendas CALMAT III (8,01% y 14,80%) y CALMAT IV (12,82% y 12,60%). En el caso de la aglomeración 25 de Mayo estos valores eran sensiblemente más desfavorables, donde apenas el 36,53% residía en viviendas CALMAT I, en favor de las viviendas CALMAT II (35,14%).

Lamentablemente el procesamiento del Censo de 2010 aún no ha arrojado valores referidos a población por materiales o calidad de la vivienda o, en aquellos casos que ha generado algunos datos (por ejemplo en material predominante de los pisos o cubierta o tipo de desagüe) éstos no aparecen desagregados a nivel departamento o aglomeración.

#### Necesidades Básicas Insatisfechas

Otro aspecto imprescindible a la hora de analizar una población está representado por las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Se trata de una serie de parámetros que fueron trabajados inicialmente en un documento del INDEC en los '80s (INDEC, 1984), producidos a partir de una serie de recomendaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), para abordar el problema de la pobreza atendiendo a sus condiciones estructurales y no desde el enfoque del ingreso. Por este motivo el análisis de NBI considera características de la vivienda, de las condiciones sanitarias, de la educación y de la capacidad de subsistencia. Básicamente podría decirse que un hogar se encuentra en situación de NBI cuando presenta al menos uno de los siguientes indicadores de privación:

- 1. Hacinamiento: hogares que tuvieran más de tres personas por cuarto.
- 2. Vivienda: hogares en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato o vivienda precaria).
- 3. Condiciones sanitarias: hogares que no tuvieran ningún tipo de retrete.
- 4. Asistencia escolar: hogares que tuvieran algún niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asistiera a la escuela.
- 5. Capacidad de subsistencia: hogares que tuvieran cuatro o más personas por miembro ocupado y, además, cuyo jefe no hubiera completado tercer grado de escolaridad primaria.

A continuación se presenta un cuadro con la población y los hogares afectados por NBI en las jurisdicciones analizadas para el año 2001.





Población con NBI. Año 2001. Provincia de Mendoza, Departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

|                         |           | Población |                              |  |
|-------------------------|-----------|-----------|------------------------------|--|
| Jurisdicción            | Total     | Con NBI   | % sobre po-<br>blación total |  |
| Provincia Mendoza       | 1.566.902 | 241.053   | 15,38                        |  |
| Departamento San Rafael | 171.410   | 30.130    | 17,58                        |  |
| Aglomeración 25 de Mayo | 1.585     | 461       | 29,09                        |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

Nota: sólo se refiere a población residente en viviendas particulares. Se excluyen las viviendas colectivas y la población censada en la calle.

Si bien los valores de NBI son bastante altos en todas las jurisdicciones analizadas, el caso de la aglomeración 25 de Mayo es sensiblemente más elevado, alcanzando valores que casi duplican los del departamento y la provincia.

# Características educativas de la población

Los aspectos educativos son cruciales a la hora de definir una población. Entre los indicadores que resultan eficaces se encuentran el nivel de alfabetismo, los niveles de educación alcanzados y la oferta educativa, entre otros.

Se suministra a continuación información referente a la condición de alfabetismo en la Provincia de Mendoza, Departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo del Censo 2001.

Población de 10 años o más por condición de alfabetismo. Año 2001. Provincia de Mendoza, departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

|                         | D-6115 d- 40                  | Condición de | e alfabetismo |  |
|-------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|--|
| Jurisdicción            | Población de 10<br>años o más | Alfabetos    | Analfabetos   |  |
| B 1 1 11 1 1 1 1 1      | 1.277.413                     | 1.236.372    | 41.041        |  |
| Provincia Mendoza       | 100,00%                       | 96,79%       | 3,21%         |  |
| D                       | 107.918                       | 101.889      | 6.029         |  |
| Departamento San Rafael | 100,00%                       | 94,41%       | 5,59%         |  |
|                         | 1.240                         | 1.170        | 70            |  |
| Aglomeración 25 de Mayo | 100,00%                       | 94,35%       | 5,65%         |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

En comparación con el valor nacional (2,61%) puede observarse que el nivel de analfabetismo es relativamente alto en las tres jurisdicciones analizadas, en especial en San Rafael y la aglomeración 25 de Mayo, donde el guarismo supera el 5,5%.

Población de 5 años o más por condición de asistencia escolar. Año 2001. Provincia de Mendoza, Departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción         | Nunca Asistió | Asiste estable-<br>cimiento público | Asiste estable-<br>cimiento privado | No asiste pero asistió | Total     |
|----------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------|
|                      | 51.077        | 386.571                             | 78.086                              | 918.377                | 1.434.111 |
| Provincia Mendoza    | 3,56%         | 26,96%                              | 5,44%                               | 64,04%                 | 100,00%   |
| Departamento San Ra- | 7.113         | 45.013                              | 5.131                               | 100.474                | 157.731   |
| fael                 | 4,51%         | 28,54%                              | 3,25%                               | 63,70%                 | 100,00%   |
| Aglomeración 25 de   | 82            | 490                                 | 9                                   | 852                    | 1.433     |
| Mayo                 | 5,72%         | 34,19%                              | 0,63%                               | 59,46%                 | 100,00%   |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

De los datos anteriores se desprende que los valores de población que nunca asistió a la escuela en el Departamento San Rafael son algo superiores a la media provincial, siendo aún más altos en la aglomeración 25 de Mayo. Por otro lado, cabe mencionar que tanto en el departamento como en la aglomera-



# CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minoro Entril San Refael (CMESR) Mendoz

Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1

ción el peso de la población asistente a un establecimiento público es mayor que en la provincia; es asíque en el Departamento San Rafael del total de personas de 5 años o más que asistían a un establecimiento, 89,77% lo hacía en un establecimiento público, mientras que en 25 de Mayo este valor trepaba hasta un 98,20%.

Finalmente resulta de interés conocer el nivel máximo de instrucción alcanzado por la población, información que a continuación se detalla:

Población de 15 años o más por nivel máximo de instrucción alcanzado. Año 2001. Provincia de Mendoza, departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

|                            | Población       |                 | Máximo nivel de instrucción alcanzado |         |            |         |                           |        |                        |        |           |  |
|----------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------------|---------|------------|---------|---------------------------|--------|------------------------|--------|-----------|--|
| Jurisdicción               | de 15<br>años o | Sin<br>instruc- | Primario                              |         | Secundario |         | Superior no universitario |        | Superior universitario |        | Total     |  |
|                            | más             | ción            | Incomp.                               | Comp.   | Incomp.    | Comp.   | Incomp.                   | Comp.  | Incomp.                | Comp.  |           |  |
|                            | Total           | 43.243          | 185.255                               | 307.280 | 246.974    | 159.640 | 23.483                    | 40.516 | 68.751                 | 46.130 | 1.121.272 |  |
| Provincia<br>Mendoza       | %               | 3,86            | 16,52                                 | 27,40   | 22,03      | 14,24   | 2,09                      | 3,61   | 6,13                   | 4,11   | 100,00    |  |
|                            | % Acum.         | 3,86            | 20,38                                 | 47,78   | 69,81      | 84,05   | 86,14                     | 89,75  | 95,89                  | 100,00 | 100,00    |  |
|                            | Total           | 6.382           | 24.518                                | 35.420  | 25.501     | 15.746  | 3.266                     | 5.675  | 4.193                  | 3.025  | 123.726   |  |
| Departamento               | %               | 5,16            | 19,82                                 | 28,63   | 20,61      | 12,73   | 2,64                      | 4,59   | 3,39                   | 2,44   | 100,00    |  |
| San Rafael                 | % Acum.         | 5,16            | 24,97                                 | 53,60   | 74,21      | 86,94   | 89,58                     | 94,17  | 97,56                  | 100,00 | 100,00    |  |
| •                          | Total           | 69              | 260                                   | 335     | 267        | 89      | 15                        | 16     | 5                      | 5      | 1.061     |  |
| Aglomeración<br>25 de Mayo | %               | 6,50            | 24,51                                 | 31,57   | 25,16      | 8,39    | 1,41                      | 1,51   | 0,47                   | 0,47   | 100,00    |  |
|                            | % Acum.         | 6,50            | 31,01                                 | 62,58   | 87,75      | 96,14   | 97,55                     | 99,06  | 99,53                  | 100,00 | 100,00    |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

En el cuadro anterior puede observarse que el porcentaje de población sin instrucción alguna representa menos del 4% en la Provincia de Mendoza, pero alcanza 5,16% en el Departamento de San Rafael y 6,50% en la aglomeración 25 de Mayo. Si se analiza el porcentaje de población que no terminó la primaria (agregado categorías "sin instrucción" y "primaria incompleta") en San Rafael prácticamente alcanza el 25%, mientras que en 25 de Mayo supera el 31%. Por otro lado puede mencionarse que los valores correspondientes a población con nivel superior (terciario y universitario) completo son mucho más bajos en esta aglomeración (1,98%) que en las otras jurisdicciones (7,03% en el Departamento de San Rafael y 7,73% en la Provincia de Mendoza).

# Características sanitarias de la población

Según datos provistos por el Ministerio de Salud de la Nación (MSN, 2011), durante el año 2009 en el Departamento de San Rafael se dieron un total de 3.414 nacimientos vivos registrados, y un total de 1.408 defunciones, de las cuales 42 correspondieron a menores de un año. Esto supone valores de natalidad de 18,1‰ (valor provincial = 19,7‰) y de mortalidad general de 7,5‰ (valor provincial = 7,0‰). Un 73,01% de las defunciones correspondieron a personas de 65 y más años. Resta mencionar que en este período no se registraron casos de muerte materna.

Se presentan a continuación los datos correspondientes a población cubierta por algún tipo de obra social o plan de salud.

Población por cobertura obra social y/o plan de salud privado o mutual. Año 2001. Provincia de Mendoza, departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción            | Población | Tiene   | No tiene | Total     |
|-------------------------|-----------|---------|----------|-----------|
|                         | Total     | 780.595 | 799.056  | 1.579.651 |
| Provincia Mendoza       | %         | 49,42   | 50,58    | 100,00    |
|                         | Total     | 84.950  | 88.621   | 173.571   |
| Departamento San Rafael | %         | 48,94   | 51,06    | 100,00    |
|                         | Total     | 603     | 982      | 1.585     |
| Aglomeración 25 de Mayo | %         | 38.04   | 61.96    | 100,00    |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2001.

A partir de los datos presentados, es posible observar que el porcentaje de población sin cobertura de obra social o plan de salud era muy alta en las tres jurisdicciones analizadas (superior al 50%), alcanza





un valor cercano al 62% en la aglomeración 25 de Mayo. Esto, empero, debe analizarse a la luz de la ROI situación laboral (y por ende de obras sociales) que atravesaba el país al momento del Censo 2001.

# Características laborales de la población

Las características laborales constituyen un aspecto sumamente importante dentro de la descripción general de la sociedad. Lamentablemente, aún no se dispone de la información del Censo 2010, por lo que se debe tener cuidado al hacer una lectura de los datos que se presentarán a continuación, ya que éstos fueron elaborados -mediante el Censo 2001- en un momento económicamente muy particular, inmediatamente previo a la crisis económica de 2001.

Naturalmente, para categorías más o menos estructurales como las características del parque habitacional o ías tendencias macrodemográficas, esta fluctuación coyuntural no resulta significativa, pero para categorías vinculadas al mercado y la dinámica laboral general resulta determinante. De modo que la lectura de los datos presentados para el año 2001 debe superar este desafío metodológico. Aclarada esta cuestión, se presentan a continuación los valores correspondientes a población por condición de actividad agregada.

Población de 15 y más años por condición de actividad agregada. Año 2001. Provincia de Mendoza, departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción            | Ocupado | Desocupado | Inactivo | Total     |
|-------------------------|---------|------------|----------|-----------|
|                         | 467.735 | 194.886    | 489.860  | 1.152.481 |
| Provincia Mendoza       | 40,59%  | 16,91%     | 42,50%   | 100,00%   |
|                         | 46.490  | 24.720     | 55.853   | 127.063   |
| Departamento San Rafael | 36,59%  | 19,45%     | 43,96%   | 100,00%   |
| A                       | 208     | 386        | 503      | 1.097     |
| Aglomeración 25 de Mayo | 18,96%  | 35,19%     | 45,85%   | 100,00%   |

Fuente: elaboración propia con datos del INDEC, 2001.

Al comparar los valores porcentuales de ocupación/desocupación, se observa que la Provincia de Mendoza poseía en 2001 un nivel de desocupación menor (16,91%) que el Departamento de San Rafael (19,45%), aunque ambos eran próximos. Sin embargo, al analizar el caso de la aglomeración 25 de Mayo, el porcentual de desocupación es mucho mayor, ubicándose en un 35,19%.

Se presentan a continuación los valores correspondientes a población por condición de actividad desagregada.

Problación de 15 y más años por condición de actividad. Año 2001. Provincia de Mendoza, departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción               | Solo<br>trabaja | Trabaja<br>y estu-<br>dia | Trabaja y<br>percibe<br>jubilación | Solo<br>busca<br>trabajo | PARTICIPATION OF THE PARTY OF T | Busca traba-<br>jo y percibe<br>jubilación | Estudiante | Jubilado o pensionado | Otra<br>situa-<br>ción | Total     |
|----------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|--|------------|-----------------------|------------------------|-----------|
| Provincia                  | 420.077         | 29.402                    | 18.256                             | 156.011                  | 30.222   | 8.653                                      | 133.474    | 113.312               | 243.074                | 1.152.481 |
| Mendoza                    | 36,45%          | 2,55%                     | 1,58%                              | 13,54%                   | 2,62%  | 0,75%                                      | 11,58%     | 9,83%                 | 21,09%                 | 100,00%   |
| Departamento               | 42.007          | 2.684                     | 1.799                              | 20.171                   | 3.420  | 1.129                                      | 14.468     | 14.806                | 26.579                 | 127.063   |
| San Rafael                 | 33,06%          | 2,11%                     | 1,42%                              | 15,87%                   | 2,69%  | 0,89%                                      | 11,39%     | 11,65%                | 20,92%                 | 100,00%   |
| Aglomeración<br>25 de Mayo | 198             | 4                         | 6                                  | 339                      | 33   | 14   | 141        | 112                   | 250                    | 1.097     |
|                            | 18.05%          | 0.36%                     | 0.55%                              | 30,90%                   | 3,01%  | 1,28%                                      | 12,85%     | 10,21%                | 22,79%                 | 100,00%   |

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del INDEC, 2001.

En consonancia con lo observado más arriba, la información indica que el Departamento de San Rafael y la Provincia de Mendoza presentan valores más o menos coincidentes; aun así se puede detectar en el departamento un peso algo mayor de la categoría "sólo busca trabajo" y "jubilado o pensionado", y algo menor de la categoría "sólo trabaja". Los valores de la aglomeración analizada son claramente diferentes, mostrando un bajísimo peso de la categoría "sólo trabaja" y un alto peso de la categoría "sólo busca trabajo".





Población de 15 y más años por categorías de ocupación. Año 2001. Provincia de Mendoza, departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción               | Obrero /<br>empleado<br>sector públi-<br>co | Obrero / em-<br>pleado sector<br>privado | Patrón | Trabajador<br>por<br>cuenta propia | Trabajador<br>familiar con<br>sueldo | Trabajador<br>familiar sin<br>sueldo | Total   |
|----------------------------|---|--|--------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|
|                            | 99.085                                      | 229.441                                  | 23.507 | 99.060                             | 4.304                                | 12.338                               | 467.735 |
| Provincia Mendoza          | 21,18%                                      | 49,05%                                   | 5,03%  | 21,18%                             | 0,92%                                | 2,64%                                | 100,00% |
| Departamento               | 10.287                                      | 21.388                                   | 2.641  | 10.151                             | 387                                  | 1.636                                | 46.490  |
| San Rafael                 | 22,13%                                      | 46,01%                                   | 5,68%  | 21,83%                             | 0,83%                                | 3,52%                                | 100,00% |
| Aglomeración<br>25 de Mayo | 57  | 105                                      | 5      | 37                                 | 1                                    | 3                                    | 208     |
|                            | 27,40%                                      | 50,48%                                   | 2,40%  | 17,79%                             | 0,48%                                | 1,44%                                | 100,00% |

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del INDEC, 2001.

A partir del análisis de los datos presentados en el cuadro desde la relación porcentual es posible notar un mayor peso de las categorías ocupacionales obrero/empleado sector público o privado en la aglomeración 25 de Mayo en comparación con las otras jurisdicciones analizadas. Esto aparece asociado a un menor peso del cuentapropismo y la categoría "patrón".

Aun cuando los valores de la provincia y el departamento analizados son coincidentes, se debe mencionar un peso relativo algo mayor del obrero/empleado del sector público en el departamento (22,13%) respecto a la provincia (21,18%), al tiempo que lo contrario sucede con el obrero/empleado en el sector privado (46,01% y 49,05% para departamento y provincia respectivamente).

#### 3.3.6 Actividades Económicas

Se presenta a continuación una breve descripción de las actividades económicas desarrolladas en la zona de interés.

# Agricultura

Superficie total de las explotaciones agropecuarias (EAP) con límites definidos, por tipo de uso de la tierra agregado. Año 2002. Departamento de San Rafael.

| Jurisdicción            | Total<br>(ha) | Superficie implantada (ha) | Superficie destinada a otros usos (ha) |
|-------------------------|---------------|----------------------------|--|
|                         | 1.593.433,4   | 50.178,0                   | 1.543.255,4                            |
| Departamento San Rafael | 100,00%       | 3,15%                      | 96,85%                                 |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2002.

Lo primero que se debe mencionar es la escasa relevancia relativa que presentaba la actividad agrícola en el departamento analizado, representando apenas algo más del 3%. Ahora bien, teniendo en cuenta la gran extensión del departamento en cuestión, este 3% representaba un nada despreciable total de 50.178 ha. De esta superficie implantada, el 71,81% (36.033 ha) correspondían a cultivos perennes y el 17,08% (8.571 ha) a forrajeras perennes.

Superficie implantada de las explotaciones agropecuarias (EAP) con límites definidos, por tipo de uso de la tierra.

Año 2002. Departamento de San Rafael.

| Superficie implantada departamento San Rafael (ha) |          |           |         |          |             |              |  |  |  |
|--|----------|-----------|---------|----------|-------------|--------------|--|--|--|
| Total  | Cultivos |           |         | ajeras   | Bosques y/o | Cultivos sin |  |  |  |
|  | anuales  | perennes  | anuales | perennes | montes      | discriminar  |  |  |  |
| 50.178,00  | 387,4    | 36.033,30 | 901,7   | 8.570,70 | 2.205,30    | 2.079,60     |  |  |  |
| 100%   | 0,77%    | 71,81%    | 1,8%    | 17,08%   | 4,39%       | 4,14%        |  |  |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2002.

Del total superficial de cultivos perennes, más del 99% correspondía a frutales. De estos, un 42,5% eran vides, 35,76% frutales de carozo (ciruelo 19,81% y duraznero 12,71%), 13,83% olivos, 7,73% frutales de pepita (peral 5,26%) y 0,45% frutos secos. Por su parte, del total de superficie sin implantar



destinada a otros usos, un 57,02% (879.978 ha) correspondían a pastizales, mientras que otro 36,48% (563.049 ha) a bosques y/o montes espontáneos.

Superficie implantada de las explotaciones agropecuarias (EAP) con límites definidos, por tipo de uso de la tierra.

Año 2002. Departamento de San Rafael.

| Superficie destinada a otros usos (ha) |            |                                     |                   |                          |                                   |                          |  |  |  |
|--|------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|--|--|
| Total                                  | Pastizales | Bosques y/o mon-<br>tes espontáneos | Apta no utilizada | No apta o de desperdicio | Caminos, par-<br>ques y viviendas | Sin discrimi-<br>nar uso |  |  |  |
| 1.543.255,4                            | 879.978,0  | 563.049,4                           | 36.810,3          | 49.035,7                 | 14.334,1                          | 47,9                     |  |  |  |
| 100,00%                                | 57,02%     | 36,48%                              | 2,39%             | 3,18%                    | 0,93%                             | 0,00%                    |  |  |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2002.

#### Ganadería

Dentro del contexto provincial, el Departamento de San Rafael representa un importante productor pecuario, concentrando más del 22% del total de cabezas de ganado de la provincia. El ganado bovino representa el 47,96% del total de cabezas del departamento y el 32,19% del ganado bovino de la provincia; el ganado caprino de San Rafael representan el 36,57% del total de cabezas del departamento, pero sólo el 14,7% del ganado caprino de la provincia; finalmente, el ganado ovino, si bien representa sólo el 8,42% del total de cabezas del departamento, representa en cambio un tercio (33,25%) del ganado ovino de la provincia.

Cabezas totales de ganado y valores porcentuales, por tipo de ganado. Año 2002.

Departamento de San Rafael y Provincia de Mendoza.

| Jurisdicción                           | Bovinos   | Ovinos | Caprinos | Porcinos | Equinos | Asnales / mulares | Auquénidos |
|--|-----------|--------|----------|----------|---------|-------------------|------------|
| Mendoza                                |           |        |          |          |         |                   |            |
| Total Cabezas                          | 404.710   | 68.795 | 672.434  | 16.360   | 64.029  | 5.901             | 54         |
| % Cabezas                              | 32,84     | 5,58   | 54,57    | 1,33     | 5,20    | 0,48              | 0,00       |
| San Rafael                             |           |        |          |          |         |                   |            |
| Total Cabezas                          | 130.294   | 22.874 | 99.338   | 5.198    | 13.442  | 508               | 4          |
| % Cabezas                              | 47,96     | 8,42   | 36,57    | 1,91     | 4,95    | 0,19              | 0,00       |
| Relación departamento-                 | provincia |        |          |          |         | A                 |            |
| % Dpto. San Rafael sobre Prov. Mendoza | 32,19     | 33,25  | 14,77    | 31,77    | 20,99   | 8,61              | 7,41       |

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2002.

#### **Turismo**

Si bien el turismo representa una actividad importante en el departamento, los principales puntos de atracción e infraestructura se encuentran fuera del área de implantación del CMFSR. Aun así, para poder tener un panorama general de la actividad en el departamento, se presentan datos referidos a ocupación hotelera para la ciudad de San Rafael.

Establecimientos hoteleros y para-hoteleros. Año 2011, meses de Mayo y Enero. Ciudad de San Rafael.

| E-t-bla-dadada (a)   | 2011 |       |       |  |  |
|----------------------|------|-------|-------|--|--|
| Establecimientos (a) | Mayo | Enero | Var % |  |  |
| TOTAL                | 108  | 106   | -1,85 |  |  |
| Hoteleros            | 43   | 40    | -6,98 |  |  |
| Para-hoteleros       | 65   | 66    | 1,54  |  |  |

(a) Los establecimientos hoteleros son aquellos categorizados como hoteles 1, 2, 3, 4 y 5 estrellas y aparthoteles. Los establecimientos para-hoteleros incluyen: hoteles sindicales, albergues, cabañas, bungalows, hospedajes, bed & breakfast, hosterías, residenciales, etc.

Fuente: elaboración propia sobre la base de INDEC, 2011.



Los datos presentados trabajan los meses de Enero y Mayo para mostrar la posible variación estacional en la oferta y la ocupación hotelera. Los establecimientos hoteleros y para-hoteleros se ubican en un total de 106 en Enero y de 108 en Mayo, lo que supone una gran estabilidad.

Cabe mencionar que los establecimientos hoteleros representan entre un 37% y un 39% del total de establecimientos disponibles, según el mes. En su conjunto, los establecimientos contabilizan un total de 49.662 habitaciones y 160.115 plazas en enero y 45.384 habitaciones y 162.233 plazas en mayo.

Por su parte, en enero se contabilizan un total de algo más de 24.016 viajeros, de los cuales un 65% se hospeda en hoteles y un 35% en establecimientos para-hoteleros. En mayo esta cifra cae a 6.865 viajeros, 77% en hoteles y 23% en para-hoteleros. Finalmente, se puede mencionar que el tiempo de estadía promedio de los viajeros es de aproximadamente 3,18 días en enero y de 2,19 en mayo.

#### 3.3.7 Infraestructura

Resulta de interés conocer la infraestructura existente en el área de estudio. Para ello se analizarán diferentes aspectos como ser infraestructura de vivienda, de salud, de transporte, etc.

#### De vivienda

La infraestructura de vivienda no releva únicamente a las unidades físicas existentes en un área determinada, sino también la calidad de estas unidades, los servicios de los que éstas disponen, etc.; esto se apoya en enfoques teóricos, como el de Yujnovsky (Yujnovsky, 1984), que consideran que la cuestión habitacional debe ser analizada no desde la unidad física aislada, sino desde la idea de servicios habitacionales (que además de la unidad física incluyen toda una serie de servicios y beneficios derivados de la imbricación de la vivienda en el tejido urbano).

Según el Censo de 2001, el Departamento de San Rafael poseía un total de 45.775 viviendas particulares, de las cuales 377 correspondían a la aglomeración 25 de Mayo. El Censo 2010 comprobó la existencia de 64.108 viviendas particulares en el Departamento de San Rafael, de las cuales 54.276 (84,66%) se encontraban habitadas al momento de la ejecución del relevamiento; el Censo detectó asimismo otras 234 viviendas colectivas.

A continuación se analizan diferentes elementos correspondientes a la infraestructura de servicios de las viviendas, según los datos del Censo 2001 (aún no están disponibles los del 2010).

Viviendas según porcentaje de cobertura de servicios de red domiciliaria. Año 2001. Departamento San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción            | Energía eléc-<br>trica | Agua de red | Cloacas | Gas natural de red |
|-------------------------|------------------------|-------------|---------|--------------------|
| Departamento San Rafael | 95,40%                 | 92,02%      | 42,79%  | 60,23%             |
| Aglomeración 25 de Mayo | 96,00%                 | 86,53%      | 13,89%  | 0,00%              |

Nota: valores estimados sobre el número de viviendas encuestadas. Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del INDEC, 2001.

De los datos precedentes se desprende que la cobertura de energía eléctrica es alta en las dos jurisdicciones, ubicándose en ambos casos por encima del 95%. La cobertura de agua de red es asimismo alta, con valores de cobertura de 92,02% para el departamento y de 86,53% en la aglomeración. Los valores de coberturas en cloacas y gas de red son sensiblemente más bajos: 42,79% en cloacas y 60,23% en gas natural de red en el departamento, y 13,89% en gas y 0% en gas natural de red en la aglomeración.



En cuanto a recolección de residuos y alumbrado público los valores son bastante elevados en ambos casos; en cuanto a recolección de residuos el departamento poseía una cobertura de 79,22% y la aglomeración de 100%; en cuanto a alumbrado público, estos valores eran de 84,38% para el departamento y de 92,00% para la aglomeración.

Viviendas según infraestructura urbana de servicios de red. Año 2001.

Departamento de San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción            | Recolección<br>de Residuos | Alumbrado<br>público |
|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| Departamento San Rafael | 79,22%                     | 84,38%               |
| Aglomeración 25 de Mayo | 100,00%                    | 92,00%               |

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del INDEC, 2001.

Para una correcta interpretación de la situación habitacional, los datos hasta aquí presentados deberían ser complementados con aquellos referidos a infraestructura educativa, sanitaria, de transporte, etc., y ser leídos a la luz de aquellos presentados en el punto primero del apartado 3.3.5. Finalmente cabe mencionar una serie de puestos ubicados en la zona cercana al proyecto:

Puestos cercanos al proyecto. Año 2012

| D-6  |   | Situación   | Pos           | ición         |
|------|---|-------------|---------------|---------------|
| Ref. | Puesto  | Situacion   | Lat.          | Long.         |
| 1    | Puesto La Pintada                                     | Habitado    |               | 68°39'21.65"0 |
| 2    | Estación de Tren Los Terneros - Puesto Luis Balmaceda | Habitado    | 34°42'52.41"S | 68°36'41.63"0 |
| 3    | Estación de Tren Los Terneros - Puesto Agüero Vargas  | Habitado    | 34°42'54.21"S | 68°36'38.69"0 |
| 4    | Estación de Tren Los Terneros - Puesto Agüero         | Habitado    |               | 68°36'36.17"0 |
| 5    | Puesto La Cienaguita                                  | Habitado    | 34°41'52.94"S | 68°38'1.31"0  |
| 6    | Puesto Morales  | Habitado    |               | 68°36'19.48"0 |
| 7    | Puesto La Horqueta, familia Campos                    | Deshabitado | 34°40'15.57"S | 68°37'52.17"0 |
| 8    | Puesto Los Algarrobos, familia Enrique Días           | Habitado    |               | 68°38'14.87"0 |
| 9    | Puesto Francisco Díaz                                 |             |               | 68°38'41.97"0 |
| 10   | Puesto La Isla, Sr. Ángel Martínez                    |             | 34°36'26.66"S |               |
| 11   | Puesto El Jarillalito, Sr. Isabelino Martínez         | Deshabitado | 34°36'37.26"S | 68°36'26.86"0 |
| 12   | Puesto Pavón  | Habitado    |               | 68°34'27.86"0 |
| 13   | Puesto El Durazno                                     | Deshabitado | 34°43'43.77"S | 68°41'38.45"0 |

Fuente: elaboración propia sobre la base de Evaluación de Impacto Ambiental "Remediación y Rehabilitación Sincrónica del Complejo Minero Industrial San Rafael e Integración de la Planta de Producción de Dióxido de Uranio"

Año 2004 – Autor: Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda – Grupo de Apoyo Tecnológico a la Industria – Departamento de Ingeniería Química.

La siguiente figura muestra la ubicación de los puestos mencionados, con respecto al CMFSR.



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1





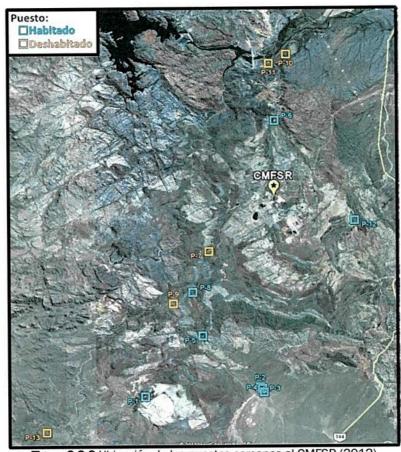


Figura 3.3-2 Ubicación de los puestos cercanos al CMFSR (2012).

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos UTN (2004) y CNEA (comunicación personal).

# De educación

Según la Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa (DINIECE), el Departamento de San Rafael posee 327 establecimientos, 278 de los cuales son estatales (85%) y 49 privados (15%).

Por su parte, según el Sitio Oficial del Gobierno de Mendoza, el distrito 25 de Mayo posee 5 establecimientos educativos, mientras que el de Cuadro Benegas posee 7:

Establecimientos educativos distritos 25 de Mayo y Cuadro Benegas

| N°   | Nombre                                  | Dirección                                  | Distrito       |  |
|--|---|--|----------------|--|
| 711  | 1-013 "Alfredo R. Bufano"               | Rivadavia s/n                              | 25 de mayo     |  |
| 712  | 1-563 "El Alamo"                        | Estancia Las Vertientes                    | 25 de mayo     |  |
| 713  | 4-100 "Villa 25 de Mayo"                | Rivadavia esq. Chacabuco                   | 25 de mayo     |  |
| 714  | JM 149- "El Pato Renato"                | Los Andes 349                              | 25 de mayo     |  |
| 935 1-025 "25 de Mayo" / 3-015 Tte. 1º Ibañez / 3<br>436 Cacica Josefa Roco / 4-221 Sin Nombre |   |  |                |  |
| 3526   | 1-082 "Provincia del Chaco"             | Ruta Nacional 144                          | Cuadro Benegas |  |
| 3527   | 1-222 "Adela Nieto Ojeda de Poblet"     | El Vencedor s/n - La Plazoleta             | Cuadro Benegas |  |
| 3528 1-341 "Dr. Luis Dellepiane"   |   | Bifani s/n - El Vencedor                   | Cuadro Benegas |  |
| 3529 1-368 "Prof. José Ramón Amoroso"  |   | Sta. Elena y La Falda – Los Coro-<br>neles | Cuadro Benegas |  |
| 3530   | 1530 1-643 "La Pintada" Ruta 144 y km 8 |  | Cuadro Benegas |  |
| 3531   | 4-102 "Antonio Buttini"                 | Ruta Nacional 144 s/n                      | Cuadro Benegas |  |
| 3532 JM 056- "Rayito de Sol"   |   | Callejón Las Rosas                         | Cuadro Benegas |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de Sitio Oficial Gobierno de Mendoza, www.gxportal.mendoza.gov.ar



Según la ya mencionada información del DINIECE, los establecimientos educativos más cercanos al CMFSR son:

En la aglomeración 25 de Mayo:

- El Álamo, CUE<sup>12</sup> 5000113 (Inicial y primario)
- Villa 25 de Mayo, CUE 5000679 (nivel secundario)
- Alfredo Bufano, CUE 5001210 (nivel inicial y primario)
- El Pato Renato, CUE 5002007 (nivel inicial)

Dentro del distrito de Cuadro Benegas:

- La Pinatada, CUE: 500161200 (nivel inicial y primario), en Cuesta de los Terneros
- "Prof. José Ramón Amoroso", CUE: 5001211 (nivel inicial y primario), en Coroneles

## De salud

El Departamento de San Rafael posee dos hospitales de complejidad regional, ubicados en la ciudad cabecera: el Hospital Schestakow y el Hospital Eva Perón. Asimismo, el departamento posee otros 55 establecimientos sanitarios, de los cuales 2 corresponden a Centros de Salud Cabeceras, 43 a Centros de Salud Comunes (23 ministeriales y 20 municipales) y 10 a postas sanitarias (3 ministeriales y 7 municipales).

A continuación se presenta un listado de los establecimientos sanitarios oficiales del departamento.

# Establecimientos de salud. Año 2011. Departamento San Rafael

#### Centro de salud cabecera

| N° Nombre |                    | Distrito           | Dependencia |  |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------|--|
| 113       | Monte Comán        | Monte Comán        | Ministerial |  |
| 130       | Salto de las Rosas | Salto de las Rosas | Ministerial |  |

#### Centros de salud

| N° Nombre |                   | Distrito          | Dependencia |  |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------|--|
| 107       | Villa 25 de Mayo  | Villa 25 de Mayo  | Ministerial |  |
| 108       | Goudge            | Goudge            | Ministerial |  |
| 109       | Malvinas          | Las Malvinas      | Ministerial |  |
| 110       | Colonia Elena     | Colonia Elena     | Ministerial |  |
| 111       | Rodolfo Iselín    | Rodolfo Iselín    | Ministerial |  |
| 112       | El Usillal        | El Usillal        | Ministerial |  |
| 114       | Villa Atuel       | Villa Atuel       | Ministerial |  |
| 115       | Real del Padre    | Real del Padre    | Ministerial |  |
| 116       | Cuadro Benegas    | Cuadro Benegas    | Ministerial |  |
| 117       | El Nihuil         | El Nihuil         | Ministerial |  |
| 118       | El Sosneado       | El Sosneado       | Ministerial |  |
| 119       | Rama Caída        | Rama Caída        | Ministerial |  |
| 123       | Punta del Agua    | Punta del Agua    | Ministerial |  |
| 142       | Bombal y Tabanera | Bombal y Tabanera | Ministerial |  |
| 158       | Cuadro Nacional   | Cuadro Nacional   | Ministerial |  |
| 159       | Isla Río Diamante | San Rafael Ciudad | Ministerial |  |
| 160       | Tres Vientos      | Tres Vientos      | Ministerial |  |
| 161       | Atuel Norte       | Atuel Norte       | Ministerial |  |

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> El CUE es la Clave única del Establecimiento, que permite identificar los datos fundamentales del establecimiento a través de la red argentina de escuelas.



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



#### Centros de salud

| N°  | Nombre                      | Distrito          | Dependencia |
|-----|-----------------------------|-------------------|-------------|
| 163 | El Vencedor                 | El Vencedor       | Ministerial |
| 164 | Capitán Montoya             | Capitán Montoya   | Ministerial |
| 170 | La Llave                    | La Llave          | Ministerial |
| 175 | El Cerrito                  | El Cerrito        | Ministerial |
| 183 | B° Valle Grande             | San Rafael Ciudad | Ministerial |
| 320 | El Molino                   | San Rafael Ciudad | Municipal   |
| 324 | Los Claveles                | Cañada Seca       | Municipal   |
| 325 | Ramón Carrillo              | San Rafael Ciudad | Municipal   |
| 327 | Bº Constitución             | San Rafael Ciudad | Municipal   |
| 329 | Teresa Scagliotti           | San Rafael Ciudad | Municipal   |
| 334 | Las Margaritas              | San Rafael Ciudad | Municipal   |
| 339 | Francisca Strólogo          | Las Paredes       | Municipal   |
| 340 | Manos Unidas                | Cañada Seca       | Municipal   |
| 344 | Juan Manuel García          | Cuadro Nacional   | Municipal   |
| 345 | Colonia Gelman              | La Llave          | Municipal   |
| 346 | Los Coroneles               | Cuadro Benegas    | Municipal   |
| 347 | Santa Teresita de Los Andes | San Rafael Ciudad | Municipal   |
| 348 | Colonia Española            | Cuadro Nacional   | Municipal   |
| 349 | Villa Laredo                | San Rafael Ciudad | Municipal   |
| 350 | La Guevarina                | La Guevarina      | Municipal   |
| 351 | El Tropezón                 | Cañada Seca       | Municipal   |
| 354 | La Llave Sur                | La Llave          | Municipal   |
| 359 | Las Malvinas Sur            | Las Malvinas      | Municipal   |
| 360 | Jesús Nazareno Riera        | Cañada Seca       | Municipal   |
| 361 | El Escorial                 | Las Malvinas      | Municipal   |

#### Postas sanitarias

| N° Nombre |                      | Distrito          | Dependencia |  |
|-----------|----------------------|-------------------|-------------|--|
| -         | Valle Grande         | Valle Grande      | Ministerial |  |
| -         | Pobre Diablo         | Rama Caída        | Ministerial |  |
|           | Palermo chico        | Real del Padre    | Ministerial |  |
| 513       | San Francisco Javier | Las Paredes       | Municipal   |  |
| 514       | Virgen del Rosario   | Las Paredes       | Municipal   |  |
| x17       | Don Bosco            | San Rafael Ciudad | Municipal   |  |
| X18       | Bº Municipal         | San Rafael Ciudad | Municipal   |  |
| x19       | La Izuelina          | Villa Atuel       | Municipal   |  |
| X20       | Cruz del Sur         | San Rafael Ciudad | Municipal   |  |
| x21       | Santa Lucía          | Jaime Prats       | Municipal   |  |

Fuente: elaboración propia con datos del Ministerio de Salud de la Provincia de Mendoza, 2011.

Es importante mencionar la existencia de un Centro de Salud Común en la aglomeración 25 de Mayo (Centro de Salud N° 107) y otro similar en la localidad Cuadro Benegas (Centro de Salud N° 116).

# De transporte

Dentro de la infraestructura de transporte de la zona en estudio es posible mencionar las carreteras, el ferrocarril y el transporte aéreo.

La zona en estudio cuenta con 3 carreteras principales: la Ruta Nacional Nº 144 y las Rutas Provinciales Nº 150 y 191. La Ruta Nacional Nº 144 conecta el sector periurbano Sur de la ciudad de San Rafael desde la zona de Rama Caída y Pedro Vargas, con el sector de las Salinas del Diamante, donde empalma con la Ruta Nacional Nº 40. Por su parte, la Ruta Provincial Nº 150 conecta el borde Oeste de la ciudad con la zona del embalse Agua del Toro (pasando por la localidad 25 de Mayo), donde empalma la Ruta Nacional Nº 40. Finalmente, la Ruta Provincial Nº 191 recorre de Norte a Sur el margen Este de la zona en estudio, conectando la localidad de 25 de Mayo con la Ruta Nacional Nº 143.



En lo que respecta al transporte aéreo, se debe mencionar el aeropuerto nacional Suboficial Ayudante Santiago Germano de la ciudad de San Rafael, ubicado a unos 8 km al Noroeste del centro de la ciudad, que dispone de servicios regulares al Aeroparque Jorge Newbery de la ciudad de Buenos Aires.

El servicio de ferrocarril de pasajeros ya no opera en la región. Sin embargo la zona aún dispone servicios no regulares operados esporádicamente por la empresa América Latina Logística. El trazado ferrovial discurre en la zona de Noreste a Sudoeste, atravesando el esquinero Sudeste de la zona de interés. La estación más cercana es Los Terneros, localizada a unos 6 km de la zona de interés.

# 3.3.8 Comunidades Indígenas y Pueblos Originarios

La Provincia de Mendoza no se caracteriza por poseer un porcentaje de población indígena elevado, a excepción de la presente en ciertos parajes cordilleranos o en las zonas suburbanas del Gran Mendoza. Aun así, se considera importante presentar algunos datos generales, para disponer de un marco de referencia.

Cabe hacer una serie de aclaraciones sobre los datos de que se dispone. En primer lugar, se debe mencionar que la información disponible en la Encuesta Complementaria de Pueblos Indígenas (ECPI) sólo presenta datos por bloques agregados a nivel regional, característica que les otorga un carácter demasiado general para el presente estudio. Además, de todos los pueblos indígenas considerados por la ECPI, únicamente el Huarpe, fue muestreado en la Provincia de Mendoza. A pesar de que el muestreo se realizó considerando en una sola unidad muestral a las Provincias de Mendoza, San Luis y San Juan, solo se censaron 12.710 personas, o sea apenas un 0,45% de la población total de la región (INDEC, 2005).

Por otro lado, los datos aquí utilizados corresponden al Censo 2001 (los del Censo 2010 aún no están disponibles) y arrojan luz sobre población perteneciente o descendiente de pueblos aborígenes a nivel departamento o aglomeración, pero no permiten discriminar diferentes etnias o pueblos al interior del grupo (todas las etnias o pueblos se consideran agregadas). Asimismo, cabe recordar que el procedimiento de clasificación utilizado por el Censo del 2001 es la autoadscripción; es decir, el Censo registra como perteneciente o descendiente a pueblo indígena a aquella persona que afirma serlo durante la entrevista censal.

Aclaradas estos puntos, se presentan los datos correspondientes a este segmento de población:

Población perteneciente o descendiente de pueblo indígenas. Año 2001.

Departamento San Rafael y aglomeración 25 de Mayo.

| Jurisdicción            | Sí    | No      | Total   | %    |
|-------------------------|-------|---------|---------|------|
| Departamento San Rafael | 4.166 | 156.916 | 161.082 | 2,59 |
| Aglomeración 25 de Mayo | 93    | 1.482   | 1.575   | 5,90 |

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del INDEC, 2001.

De los datos anteriores se desprende que la población perteneciente a, o descendiente de, pueblos indígenas representa un pequeño porcentaje respecto a la población total de cada jurisdicción (del orden de 2,6% en el departamento y de 5,9% en la aglomeración). Aun así, considerada en su conjunto departamental, este segmento poblacional representa un total de más de 4.166 personas.

#### 3.3.9 Usos del Suelo

La zona general en estudio directamente vinculada al proyecto presenta un predominio de suelo rocoso sin uso efectivo, aparte del minero-industrial que se lleva a cabo en el CMFSR y la ganadería extensiva que realizan algunos puesteros cercanos. En menor medida, existen superficies destinadas a carreteras e infraestructura de circulación.



A nivel distrital y departamental, sin embargo, existe una importante proporción del suelo destinado al uso agrícola - ganadero, como se describió más arriba.

# Áreas Protegidas

La República Argentina presenta una importante variedad de ecosistemas, siendo uno de los países con mayor biodiversidad específica. Por ello, los especialistas en el tema consideran necesario contar con muestras representativas y viables de todos los ecosistemas, salvaguardándolos a través de áreas protegidas que aseguren la continuidad de la viabilidad de los ambientes, sin olvidarse de alternativas que integren la necesidad del hombre de hacer uso de la naturaleza para satisfacer sus propias necesidades.

En breves palabras, se puede afirmar que las áreas protegidas son superficies de tierra o mar, no antropizadas o poco antropizadas, comprendidas dentro de ciertos límites bien definidos, especialmente consagradas a la protección y al mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y culturales asociados. Pueden pertenecer al Estado o ser de propiedad privada, pero siempre deben ser manejadas de acuerdo a normas fijadas por autoridades estatales. Se las suele denominar también "unidades de conservación".

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas fue creado por la Ley Nº 12.103 de 1934. Actualmente el sistema se halla regulado por la Ley Nº 22.351, estando el mandato impuesto por el Artículo Nº 41 de la Constitución Nacional y el Convenio de Biodiversidad. Se entiende por Espacios Naturales Protegidos aquellas áreas bajo manejo de la Administración de Parques Nacionales (APN) que comprende sus dimensiones naturales y culturales. Tales espacios integran un gran sistema formado por sus territorios, el marco normativo regulador, los medios materiales y humanos y el sistema necesario para su funcionamiento.

Este sistema conserva en su jurisdicción 4 especies declaradas Monumentos Naturales y 33 áreas distribuidas a lo largo del territorio nacional. En la Provincia de Mendoza no hay áreas nacionales protegidas.

Sin embargo, la provincia cuenta con 12 áreas protegidas no nacionales administradas por diferentes organismos, estatales o privados.

Áreas Naturales, Provincia de Mendoza

| Nombre Categoría      |   |         |  |  |
|-----------------------|---|---------|--|--|
| Aconcagua             | Parque Provincial                               | 70.000  |  |  |
| Caverna de las Brujas | Monumento Natural                               | 500     |  |  |
| Cóndor Andino         | Reserva Natural                                 | 25.000  |  |  |
| Divisadero Largo      | Reserva Natural                                 | 492     |  |  |
| El Manzano Histórico  | Reserva Paisajística Natural Cultural Protegida | 1.000   |  |  |
| La Payunia            | Reserva Total                                   | 450.000 |  |  |
| Laguna de Llancanelo  | Reserva Natural de Fauna                        | 40.000  |  |  |
| Laguna del Diamante   | Área Natural Protegida Provincial               | 28.000  |  |  |
| Nacuñán               | Reserva Ecológica                               | 12.880  |  |  |
| Sierra Pintada        | Reserva de Usos Múltiples                       | 5.000   |  |  |
| Telteca               | Reserva Provincial de Flora y Fauna             | 20.400  |  |  |
| Volcán Tupungato      | Parque Provincial                               | 110.000 |  |  |

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de SIFAP, 2012.

De estas 12 áreas, únicamente la reserva Sierra Pintada se encuentra en una zona más o menos próxima al proyecto, aunque fuera de su área de influencia.

Se trata de una reserva de usos múltiples de creación provincial, que es administrada por un propietario privado. Esta reserva abarca unas 5.000 ha y está ubicada a unos 55 km de San Rafael y unos 5 km en





línea recta en dirección Sudeste desde el centro del Complejo, en la zona de la Cuesta de los Terneros. El Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP) la cataloga como "grado de control insuficiente". Según el estudio realizado por el Dr. Lagiglia para la Evaluación de Impacto Ambiental de la UTN, la principal deficiencia de esta reserva está representada, por un lado, por el alambrado perimetral, que no permite la libre circulación de especies de la fauna y, por el otro, por la introducción de especies de otras regiones argentinas.

# 3.3.10 Patrimonio Arqueológico

Este párrafo resume el trabajo realizado por el Dr. Lagiglia, Antropólogo Doctorado en Ciencias Naturales y Director del Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael como parte de la Evaluación de Impacto Ambiental presentada por la CNEA en 2004 (UTN, 2004).

Durante este estudio, el Dr. Lagiglia trabajó sobre dos grandes áreas arqueológicas de interés: por un lado, aquella que contiene los yacimientos del período precerámico del valle del río Diamante y zonas aledañas, por el otro, aquella que contiene los sitios intermedios de cursos tributarios del río Diamante.

En el primer grupo, los principales hallazgos se encuentran situados a unos 17 km al Oeste de San Rafael, sobre la planicie aluvial que ocupa ambas márgenes del río Diamante, abarcando una extensa zona que va desde la zona del Arroyo El Tigre hasta la Ruta Provincial Nº 143, alcanzando incluso las proximidades de la estación Pedro Vargas por la margen derecha y Capitán Montoya por la margen izquierda.

En el segundo grupo, la zona de interés es más extensa aún y comprende zonas como el otrora Paso de Romero (actual Dique Desarenador Galileo Vitali), Cerro Bola, Alto Cuesta de los Terneros, Arroyo de los Duraznos o la propia villa 25 de Mayo.

Las conclusiones alcanzadas por el Dr. Lagiglia desvinculan todos los sitios arqueológicos identificados de la zona de explotación del CMFSR, pero sugieren, en caso de trabajos de envergadura, comunicarse previamente con el personal especializado del mencionado museo para considerar las particularidades del caso.

A continuación se presenta un detalle de los sitios de interés en la zona analizada, los cuales se ubican espacialmente en la Figura 3.3-3.

Listado de sitios arqueológicos en la zona de interés

| Código | Denominación del sitio         | Descripción                      |  |
|--------|--------------------------------|----------------------------------|--|
| M-1    | Mirador Cuesta de los Terneros | Sitio Arqueológico               |  |
| M-2    | Sauce Abuelo                   | -                                |  |
| M-3    | Reparo la Pintada              | Pintura indígena                 |  |
| M-4    | Corral pircas La Pintada       | Corral                           |  |
| M-5    | Corral pircas La Pintada       | Corral                           |  |
| M-6    | Fuerte Villa 25 de Mayo        | Fuerte                           |  |
| M-7    | Loma Este Azud Galileo Vitali  | Sitio Precerámico                |  |
| M-8    | Camino hacia CNEA              | Fin Precerámico Sur del Diamante |  |
| M-9    | Inicio Loma Los Coroneles      | Yacimiento de Precerámicos       |  |
| M-10   | Loma Los Coroneles             | Sector Cementerio Indígena       |  |
| M-11   | Punta Oeste Loma Los Coroneles | Yacimiento de Precerámicos       |  |
| M-12   | Reparo con pinturas indígenas  | Pintura indígena                 |  |
| M-13   | Capitán Montoya                | Sitio de Precerámicos            |  |
| M-14   | Cueva de Montoya               | Sitio de Precerámicos            |  |
| M-15   | Terraza Intermedia             | Sitio de Precerámicos            |  |
| M-16   | Arco                           | Terraza de Precerámico           |  |
| M-17   | Caracoles                      | Sitio de Precerámicos            |  |
| M-18   | Columna Alta Tensión Nº 54     | Zona de hallazgos Precerámicos   |  |



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas

Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1

|              | REFOLIADO P |
|--------------|-------------|
| Precerámicos | 3/0/        |
| 00           | 1.0.1       |

| Código | Denominación del sitio                | Descripción                    |
|--------|---------------------------------------|--------------------------------|
| M-19   | Columna Alta Tensión Nº 54            | Zona de hallazgos Precerámicos |
| M-20   | Punta Terraza 3                       | Sitio de Precerámicos          |
| M-21   | Terraza Alta camino a puesto Martínez | Zona de hallazgos Precerámicos |

Fuente: elaboración propia sobre la base de Evaluación de Impacto Ambiental "Remediación y Rehabilitación Sincrónica del Complejo Minero Industrial San Rafael e Integración de la Planta de Producción de Dióxido de Uranio" Año 2004 – Autor: Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda – Grupo de Apoyo Tecnológico a la Industria – Departamento de Ingeniería Química.

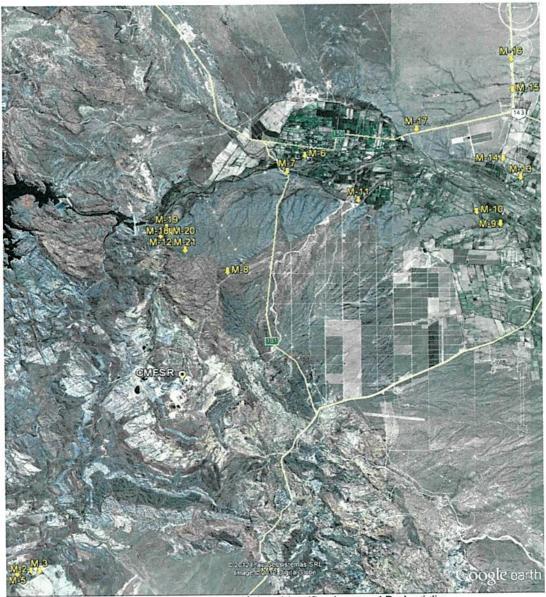


Figura 3.3-3 Sitios arqueológicos identificados por el Dr. Lagiglia.

Fuente: elaboración propia sobre datos del documento elaborado por el citado profesional (UTN, 2004).

#### 3.3.11 Patrimonio Paleontológico

Se han encontrado en las inmediaciones del predio del CMFSR, fuera del área de expropiación y del área de trabajo normal del Complejo, icnitas (huellas) de vertebrados paleozoicos (Aramayo, 1993). La existencia de estos sitios de valor paleontológico es conocida y apreciada por el personal del CMFSR y de la CNEA, permitiendo y facilitando que en la actualidad paleontólogos de San Rafael y Buenos Aires continúen con los estudios de estos registros.



# 3.3.12 Percepción Social

CNEA y OIEA realizaron un Simposio Internacional sobre minería del uranio en diciembre del año 2007.

Culminó con éxito la Reunión Internacional sobre Gestión Ambiental de la Minería de Uranio. El evento fue realizado por la Comisión Nacional de Energía Atómica y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en la ciudad de San Rafael, Mendoza, en el marco de un Proyecto de Cooperación Técnica para América Latina.

"El objetivo del encuentro fue intercambiar ideas y técnicas junto al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) así como compartir las experiencias de los países desarrollados con relación con esta temática", explicó el Ing. Alberto Castillo, en ese entonces Gerente de Producción de Materias Primas de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Participaron en el mismo, expertos en el área ambiental provenientes de Brasil, Chile, Perú, Uruguay, Venezuela, Alemania, República Checa y Estados Unidos. Los científicos recorrieron las instalaciones del Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR). Al ver las medidas de seguridad y controles ambientales, implementados en el Complejo mendocino, coincidieron en que no sólo son las mismas que utilizan los países más importantes del mundo para este tipo de actividad, sino que las implementadas en San Rafael, exceden ampliamente lo estrictamente necesario.

La CNEA, comprometida en brindar a la comunidad toda la información necesaria dando respuesta a sus inquietudes, organizó paralelamente una sesión abierta al público con el fin de acercar la visión de los expertos a las autoridades locales, organizaciones intermedias, entidades educativas, productores orgánicos y asociaciones ambientalistas. Entre otros temas, el debate se centró en los verdaderos alcances del uranio en la salud y la industria agropecuaria. El científico Horst Monken Fernández, representante del OIEA, aclaró que "la comunidad de San Rafael no tiene ninguna razón para temerle al funcionamiento de las actividades mineras". La CNEA obedece las normas y regulaciones internacionales, por lo que la población de San Rafael puede sentirse absolutamente segura, -remarcó- ya que numerosos estudios científicos evidenciaron que los niveles de exposición a la radiación no superan la media normal".

Asimismo, autoridades del CMFSR destacaron que "las tecnologías utilizadas para los monitoreos de las aguas y el aire operan de manera cuantificable y está demostrado que no hubo alteración alguna. Es posible tener el control absoluto de las instalaciones respecto al impacto ambiental".

Por otra parte, los concurrentes manifestaron su preocupación acerca de la liberación del gas radón como consecuencia de la explotación uranífera. Al respecto el Dr. Peter Schmidt, también representante del Organismo Internacional, explicó que "este gas tiene una vida media de menos de cuatro días, pesa siete veces y media más que el aire y que no puede llegar a más de 500 metros del lugar de su emanación. Por esta razón es imposible que tenga efectos sobre las poblaciones cercanas".

Finalmente, el experto Monken Fernández, recomendó "revisar las actitudes de las comunidades y encontrar el consenso, basado en el diálogo y la negociación constante".



# 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

# 4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), se emplaza en un predio de 2.007,6 ha ubicado en el Distrito Cuadro Benegas, Departamento San Rafael, Provincia de Mendoza, aproximadamente a 11 km al sudoeste de la localidad de 25 de Mayo, a 38 km al oeste de la ciudad de San Rafael y a 240 km al sur de la ciudad de Mendoza. Los Mapas N° 1 y 2 muestran la ubicación del Complejo.

#### 4.2 REMEDIACIÓN DE LAS AGUAS DE CANTERA

#### 4.2.1 Alternativas de Proceso Analizadas

Se evaluaron 3 alternativas de tratamiento químico para proceder a la descontaminación de agua de cantera (CNEA: Perrino et al., 2004):

- a) resinas de intercambio iónico aniónicas y catiónicas,
- b) resinas de intercambio iónico aniónicas-precipitación,
- c) nanofiltración.

La primera de ellas fue descartada ya que, si bien es adecuada para eliminación de uranio y radio, no es totalmente efectiva para eliminar arsénico. La segunda y tercera alternativas mencionadas, son aptas desde el punto de vista químico para eliminación de uranio, radio y arsénico hasta los valores requeridos.

Para la gestión del agua tratada por cualquiera de los dos métodos, se adopta la metodología de evaporación-infiltración en un área de reuso dentro del predio de CNEA.

Para realizar la comparación de los procesos se adoptó como base de cálculo una capacidad de tratamiento de agua de cantera de 40 m³/h (200.000 m³/a), trabajando 24 h/d de lunes a viernes. A continuación se describen las dos alternativas consideradas.

# Resinas de intercambio iónico aniónicas - precipitación

En este esquema de trabajo, la resina de intercambio aniónica se utiliza para retener el uranio y la precipitación se utiliza para eliminar el radio y el arsénico.

El agua de cantera, a razón de 40 m³/h, es enviada a un filtro de arena para retener sólidos en suspensión y luego a un sistema de resinas de intercambio iónico aniónicas, para retener el uranio. El uranio fijado en la resina será eluido y recuperado en el sistema de obtención de concentrado de la planta de producción industrial. Se dispone en CNEA de todo el equipamiento necesario para su montaje (columnas, resina, bombas, etc.).

Luego, el líquido tratado será enviado a un dique pulmón impermeable de 2.000 m³ de capacidad y luego a dos tanques agitados en serie, para efectuar la precipitación de arsénico y radio. El proceso de precipitación trabajará de lunes a viernes, un turno por día a razón de 120 m³/h. El dique mencionado y los tanques de precipitación estarán ubicados en el área de diques de residuos sólidos y líquidos (Sector XV, Mapa Nº 8). Se dispone en CNEA del equipamiento para el montaje de la serie de tanques agitados de precipitación.



La precipitación de arsénico se llevará a cabo en el primer tanque de la serie, utilizando sulfato férrico (80 mg/l). Luego, en el segundo tanque se agregará cal para ajuste de pH (60 mg/l), adicionando también cloruro de bario (10 mg/l) para precipitar el radio.

Luego el líquido será enviado a un sistema de cinco diques impermeables (DN5.1 a DN5.5) de 5.000 m³ cada uno, que funcionarán en forma intermitente una semana cada uno. En estos diques se producirá la separación de los sólidos precipitados y la recuperación del líquido clarificado, el que será enviado al sistema de evaporación - infiltración.

# Nanofiltración

En este esquema de trabajo, las membranas de nanofiltración efectúan la retención de uranio, radio y arsénico. El agua de cantera es bombeada a razón de 44 m³/h, a una cisterna de 25 m³ donde se agrega hipoclorito de sodio para destruir la materia orgánica y vida microbiana.

Desde allí, el agua es enviada al sistema de pretratamiento compuesto por:

- · un filtro multimedia que retiene los sedimentos en suspensión,
- un filtro purificador de carbón activado para eliminar el cloro,
- un sistema de dosificación de ácido y biocida, y
- un sistema de prefiltros del tipo de cartuchos para retener partículas inferiores a 5 micrones y a 1 micrón.

Se incluyen dos sistemas de pretratamiento, uno de los cuales está en operación y el otro en proceso de lavado. Luego, el líquido es enviado al sistema de nanofiltración, compuesto por dos módulos, con dos etapas de nanofiltración cada uno, que permiten obtener un 90% de líquido permeado (40 m³/h) y un 10% de rechazo (4 m³/h). Estos datos surgen de una simulación por computadora en base a un programa del proveedor de membranas.

El rechazo de la planta de nanofiltración, conteniendo las impurezas retenidas por las membranas, es enviado a un sistema de tratamiento de efluentes donde se le agrega ácido sulfúrico y cal para precipitar el uranio, radio, arsénico y otras sales. El líquido residual será evaporado en el mismo dique impermeable donde se almacenarán los precipitados.

El líquido tratado (permeado) será enviado a un sistema de evaporación - infiltración.

# Comparación de resultados:

La composición química del agua tratada sería:

|                        | Valor obtenio   | Valor permitido para vuelco |                        |  |
|------------------------|---|-----------------------------|------------------------|--|
| Parámetro              | Resinas de intercambio iónico aniónicas – precipitación | Nanofiltración              | por Res. DGI 778/96    |  |
| Uranio (µg/I)          | <50   | <50                         | 100¹                   |  |
| Radio (Bq/I) / (pCi/I) | <0.037 / 1  | <0,037 / 1                  | 0,185 / 5 <sup>2</sup> |  |
| Arsénico (µg/I)        | <5  | <5                          | 50                     |  |

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Incorporado a la Resolución Nº 778/96 por Modificatoria Nº 647/00 DGI.

Como se puede observar en el cuadro que antecede, los dos métodos comparados son adecuados para eliminación de radio, uranio y arsénico, que son los elementos prioritarios a tener en cuenta en la descontaminación del agua de cantera, y se pueden hacer las siguientes consideraciones:

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Incorporado a la Resolución Nº 778/96 por Modificatoria Nº 627/00 DGI.



La inversión que requeriría el tratamiento por nanofiltración-evaporación-infiltración, es casi tres verces mayor que la requerida en resina-precipitación-evaporación-infiltración.

Los gastos operativos estimados para el tratamiento por nanofiltración-evaporación-infiltración, son

61% mayores que los estimados para resina-precipitación-evaporación-infiltración.

 Los componentes de la planta de nanofiltración son importados, y este sistema presenta un grado de complejidad mayor que el del sistema resina - precipitación, que es nacional y cuyos componentes están disponibles en CNEA.

Destacar que la tecnología presentada ha sido desarrollada por la CNEA a partir de conocimientos

previamente adquiridos.

En el Anexo 8 se encuentra la comparación detallada de las alternativas consideradas para el tratamiento del AC (CNEA: Perrino et al., 2004).

# 4.2.2 Descripción de la Metodología Seleccionada

De la evaluación presentada en el parágrafo anterior se concluye que el método más adecuado para el tratamiento del agua de cantera (AC) acumulada en distintos sectores del CMFSR (parágrafo 1.2.1.2 de este informe) es la extracción del uranio con resinas de intercambio iónico aniónicas y luego retratando los efluentes de esta operación para conseguir un precipitado en el que los demás elementos contaminantes queden inmovilizados. Para precipitar el radio se utilizará cloruro de bario, mientras que para precipitar el arsénico se utilizará sulfato férrico. La Figura 4.2-1 muestra esquemáticamente el proceso a utilizar.

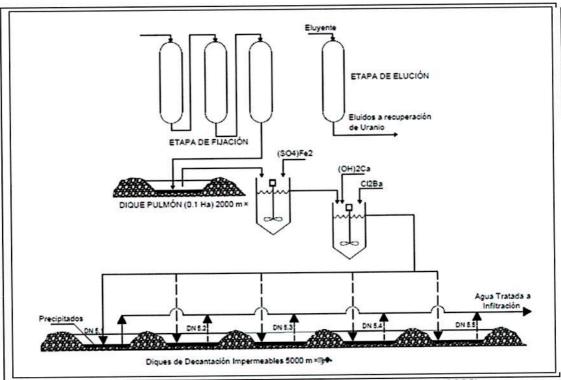


Figura 4.2-1 Esquema de tratamiento del agua de cantera. (CNEA, 2006)

El líquido tratado, previo análisis químico, será enviado a un área de aproximadamente 10 ha (ver Mapa Nº 9), ubicado dentro del predio de CNEA, donde continuará su gestión. El sitio designado con este propósito se denomina Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE), cumpliendo con la Resolución Nº 627/00 del DGI¹.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> En el mapa citado, el ACRE está marcado como "Área de vertido e infiltración".



Con el objeto de evitar impactos ambientales adicionales (fundamentalmente desde el punto de vistal del paisaje) el tratamiento para la captación de uranio se llevará a cabo en las instalaciones existentes, las cuales serán refaccionadas o modificadas cuando sea necesario.

Sin embargo, será necesario construir una Planta en la zona cercana a los diques de efluentes (Sector XV, Mapa Nº 8) para la precipitación de Ra<sup>226</sup> y del Arsénico. La ubicación de la Planta de Precipitación en este lugar, minimizará el transporte de precipitados hacia los diques de contención.

Todas las instalaciones de tratamiento a construir, sea para agua de cantera o residuos sólidos, contarán con una playa de maniobras y platea de seguridad, para permitir la contención y limpieza de eventua-les derrames.

# 4.2.2.1 Conducción del AC

El AC será conducida utilizando cañerías desde las distintas canteras hasta las cisternas colectoras C4 y C5 (Figura 4.2-2) que servirán de alimentación a la planta de concentración.

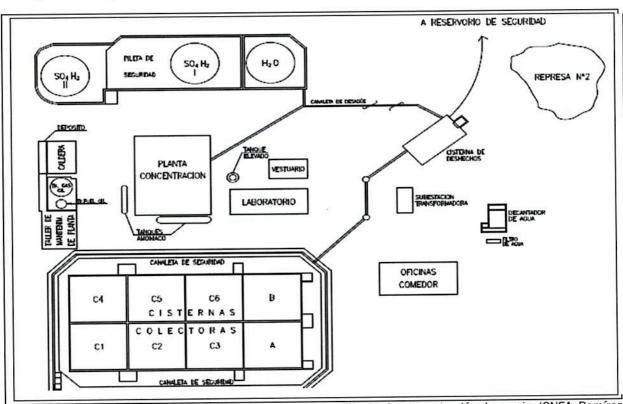


Figura 4.2-2 Vista general de las instalaciones exteriores de la Planta de concentración de uranio. (CNEA: Ramírez Santis et al., 2010)

Las tuberías de conducción (2.641 m totales de cañería) se instalaron soterradas siguiendo la traza determinada por Piastrellini et al., (CNEA: 2009) y su estudio se considera en dos tramos:

Tramo 1: utiliza la cantera Tigre III como un pulmón donde se derivará el agua de las demás canteras. El circuito se compone de las siguientes partes:

- · cañería desde La Terraza a Tigre I,
- cañería desde Tigre I a Tigre III, y
- · cañería desde Tigre III a Planta de Tratamiento.



El trazado de la cañería entre la cantera Tigre III y la Planta de Tratamiento permite la conexión de un ramal desde la cantera El Gaucho, para enviar a la planta de tratamiento el agua contenida en ésta. En el punto de conexión entre la cañería proveniente de Tigre III y la proveniente de El Gaucho, existe una válvula de paso que permite enviar el flujo de una u otra cantera a la Planta, según necesidad. La siguiente figura muestra la traza de la cañería en este tramo. En verde se muestra el sector terminado a 2009 y en amarillo se muestra el tramo terminado durante el año 2011.

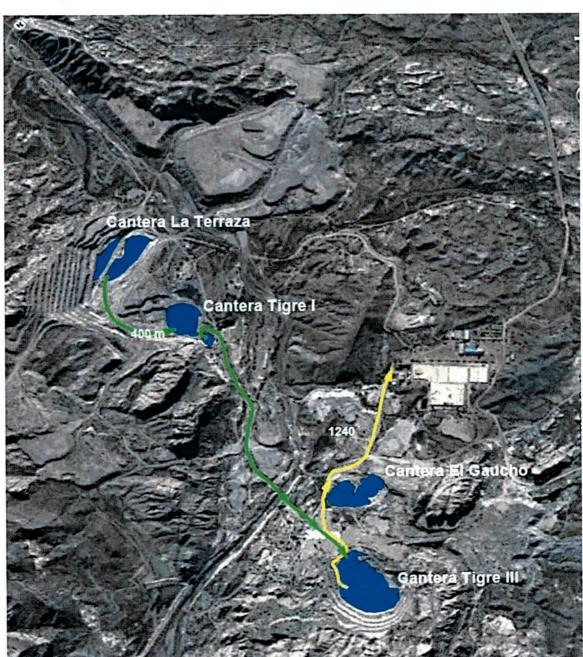


Figura 4.2-3 Circuito del Tramo 1 de conducción del AC, desde las distintas canteras a El Tigre III y desde allí a la Planta de concentración de uranio. (CNEA: Piastrellini et al., 2009)

**Tramo 2:** cañería desde la Planta de Tratamiento a la Planta de precipitación de Ra y As (1.401 m). En la Figura 4.2-4 se presenta la traza de este tramo de cañería.



Figura 4.2-4 Circuito del Tramo 2 de conducción del AC, desde la Planta de concentración de uranio a la Planta de Precipitación de Ra y As. (CNEA: Piastrellini et al., 2009)

### Materiales

Sobre la base de la evaluación de Piastrellini *et al.* (CNEA: 2009), se decidió utilizar cañería de polietileno expandido (PEAD) de 6" de diámetro en el Tramo 1 (1.240 m) y de 5" de diámetro en el Tramo 2 (1.401 m) para la conducción de agua de cantera. Además se colocaron dos bombas centrífugas aptas para bombear un caudal de 80 m³/h a una altura manométrica total de 80 mca. Para encamisar aquellos tramos de la cañería donde se producen cruces en los caminos de circulación de vehículos de carga liviana y pesada se utilizó caño de hierro de 8" de diámetro.

Se utilizaron dos válvulas de retención vertical para la aspiración y dos válvulas a diafragma para la impulsión para el Tramo 1 y dos válvulas de retención vertical para el Tramo 2. La conexión entre la bomba y la cañería de conducción es de manguera armada Gates MAA 300 de 5" (SBR) en tres tramos de 20 m cada uno. Esta unión permitirá la libre oscilación de la balsa contenedora de la bomba, de acuerdo a la variación de nivel del líquido. A continuación se resumen los materiales utilizados para el tendido.

| Material                | Cantidad |
|-------------------------|----------|
| Tubería PEAD            | 2.641 m  |
| Bombas                  | (2) dos  |
| Válvulas retención Ø 5" | (2) dos  |
| Válvulas retención Ø 6" | (2) dos  |
| Válvulas diafragma Ø 6" | (2) dos  |
| Manguera                | 50 m     |
| Caño para encamisado    | 61 m     |

### **Tendido**

El tendido de la cañería de conducción se realizó siguiendo las especificaciones dadas por los siguientes documentos, incluidos en el Anexo 10:



• ESP-PMP- DPTU-096: "Material cañería de PEAD", preparado por Colombo (2011).

• ESP-PMP- DPTU-097: "Soldadura de cañerías PEAD", preparado por Colombo (2011).

• ESP-PMP- DPTU-100: "Instalación de cañerías de agua de cantera - CMFSR - Aseguramiento de la Calidad", preparado por López (2011).

 ESP-PMP- DPTU-101: "Instalación de cañerías de tratamiento de agua de cantera - CMFSR - Requisitos de Higiene, Seguridad en el Trabajo y Ambiente", preparado por López (2011).

 INS-PMP-DPTU-060: "Tendido de cañerías de PVC, PRFV y PEAD", preparado por Zelechower (2011).

### 4.2.2.2 Extracción del uranio en AC

Como se mencionó anteriormente la extracción del uranio contenido en las aguas de cantera se realizará utilizando resinas de intercambio iónico.

El proceso se realizará como se explica a continuación (CNEA, 2006; CNEA: Ramírez Santis et al., 2010):

### **Fijación**

El agua de cantera almacenada en las cisternas, pasará a través de los filtros de arena para eliminar las partículas sólidas que pudiera arrastrar y se almacenará en un tanque pulmón de agua filtrada.

A continuación el agua filtrada pasa a una serie de columnas de extracción donde se capta el uranio. Para esto se contará con cuatro columnas conteniendo resinas de intercambio iónico aniónicas (Amberlite IRA 400), lo cual permitirá una capacidad de tratamiento de 20 m³ de AC por hora, con tres columnas trabajando en fijación de los iones de uranio, mientras la restante se saca del circuito para ser eluida (limpiada de los iones adsorbidos). Durante la etapa de fijación, los iones de uranio presentes en las AC son adsorbidos en las resinas en la forma de carbonato de uranilo mientras que los demás iones presentes en el agua permanecen en la misma.

Al comienzo de la operación se trabaja con la serie de fijación en columnas 1-2-3. Cuando se satura la columna 1 se saca del circuito para enviarla a elución y se trabaja en fijación con la serie 2-3-4; luego, saturada la columna 2 se saca de circuito para elución y se trabaja en serie 3-4-1, ya que la columna 1 ya habrá sido eluida y podrá reingresar al circuito de fijación, continuándose con este proceso en forma continua.

Luego de su paso por las columnas de fijación, el agua de cantera parcialmente tratada es enviada a la cisterna colectora C1 y desde allí hacia un dique pulmón impermeable de 2.000 m³.

#### Elución

La elución de las resinas se realizará empleando una solución de nitrato de amonio (1,2 - 1,3 M) y ácido sulfúrico (5 g/l).

El proceso de elución incluye las siguientes etapas:

 Lavado ácido en contracorriente y en co-corriente para fluidizar la resina, empleando una solución de ácido sulfúrico a pH 1. El caudal de la solución ácida debe ser el adecuado, de manera que produzca la elución en el menor tiempo posible pero sin arrastrar la resina fuera de la columna. Durante el lavado los grupos sulfato reaccionan con los grupos carbonato de uranilo retenidos en la resina





formando aniones complejos de sulfato de uranilo, que permanecen adsorbidos, y dióxido de cabono gaseoso<sup>2</sup>. El líquido utilizado en este lavado ácido se retorna hacia las cisternas A o B.

- Elución primera fracción (cabeza), de bajo contenido de uranio, se retorna a las cisternas A o B (cisternas de dilución de RS).
- Elución segunda fracción (corazón), con alto contenido de uranio, se envía a precipitación.
- Elución tercera fracción (colas), de bajo contenido de uranio, se destina a la preparación de nuevos eluyentes.
- Lavado ácido final, que se emplea en la preparación de nuevos eluyentes, quedando la columna en condiciones de entrar en proceso de fijación.

# Precipitación

La precipitación del uranio se realiza mediante la adición de amoníaco gaseoso que reacciona con el sulfato de uranilo y produce un concentrado compuesto en su mayor parte por diuranato de amonio.

La pulpa obtenida se envía a una centrífuga donde se realiza una separación sólido-líquido obteniéndose un producto con un 50% de humedad, que cae por gravedad a un extrusor; de donde el precipitado es comprimido y sale en forma de pellets (pequeñas porciones) que se mandan al horno de secado.

En resumen, el procedimiento descripto funcionará bajo los siguientes parámetros:

- Régimen de trabajo: 24 h/d, de lunes a viernes
- Cantidad de columnas: 3 en fijación y una en elución
- Tipo de resina: aniónica Amberlite IR 400
- Volumen de resina por columna: 2,2 m³
- Caudal de tratamiento: 20 m³/h (100.000 m³/a)
- Volúmenes de lecho (VL) a pasar para cargar una columna: 13.000 VL
- Cantidad de líquido para cargar una columna: 2,2 m³/VL.13.000 VL=28.600 m³
- Tiempo de carga de una columna: 28.600 m³/20 m³/h = 1430 h = 60 días
- Valor guía para definir el fin del ciclo de carga, de acuerdo a estudios de laboratorio: 1.000 mg/l de U en efluente de 1° columna.
- Elución: solución de sulfato de amonio
- Destino de los eluidos: precipitación y separación de uranio.

# 4.2.2.3 Precipitación de arsénico y radio

El agua almacenada en el dique pulmón después de la extracción del uranio contenido, se envía a un tanque agitado (Figura 4.2-1, más arriba) donde se precipita el arsénico utilizando una solución de sulfato férrico (precipitante) y sulfato de aluminio (coagulante).

La mezcla pasa luego a otro tanque agitado donde se mezcla con una solución de cloruro de bario para precipitar el radio y con una solución de cal para corregir el pH.<sup>3</sup> A continuación, se envía a los diques de decantación DN5, donde se dispone de cinco reservorios impermeables de 5.000 m<sup>3</sup> cada uno, denominados DN5.1 a DN5.5 (a construir).

Una vez que un dique está lleno se realizan análisis químicos del líquido sobrenadante y, cuando los resultados se encuentran dentro de los valores estipulados, el agua se envía al campo de vertido.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Por esta razón, la elución de las columnas debe hacerse con una boca de hombre abierta para permitir la salida del gas y evitar que aumente la presión en el interior de la columna.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Más información sobre este procedimiento de precipitación de As y Ra se pueden encontrar en la Nota Técnica NT-DTPU-061-07 (CNEA: Heffner, 2007).



Se procesarán en la planta de concentración aproximadamente 100.000 m³/año de AC, trabajando de lunes a viernes, 24 h/día. El balance de masa (CNEA: Piastrellini et al., 2009) indica que se deberá realizar una elución cada tres meses de trabajo, con una producción mensual promedio de 28,98 kg de Uranio, tomando como base de cálculo una mezcla del agua de las canteras Tigre I, Tigre II y La Terraza.

En resumen, la precipitación de As y Ra funcionará bajo los siguientes parámetros:

- Volumen dique de recepción de líquidos: 2.000 m³
- Régimen de trabajo: 8 h/d, de lunes a viernes
- Caudal de operación: 60 m³/h (100.000 m³/a)
- Volumen tanque precipitación arsénico: 14 m³
- Cantidad de sulfato férrico a agregar: 80 mg/l
- Volumen tanque de ajuste de pH y precipitación de radio: 14 m³
- · Cantidad de cal a agregar: 58 mg/l
- Cantidad de cloruro de bario a agregar: 10 mg/l
- Cantidad de sulfato de aluminio a agregar: 50 mg/l

# 4.2.2.4 Composición química del agua de cantera a la entrada y salida del circuito

A continuación se presentan valores promedio de composición del agua sin tratar y del agua tratada que se obtendría con la metodología descripta.

| Elemento                 | Entrada al circuito(1) | Salida del circuito   | Valor permitido para<br>vuelco por Res. DGI<br>778/96 |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|---|
| Uranio (µg/l)            | 3.000-4.000            | <50                   | 100 (2)   |
| Radio (Bq/I) /(pCi/I)    | 0,370 - 0,555 /10-15   | <0,037 / 1            | 0,185 / 5 (3)   |
| Arsénico (µg/l)          | 40-167                 | <10                   | 50  |
| Nitrato (µg/I)           | <5.000                 | <5.000 <sup>(5)</sup> | 45.000  |
| Amonio (µg/I)            | <500                   | <500                  | 1.500 - 5.000   |
| Sulfato (mg/l)           | 280                    | <400                  | 250 - 400   |
| Sodio (mg/l)             | 220                    | <250                  | 150 - 275   |
| Cloruro (mg/l)           | 98                     | <200                  | 200 - 400 (4)   |
| Conductividad (µS/cm)(5) | 1.288                  | <1.400                | 900 - 1.800   |

<sup>(1)</sup> Rango posible de variación de concentración de agua de cantera

### 4.2.2.5 Vertido del agua tratada

Una vez que el agua tratada alcanza los parámetros de vuelco estipulados por el Departamento General de Irrigación de la Provincia de Mendoza, se la envía a un área de aproximadamente 10 ha, ubicada dentro del predio de la CNEA, para proceder a su gestión (CNEA: Ramírez Santis *et al*, 2010). La ubicación del campo de vertido se muestra en el Mapa Nº 9 como Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE)<sup>4</sup>, cumpliendo con la Resolución Nº 627/00 del DGI.

El ACRE se ubicará en la cuenca del Arroyo Pavón (Foto 4.2-1), el cual es un arroyo efímero que desemboca en el Río Diamante, aguas abajo del Arroyo El Tigre. Las de cuencas del Pavón y El Tigre son totalmente independientes. La geología e hidrogeología del ACRE ha sido analizada en detalle por Mezza (CNEA: 2003), cuyo informe se adjunta en el Anexo 11.

<sup>(2)</sup> Incorporado a la Resolución Nº 778/96 por Modificatoria Nº 647/00 DGI.

<sup>(3)</sup> Incorporado a la Resolución Nº 778/96 por Modificatoria Nº 627/00 DGI.

<sup>(4)</sup> Los estudios de laboratorio dan valores de contenido de NO<sub>3</sub> de 1.000 μg/l

<sup>(5)</sup> CNEA: Asenjo y Perrino, 2005.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> En el mapa citado, el ACRE está marcado como "Área de vertido e infiltración".



### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1

OMOIE DIO



Foto 4.2-1 Vista de cauce efímero que aporta al Pavón. Se observa la base rocosa (areniscas) y el suelo limo-arenoso.

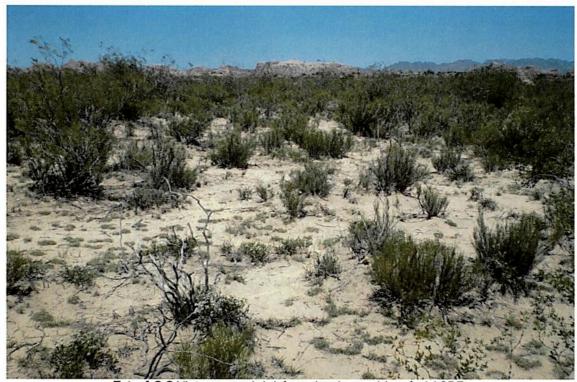


Foto 4.2-2 Vista general del área donde se ubicará el ACRE.



Como se observa en la Foto 4.2-2, la zona donde se realizará el vuelco se caracteriza por una vegetación de arbustal con aproximadamente 40% de cobertura vegetal. Los arbustos tienen una altura media de unos 80 cm y máxima de 1,50 m.

El suelo es limo-arenoso, con acumulaciones eólicas en la base de los arbustos. En estas zonas de acumulación eólica crecen gramíneas y algunos cactus y pencas.

En algunas zonas se observan también afloramientos de la arenisca que forma el basamento de la cuenca (Figura 4.2-5).

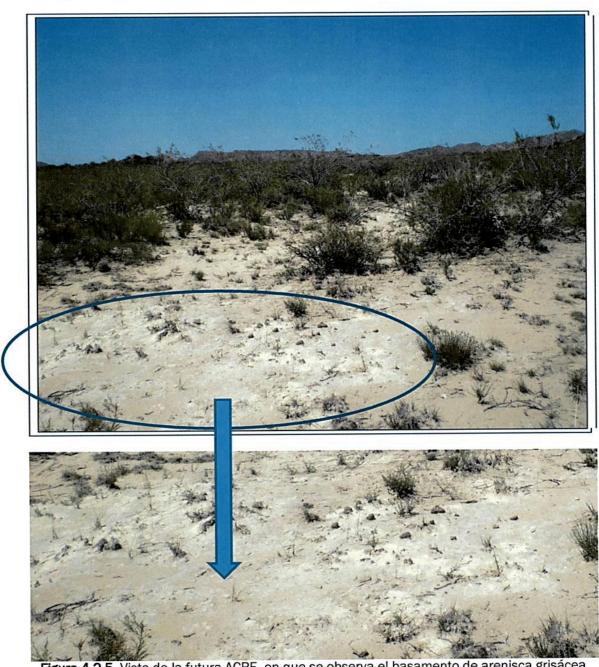


Figura 4.2-5 Vista de la futura ACRE, en que se observa el basamento de arenisca grisácea.





### Manejo del vuelco en el ACRE

El área será dividida en cinco sectores de 2 ha cada uno. A su vez, cada sector de 2 ha se subdividirá en 3 sub-sectores de 0,66 ha cada uno. En cada sub-sector se colocarán cinco aspersores con un caudal de 8 m³/h cada uno.

Los aspersores funcionarán alternativamente por subsector. Es decir que cada grupo de cinco aspersores funcionará un tiempo corto (aproximadamente 15 minutos) y luego se detendrá; entonces se pondrá en marcha el grupo de cinco aspersores dentro de otro sub-sector. Esta secuencia se seguirá hasta haber regado todos los subsectores. Este ciclo se repite varias veces al día hasta obtener un tiempo de riego de 12 h/día, de lunes a viernes.

Con una secuencia de este tipo, se estima que los aspersores de cada sector de 2 ha funcionarán aproximadamente un día por semana; mientras que los aspersores de cada sub-sector funcionarán ocho veces en un día. De esta forma se favorecerá la infiltración de los líquidos, a efectos de no provocar una saturación del suelo para no generar escorrentía superficial (CNEA: Bonetto, 2005).

Debe destacarse que se ha seleccionado al riego para el vuelco del agua tratada debido a que el agua que quedará como resultante del tratamiento de las aguas de cantera cumplirá con la Resolución Nº 627/00 del DGI y, por ende, resultará compatible con la actividad propuesta.

### 4.3 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para proceder con las tareas de gestión de los residuos sólidos (RS) enterrados en las trincheras ubicadas dentro de las pilas de colas de mineral del CMFSR, los cuales fueron descriptos en el parágrafo 1.2.1.4 de este informe, se deberán retirar los tambores de las escombreras extrayendo el material sólido (colas de mineral) que está tapando los tambores.

A continuación será necesario retirar los tambores de las trincheras y proceder a su transporte y apertura segura para poder extraer los RS y someterlos a tratamiento. Para esto los profesionales de la CNEA han desarrollado un sistema de apertura segura de los tambores, que se construirá para el manejo de los mismos (CNEA: Colombo y Zelechower, 2009). Brevemente, el tratamiento consta de:

- a) Lavado de los residuos sólidos (RS) con agua (se empleará agua de cantera) para eliminar nitrato soluble.
- b) Disolución del residuo sólido (RS) con solución de ácido sulfúrico hasta pH 0,5.
- c) Decantación para eliminar impurezas y restos de orgánico.
- d) Dilución hasta pH 1,3.
- e) Recuperación del uranio disuelto por resinas de intercambio iónico.
- f) Neutralización con cal de efluentes ácidos de proceso para reducción de la acidez y precipitación de potenciales contaminantes.
- g) Acumulación de precipitados en diques construidos a este efecto con amplias condiciones de seguridad, y evaporación de soluciones neutras.

En detalle, el tratamiento de los RS se llevará a cabo como se indica a continuación (CNEA: Ramírez Santis et al., 2010):

Cada tambor es alojado en un soporte adecuado, elevado y volcado en el tanque disolutor, disponiéndose de un sistema de chorro de agua dirigido al interior del tambor, para asegurar la evacuación total del contenido del tambor. Una vez en el tanque, los RS serán primeramente lavados con agua (3 lavados), para extraer el nitrato soluble (NO3<sup>-</sup>).



Los vestigios de materia orgánica que contiene la pulpa de RS, también se eliminarán en esta etapa de lavado. Esto se consigue extrayéndola por un rebosadero del tanque una vez decantada la pulpa en cada uno de los lavados y antes de separar la solución sobrenadante. Es importante eliminar la materia orgánica antes de la disolución sulfúrica, ya que dificulta el tratamiento posterior por resinas. El orgánico recuperado se acumulará en tambores que serán almacenados en un galpón hasta que se decida su destino final.

El agua de lavado será trasladada a la cisterna de desechos (ver Figura 4.2-2); desde allí al dique pulmón nuevo y luego a la planta de neutralización, para ser enviada finalmente a los diques de evaporación DN8-DN9. Una vez evacuada el agua del último lavado, se efectuará la disolución de los RS con ácido sulfúrico hasta pH: 0,5. La disolución es trasvasada a una serie de tanques de decantación para separar impurezas y restos de líquido orgánico que puedan quedar.

La disolución limpia será diluida con agua en las cisternas A y B (Figura 4.2-2), para obtener un líquido de pH: 1,3. Este líquido de disolución, conteniendo el uranio recuperado de los RS, será procesado en la Planta de Concentración en forma convencional.

La etapa de lavado de los residuos se efectuará empleando agua de cantera parcialmente tratada, mientras que para la de disolución sulfúrica y la etapa de dilución se utilizará agua de cantera sin tratar, de modo tal de producir al mismo tiempo la gestión de los volúmenes utilizados de esta forma.

Los efluentes líquidos provenientes del proceso de fijación en resinas de intercambio iónico, previo paso por la planta de neutralización y tratamiento con cal para llevar el pH a 7, serán enviados al dique DN8-DN9 donde se producirá la separación de los precipitados, por decantación natural.

Los precipitados serán acumulados en el dique y los líquidos neutralizados serán gestionados por evaporación natural dentro de la misma área. Se procesarán 800 kg de RS (aproximadamente 4 tambores) por batch y por día, trabajando de lunes a viernes. De acuerdo al balance de masa realizado por Ramírez Santis *et al.*, (2010), se estima efectuar aproximadamente 2 eluciones por mes, con una producción mensual de 214 kg de uranio.

Los precipitados a obtener tendrán una composición similar a los precipitados del tratamiento de los minerales y características que permitirán su remediación final, sin diferenciarlos del resto de los residuos. Cabe acotar que el contenido de uranio de estos precipitados será más bajo que el de los precipitados obtenidos en el tratamiento de minerales, dado la mayor parte de este elemento (un 95%) fue extraída en el proceso de purificación.

# 4.3.1 Consumo de Agua

Tanto la etapa de lavado de los residuos como la de disolución sulfúrica, se efectuará empleando agua de cantera, de modo tal de producir al mismo tiempo la gestión de los volúmenes utilizados de esta forma, estimados en 65.000 m³/año.

# 4.3.2 Gestión de los tambores y plásticos. Preparación y localización

Los tambores liberados de los residuos (RS) serán gestionados siguiendo los siguientes pasos:

- 1. Separación de las bolsas plásticas.
- 2. Lavado de los tambores.
- 3. Preparación de trincheras ubicadas por coordenadas en un plano, con la base impermeabilizada empleando suelo cohesivo, en las colas de mineral, como parte del programa de remediación final de las mismas
- 4. Ubicación de las bolsas en un sector separado de los tambores (recomendación de UTN-FRA).

- omoieno ROTECCION AMB
- 5. Prensado y ubicación de los tambores en las trincheras.
- 6. Cobertura de los tambores con material de las colas y compactación.

### 4.4 PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO CONJUNTO DE LOS RS Y LAS AC

La siguiente figura muestra el proceso de tratamiento conjunto de AC y RS en el CMFSR.

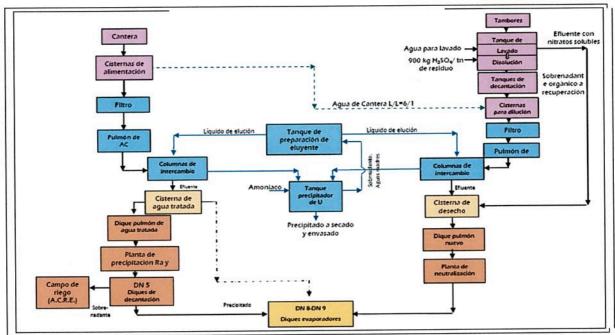


Figura 4.4-1 Esquema de procesamiento conjunto de RS y AC.

#### 4.4.1 Efluentes de Proceso

En el tratamiento de AC y RS, se generarán aproximadamente 27.000 m³/a de efluentes líquidos, que provienen de los distintos efluentes de operación de planta, como agua de lavado de RS, efluentes de columnas de fijación de uranio, agua de lavado de filtros y de columnas de intercambio. A éstos se sumarán 4.500 m³/a correspondientes a efluentes cloacales, de laboratorio, agua de lavado de los equipos y de limpieza de los pisos de planta. Por lo tanto, se generarán un total de 31.500 m³/a de efluentes (CNEA: Ramírez Santis et al., 2010).

Los efluentes líquidos producidos, se conducirán hacia la cisterna de desechos desde donde serán enviados al dique pulmón para ser tratados posteriormente en la planta de neutralización, mediante el agregado de lechada de cal, preparada a partir de cal hidratada. Una vez neutralizados, los líquidos serán conducidos a los diques de evaporación DN8-DN9, donde decantarán los desechos y se evaporará el agua naturalmente.

### 4.4.2 Insumos del Proceso

A continuación se presenta el consumo mensual y anual estimado de los insumos necesarios para el tratamiento de AC y RS y de los efluentes generados (CNEA: Ramírez Santis et al., 2010).





|                       | ITEM                | USO                         | Consumo<br>Mensual (AC) | Consumo Men-<br>sual (RS) | Consumo<br>Mensual Total | Consumo<br>Anual Total |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|
|                       | Nitrato de Amonio   | Elución                     | 144,9 kg                | 1.070 kg                  | 1.214,9 kg               | 12.149 kg              |
|                       | Ácido Sulfúrico     | Elución                     | 144,9kg                 | 1.070 kg                  | 16.950,3 kg              |                        |
| Proceso               | Ácido Sulfúrico     | Disolución de RS            | -                       | 15.735,4 kg               | 10.930,3 kg              | 170.957 kg             |
| Fijación –<br>Elución | Ácido Sulfúrico     | Lavado Ácido                | 145                     | 5,4 kg                    | 145,4 kg                 |                        |
|                       | Amoníaco            | Precipitación               | 28,98 kg                | 214 kg                    | 242,98 kg                | 2.429,8 kg             |
|                       | Cal                 | Neutralización<br>Efluentes | 47.2                    | 250 kg                    | 47.806,8 kg              | 478.068 kg             |
|                       | Cal                 | Control pH                  | 556,8 kg                | -                         |                          |                        |
| Proceso<br>Precipita- | Sulfato Férrico     | Precipitación As            | 768 kg                  | 2                         | 768 kg                   | 7.680 kg               |
| ción de<br>Ra y As    | Cloruro de bario    | Precipitación Ra            | 96 kg                   | -                         | 96 kg                    | 960 kg                 |
| 95%                   | Sulfato de Aluminio | Coagulante                  | 480 kg                  | -                         | 480 kg                   | 4.800 kg               |

Además, la planta de resinas empleará 15.000 litros de resinas aniónicas cuaternarias Amberlite IR 400.

#### 4.4.3 Análisis de las Instalaciones de la Planta de Concentración

Se proyecta efectuar el tratamiento de 20 m³/h de agua de cantera y 20 m³/h de líquido proveniente de la disolución de los RS en forma simultánea haciendo uso de las instalaciones existentes en la Planta de Recuperación de Uranio.

El diseño original de la Planta de Concentración, contemplaba trabajar con un caudal promedio de 40 m³/h de lixiviado, siendo 20 m³/h el caudal tratado en cada una de las líneas de columnas de fijación.

Para determinar si las instalaciones y equipos existentes de la planta de Producción de Concentrado satisfacen los requerimientos necesarios para llevar a cabo el proceso propuesto, Ramírez Santis et al. (CNEA: 2010), realizaron un análisis que contempla la capacidad operativa de los mismos.

A partir del análisis presentado, los autores concluyen que la Planta de tratamiento de minerales de uranio puede ser utilizada para el tratamiento conjunto de AC y RS, haciendo las modificaciones que se sugirieron en cada uno de los ítems presentados a continuación, con el fin de separar ambos procesos, a saber:

- 1. Re-impermeabilización del grupo de Cisternas Principales.
- 2. Recubrimiento de cisternas A y B para tratamiento de RS, y de cisterna de desechos, con polietileno.
- 3. Instalación del sistema de bombeo en cisternas de almacenaje de AC, y trazado de cañerías desde las cisternas hacia la planta de tratamiento.
- 4. Adaptación de los tanques utilizados en el tratamiento de tierras de diatomeas para ser utilizados como decantadores para el tratamiento de RS, pulmón de líquido de disolución de RS filtrado, recipiente para la acumulación del orgánico extraído de los lavados de RS.
- Reparación de las columnas de intercambio iónico.

Además, deberá tenerse en cuenta la anulación de todas aquellas conexiones que se crean convenientes.



Con respecto al disolutor, se planteó como método de trabajo la suspensión de la disolución de RS un día cada tres meses para realizar la disolución de la sal de nitrato de amonio, utilizada en la preparación de eluyente.

Es imperiosa la realización de un mantenimiento minucioso de las instalaciones de servicios auxiliares, equipos y accesorios, tales como bombas, válvulas, cañerías, agitadores, horno de secado, tanque de amoníaco y ácido sulfúrico, caldera e instalaciones de vapor, etc.

Igualmente, deberá realizarse un mantenimiento general de las instalaciones dentro de planta, tales como pisos, iluminación, calefacción y ventilación, cumpliendo con las normas de Higiene y Seguridad vigentes.

En el análisis realizado, se utilizó como base de cálculo un caudal de trabajo de 20 m³/h, tanto de AC como de líquido de disolución de RS, para cada una de las líneas de columnas de intercambio iónico. Si se pretendiera trabajar con un caudal mayor, debería considerarse la realización de un estudio adicional, estimándose que las áreas que requieren una verificación son, en principio, las secciones de:

- filtración,
- disolución y
- la planta de neutralización.

Cabe mencionar que el desarrollo del presente informe está basado en un proceso de fijación de la dilución de RS intermitente, es decir se necesitan 10 días para obtener 500 m³ (una cisterna completa) de la disolución de RS que se fija en las columnas de intercambio, mientras que el proceso de fijación, para esa misma cantidad, se tarda poco más de un día. Si a futuro se pretende trabajar en forma continuada, es necesario ampliar o adquirir recipientes para disolución de RS, y equipos adicionales para llevar a cabo el proceso.

### 4.4.4 Insumos de Construcción

Para la construcción de las plantas se utilizará principalmente, hormigón, estructuras metálicas, chapas para las coberturas, plástico para algunas tuberías, etc.

### 4.4.5 Suelo a Ocupar

#### Tratamiento de agua de cantera

La superficie que ocupará la planta de tratamiento de AC y RS será:

| SECTOR  | SUPERFICIE OCUPADA (m²) |
|---|-------------------------|
| Tratamiento de AC                                     | 150                     |
| Tratamiento de RS                                     | 200                     |
| Cisternas accesorias AC                               | 400                     |
| Playa de maniobras y almacenamiento de tambores de RS | 200                     |
| Cisterna accesoria RS                                 | 200                     |
| Áreas de operación en trincheras                      | 350*                    |
| Total   | 1.500                   |

<sup>\*</sup>Se debe considerar que las ocho trincheras donde están almacenados los tambores de RS, tienen en promedio 7 m de ancho por 50 m de largo que se irán descubriendo de a una y parcialmente. De aquí que se considera 350 m² de operación.

### 4.5 DIQUES DN8-DN9 Y DN-5

Con el objeto de comenzar las tareas de remediación de las AC y los RS es necesaria la construcción de los diques DN5 y DN8-9 en el CMFSR.



Como se mencionó anteriormente, el dique DN5 se utilizará para la decantación del agua tratada después de su paso por el proceso de precipitación de arsénico y radio; mientras que el dique DN8-9 se utilizará como contenedor final de los efluentes del tratamiento tanto del AC como de los RS y como superficie evaporadora de líquidos.

Los diques DN8-DN9 y DN5 se construirán sobre la misma área de gestión que se ha estado utilizando hasta la fecha (Sector XV, Mapa N° 8), a efectos de no impactar otras áreas con nuevos diques. Por lo tanto, es necesario que los diques existentes estén estabilizados y su superficie adecuada, antes de proceder a la construcción de los nuevos diques. En la Figura 4.5-1 se muestra una planimetría general del área y se indica en color amarillo la ubicación del dique DN8-DN9 (en construcción) y en color rosado el dique DN5.

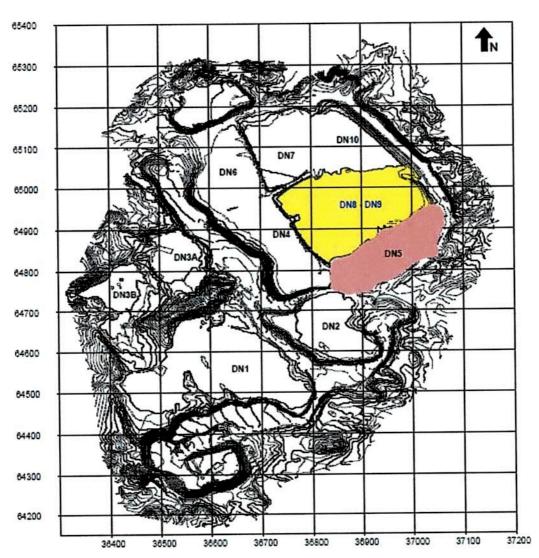


Figura 4.5-1 Planimetría general del área de diques indicando la ubicación de los nuevos diques DN8 DN9 y DN5 (CNEA: Asenjo, 2005).

La construcción del dique DN8-DN9 y la necesaria estabilización de los antiguos diques DN4 a DN10 sobre los cuales el nuevo dique se asienta fueron autorizadas por un lado por el Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de Mendoza, por Resolución Nº 1.284/07, y por el otro por el Departamento General de Irrigación, por Resolución Nº 794/07.



Las obras de estabilización de los diques preexistentes se llevaron a cabo durante los años 2007 y 2008, siguiendo la metodología especificada por Membrives y Cervera (CNEA: 2007).

El agua que se drena de los precipitados se trasvasa al dique DN3B, construido como un dique pulmón que contendrá estos líquidos provisoriamente hasta que se realice su tratamiento y disposición final. Este dique cumple la doble función de actuar como un reservorio para el agua de drenaje y de proveer una amplia superficie de evaporación que permite la reducción de los volúmenes a tratar. La construcción del DN3B fue autorizada por el informe 979/2009 de la Dirección de Protección Ambiental, dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Mendoza y ordenada por el Juzgado Federal de la Provincia de Mendoza, mediante Oficio Judicial del 18 de diciembre de 2009 y fue realizada durante el año 2011.

Como se mencionó anteriormente, el dique DN8-9 está en construcción, habiéndose construido gran parte del muro de contención, falta cerrar el vaso y realizar la impermeabilización del mismo. El dique DN5 sólo está estabilizado, debiéndose construir la nueva serie de diques DN5-1 a DN5-5.

La siguiente figura muestra un corte de la base del dique DN8-DN9, donde puede observarse la capa de precipitados estabilizados (base estabilizada con roca) sobre la cual se asienta el nuevo dique. Para el dique DN5 se utilizará el mismo sistema de impermeabilización y drenaje de fugas.

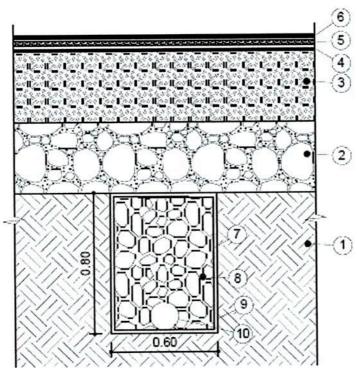


Figura 4.5-2 Corte transversal de la base y revestimiento del dique DN8-DN9. Las referencias marcan: (1) la base estabilizada con roca; (2) el manto de drenaje, realizado con canto rodado. Espesor 0,40 m; (3) la capa impermeable de arcilla compactada. Espesor 0,50 m; (4) la geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1.000 micrones de espesor; (5) la geored de polipropileno de 5mm para drenaje; (6) la geomembrana de PEAD de 1.500 micrones; (7) la envoltura de geotextil; (8) el relleno de material drenante (canto rodado seleccionado); (9) la zanja de drenaje (0,60 m x 0,80 m); y (10) la tubería de drenaje de PEAD ranurado de 160 mm de diámetro. (CNEA: Membrives, 2009).

Dada la diferencia en las características operativas de los diques DN5 y DN8-DN9, se han planteado distintos diseños constructivos para cada una de ellos (CNEA: Membrives, 2009).



### 4.5.1 Descripción del Dique DN5

Este dique se subdivide en 5 reservorios de un volumen aproximado de 5.000 m³ cada uno y un reservorio pulmón más pequeño de aproximadamente 2.000 m³.

Los reservorios más grandes se utilizarán en el proceso de tratamiento de agua de cantera, produciéndose en los mismos la precipitación de radio y arsénico. El agua sobrenadante se extraerá por bombeo y se enviará a un área de riego con vegetación autóctona (ACRE). El precipitado generado será lavado con agua a presión y descargado en el dique DN8-9, por lo cual este dique se encontrará comunicado al DN8-9 para su operación.

El reservorio más pequeño, como su nombre lo indica, servirá de pulmón para el funcionamiento de la planta donde se incorporarán los aditivos precipitadores al agua sin tratar.

En el Anexo 4 puede verse una planimetría general de los diques DN5 y DN8-9 y en el Anexo 5 se muestran cortes transversales de distintas partes de la obra.

### 4.5.1.1 Barreras de seguridad

En el diseño de las barreras de seguridad de este dique se han considerado solamente materiales de origen sintético, debido a que éste es un reservorio netamente operativo y no será utilizado para la acumulación definitiva de residuos. El sistema de impermeabilización consta de una doble barrera sintética formada por dos geomembranas de polietileno de alta densidad (PEAD) entre las cuales se colocará un sistema de drenaje para la conducción y captación de fugas que puedan originarse en la primera barrera.

El sistema de detección de fugas (drenaje) que se colocará entre las dos geomembranas constará de una geonet que cubrirá integralmente la superficie interior del dique y una zanja central de drenaje ejecutada sobre el fondo de cada reservorio. Esta zanja albergará material drenante de relleno y una tubería perforada que conducirá las pérdidas a un sumidero ubicado en el punto más bajo del sistema.

Este sistema tendrá la función de captar posibles pérdidas que se originen en la primera geomembrana y conducirlas a través de una cañería de acero inoxidable que atraviesa el muro al dique DN8-9, siendo este dique el destino final de las mismas.

Resumiendo, la impermeabilización de los reservorios se logrará con un sistema de barreras múltiples constituido por los siguientes elementos:

- Geomembrana de 1,5 mm de espesor.
- Sistema de detección de fugas.
- Geomembrana de 1 mm de espesor.

# 4.5.1.2 Muros

Los muros exteriores del DN5 serán construidos en roca estéril de cantera (toba), en tanto que las divisiones interiores se construirán de un material más fino (estéril seleccionado).

Sobre el coronamiento de los muros se ejecutarán zanjas para el anclaje de los geosintéticos. Una vez colocados los mismos en el interior de la zanja, se procederá al llenado de la misma con material fino compactado por capas y se terminará con la construcción de un cordón de hormigón simple, que tendrá las funciones de anclaje de los geosintéticos y contención del enripiado del camino.



El enripiado de los caminos se ejecutará con una mezcla de grava y material cohesivo con el objeto de generar una superficie de baja permeabilidad que evite el ingreso de agua al enrocado de los muros. A la vez se dispondrá de una superficie suave para el tránsito con vehículos. El camino tendrá una pendiente transversal, de manera de volcar los escurrimientos de lluvia hacia el interior de los diques. Con la misma finalidad, los cordones de hormigón están diseñados con descargas de agua. Desde cada uno de los reservorios del dique DN5 parten dos cañerías hacia el DN8-9:

 Una, de 6" de diámetro, está vinculada a la impermeabilización superior y será utilizada para el lavado de precipitados;

 la otra, de 4" de diámetro, está vinculada a la impermeabilización inferior para la detección de pérdidas

Ambas cañerías dispondrán de válvulas esclusas colocadas en una cámara de válvulas construida en hormigón armado.

# 4.5.2 Descripción del Dique DN8-9

Este dique tendrá las funciones de:

- acumulación definitiva de los precipitados cálcicos provenientes de la neutralización de los efluentes ácidos de planta, generados en el tratamiento de los RS;
- acumulación definitiva del residuo sólido lavado del DN5 en el proceso de tratamiento de AC;
- evaporación de los líquidos que acompañen a los precipitados acumulados.

El dique DN8-9 tiene un volumen de acumulación estimado en 112.500 m3.

# 4.5.2.1 Barreras de seguridad

En el diseño de las barreras de seguridad de este dique se ha contemplado una mezcla de materiales de origen natural y materiales sintéticos. Este diseño responde a que los materiales de origen sintético proporcionan gran eficiencia en el manejo de líquidos y el material de origen natural (arcilla) proporciona una barrera a largo plazo para el precipitado sólido que se acumulará en el reservorio para su gestión definitiva.

El sistema de impermeabilización consta de una doble barrera sintética formada por dos geomembranas de PEAD entre las cuales se colocará un sistema de drenaje para la conducción y captación de las fugas que pudieran originarse en la primera barrera. Como barrera geológica natural se empleará una capa de arcilla de 0,50 m de espesor.

Resumiendo, la impermeabilización del reservorio se logrará con un sistema de barreras múltiples constituido por los siguientes elementos:

- Geomembrana de 1,5 mm de espesor.
- Sistema de detección de fugas.
- Geomembrana de 1 mm de espesor.
- Capa de Arcilla de 0,50 m de espesor.

El sistema de detección de fugas que se ubicará entre las dos geomembranas consta de una geonet que cubrirá integralmente la superficie interior del dique y una zanja de drenaje, cavada en el fondo del reservorio, que contendrá material drenante de relleno y una tubería perforada que conducirá las pérdidas a un sumidero ubicado en el punto más bajo del reservorio. Tanto la zanja de drenaje como el sumidero se encuentran ubicados sobre el muro que divide el DN9 del DN10.



Este sistema tendrá la función de captar posibles pérdidas que se originen en la primera geomembrana y mediante una cañería de acero inoxidable conectada al sumidero conducirlas hasta una estación de bombeo ubicada en el DN10. Las pérdidas captadas serán rebombeadas al dique.

### 4.5.2.2 Muros

Los muros del DN8-9 serán construidos con roca estéril de cantera (toba), en tanto que las pendientes definitivas de los taludes interiores se construirán de un material más fino: estéril seleccionado.

Sobre el coronamiento de los muros se construirán zanjas para el anclaje de los geosintéticos. Una vez colocados los mismos en el interior de la zanja, se procederá al llenado de la misma con material fino compactado por capas y se terminará con la construcción de un cordón de hormigón simple, que tendrá las funciones de anclaje de los geosintéticos y contención del enripiado del camino.

El enripiado de los caminos se realizará con una mezcla de grava y material cohesivo con el objeto de generar una superficie de baja permeabilidad que evite el ingreso de agua al enrocado de los muros. A la vez se dispondrá de una superficie suave para el tránsito con vehículos. El camino tendrá una pendiente transversal que volcará los escurrimientos de lluvia hacia el interior de los diques. Los cordones de hormigón están diseñados con descargas de agua para permitir el drenaje de estos escurrimientos.

Desde el sumidero del DN8-9 parte una cañería de Acero inoxidable de 6" de diámetro vinculada a la impermeabilización inferior para la detección de pérdidas. Esta cañería dispondrá de una válvula esclusa ubicada antes de su descarga al pozo de bombeo.

# 4.5.2.3 Sistema de drenaje de seguridad en DN8-9

En la base estabilizada del dique DN8-9 se construirá un drenaje de seguridad, siguiendo la pendiente natural del terreno. El objetivo de este drenaje será conducir el agua que pudiera ingresar al sistema ante una situación extrema de precipitación hasta un pozo de bombeo y evitar el contacto del agua con la arcilla. Por otra parte, favorecerá la extracción de los líquidos expulsados por la consolidación de los precipitados estabilizados.

Básicamente, este sistema de drenaje consiste en una zanja drenante que sigue las pendientes naturales del terreno y una capa de drenaje horizontal que se colocará sobre toda la superficie del fondo del DN8-9. La función de la zanja será conducir los líquidos hacia el pozo de bombeo y la capa horizontal tendrá las funciones de evacuar rápidamente los líquidos hacia la zanja de drenaje, romper el ascenso capilar y nivelar la superficie para recibir la capa de arcilla.

### 4.5.3 Suelo a Ocupar

El área a ocupar por los diques DN5 y DN8-9 será la que se muestra en el siguiente cuadro:

| Dique | Superficie (ha) | Cota (msnm) |
|-------|-----------------|-------------|
| DN5   | 1,70            | 1.019       |
| DN8-9 | 3,70            | 1.016       |
| Total | 5,40 ha         |             |

Es importante destacar que la superficie a ocupar se asienta sobre un área ya utilizada, con el mismo propósito (diques para disposición de precipitados), por lo cual no se aumenta el área intervenida dentro del CMFSR.



# 5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE EFECTOS

### 5.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capítulo es la identificación y valoración de los impactos y efectos ambientales que podrían producirse debido a la ejecución de las tareas de remediación de agua de cantera (AC) y residuos sólidos (RS) existentes en el Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). El CMFSR se encuentra ubicado en el Departamento San Rafael de la Provincia de Mendoza.

La identificación y valoración de los potenciales impactos se realizará analizando la información existente referida al entorno físico y socioeconómico y relacionándola con las distintas tareas a ejecutar durante el proyecto de remediación (Fase I de la Etapa de Remediación).

Este análisis se inscribe dentro del marco de la Ley Nº 5.961, de Preservación del Ambiente en el territorio de la Provincia de Mendoza, y su Decreto Reglamentario Nº 2.109/94 así como la legislación nacional vigente, las resoluciones y demás disposiciones de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

### 5.2 METODOLOGÍA

La metodología de trabajo fue desarrollada según las siguientes etapas:

- · Relevamiento de información ambiental existente.
- · Análisis de las tareas que se llevarán a cabo como parte del Proyecto.
- Identificación y análisis de posibles afectaciones debidas a las tareas a realizar.

Se considera impacto cuando se modifica un factor ambiental, alterando el equilibrio existente entre éste y los demás factores. El mismo puede ser favorable o desfavorable. En general, la mayoría de las acciones que afectan los factores del ambiente físico y biológico se consideran negativas en distinto grado, ya que alteran las condiciones naturales existentes. Es por ello que, en todos los casos posibles, se ejecutarán medidas de mitigación que puedan minimizar el grado de afectación.

El impacto se considera positivo cuando la alteración del factor resulta favorable al Ambiente y/o a la interacción de éste con los demás factores. En general, resultan positivas la mayoría de las acciones que interactúan con el medio antrópico, debido al incremento temporal del empleo durante las tareas de remediación, aumento del intercambio comercial, mayor demanda de servicios de distintos tipos, etc.

Cuando una acción interactúa con un factor ambiental determinado sin producir modificación alguna se considera que el impacto es nulo, habiendo sido clasificado como no aplicable o neutro.

El instrumento a aplicar para la evaluación de los impactos es una matriz de doble entrada, donde se identifican relaciones de causa-efecto entre los componentes y acciones del Proyecto, y los componentes y procesos del medio ambiente receptor.

El eje horizontal analiza el sistema "Remediación de AC y RS en CMFSR", entendiendo con esto todas las acciones y operaciones que se realizan para esta actividad.

El eje vertical presenta el "sistema ambiental receptor del impacto", que es concebido como una totalidad que engloba a los medios natural y socioeconómico.



De la totalidad de las interacciones posibles (intersección entre filas y columnas, es decir, entre Aspecto Ambiental y Acción del Proyecto), se identifican solamente los efectos más significativos, considerados como impactos ambientales. Cada una de estas interacciones se evalúa de acuerdo al carácter de sus consecuencias sobre la calidad del ambiente en cuanto a:

- Signo.
- · Importancia del impacto.
- Intensidad o grado probable de destrucción.
- Extensión o área de influencia del impacto.
- · Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto.
- Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto.
- Reversibilidad.
- Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples.
- Acumulación o efecto de incremento progresivo.
- Efecto.
- Periodicidad.
- Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

Para la evaluación de los posibles impactos que el Proyecto generará sobre el sistema ambiental receptor se han considerado las distintas acciones del mismo, según las siguientes etapas: Construcción y Preparación de Instalaciones y Tratamiento de AC y RS.

Se determina como área de influencia directa del Proyecto la superficie del terreno a ser ocupada por las actividades, por ser los sitios donde se generarán las modificaciones certeras y puntuales al ambiente. También se considera como área de influencia directa la ocupada por los caminos que conectan las distintas áreas de trabajo dentro del predio.

Se determina como área de influencia indirecta a la comprendida por los límites del predio del CMFSR, ya que se estima que será el área que pueda ser alterada por el Proyecto en caso de potenciales contingencias. Algunos impactos se darán en áreas más alejadas que las de influencia directa e indirecta. En los casos en que así sea, se aclarará el área de influencia considerada.

#### Acciones de obra consideradas

Las acciones de la obra que se tienen en cuenta para la presente evaluación son las siguientes:

#### Acciones Etapa de Remediación - Fase 1

### Construcción y Preparación de Instalaciones

- Impermeabilización de Cisternas: la preparación para impermeabilización de las cisternas principales, las cisternas A y B y la cisterna de desechos, el transporte y colocación del material impermeabilizante y todas las tareas necesarias para obtener una eficiente impermeabilización de las cisternas.
- Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento: incluye la instalación del sistema de bombeo en las cisternas, el tendido de cañerías desde cisternas de AC hacia planta de tratamiento y toda otra tarea necesaria para realizar la conexión.
- 3. Adaptación de tanques para utilizarlos en el tratamiento de RS: incluye la limpieza, reparación, revestimiento, modificación de conexiones y toda otra tarea necesaria para adaptar los tanques existentes en el CMFSR para su uso en el circuito de tratamiento de RS como decantadores, pulmón de líquido de disolución y recipiente para la acumulación del orgánico extraído de los lavados.



- Reparación de las columnas de intercambio iónico: incluye la limpieza, reparación, revestimiento
  y toda otra tarea necesaria para acondicionar las columnas de intercambio iónico existentes para
  reiniciar su uso.
- 5. Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9: incluye los movimientos de suelos y áridos, la compactación del material cohesivo, la construcción de los muros perimetrales e intermedios, la instalación del sistema de drenaje, la colocación de membranas impermeabilizantes y toda otra tarea necesaria para que los diques queden en estado de operatividad.

### Tratamiento de AC y RS

- 6. <u>Preparación de RS para tratamiento</u>: incluye los movimientos de suelo necesarios para la extracción de los tambores de RS de las trincheras de disposición transitoria, la extracción y carga de los mismos para transporte, la apertura segura de los tambores y todas las tareas necesarias para tener los RS listos para su introducción al proceso.
- 7. <u>Pre-tratamiento de RS</u>: incluye el lavado para la eliminación de nitratos solubles, la preparación de reactivos, la disolución ácida de los RS, la decantación de las soluciones y todas las tareas necesarias para preparar la solución de la que se extraerá el uranio.
- 8. Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS: incluye la preparación de reactivos, la fijación del uranio por las resinas de intercambio iónico, la elución de las columnas de resina, la precipitación de uranio, el centrifugado, la extrusión y el secado del precipitado de uranio, así como todas las tareas complementarias involucradas en el proceso.
- 9. Precipitación de As y Ra del AC: incluye el manejo de soluciones entre la planta de tratamiento y la de precipitación, la preparación de reactivos, la precipitación de arsénico con sulfato férrico, la precipitación de radio con cloruro de bario, el envío del agua tratada a los diques de decantación y toda otra tarea vinculada al proceso de precipitación de estos iones.
- Tratamiento de efluentes: incluye la neutralización con cal de los efluentes del tratamiento de RS, el envío de los precipitados al dique DN8-DN9 y todas las actividades accesorias al procedimiento de neutralización.
- 11. <u>Manejo de diques</u>: incluye la organización de la descarga de precipitados y soluciones acompañantes en los diques, el monitoreo y el mantenimiento de los mismos. También incluye el control del sobrenadante en los diques decantadores (DN5), el envío de agua tratada al Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE), la transferencia del precipitado de As-Ra al dique DN8-DN9 y todas las tareas conexas derivadas del manejo de los diques.
- 12. <u>Volcado de aguas tratadas en ACRE</u>: incluye la preparación del campo para vuelco, la colocación de aspersores, cañerías y conexiones, el riego del campo y toda tarea relacionada a la preparación y/o ejecución del mismo.

### Componentes del sistema ambiental considerados

Sobre la base del diagnóstico del sistema ambiental receptor realizado en el Capítulo 3 del presente informe, se han identificado los componentes del sistema receptor que pueden ser afectados por las obras en su conjunto. Los componentes del medio natural considerados son los siguientes:

- Geoformas.
- · Suelo.
- Agua Superficial.
- Agua Subterránea.
- Aire.
- Paisaje.
- Vegetación.
- Fauna.

Para el medio socioeconómico se han tenido en cuenta, en conjunto, los siguientes aspectos:



- Actividades Económicas.
- · Infraestructura Existente.
- Patrimonio Cultural, Arqueología y Paleontología.

También se considera el **riesgo potencial**, producido por la presencia de los pasivos existentes en el CMFSR, para evaluar el impacto general de las acciones de remediación contempladas.

### Matriz de evaluación utilizada

La Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental tiene un carácter cuantitativo, en donde cada impacto es calificado según su Importancia (I). A tal efecto se ha seguido la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández-Vítora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental), que utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la Importancia:

#### Donde:

| ±  | Signo  |
|----|--|
|    | Importancia del impacto  |
| i  | Intensidad o grado probable de destrucción                           |
| EX | Extensión o área de influencia del impacto                           |
| МО | Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto          |
| PE | Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto       |
| RV | Reversibilidad   |
| SI | Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples                |
| AC | Acumulación o efecto de incremento progresivo                        |
| EF | Efecto   |
| PR | Periodicidad   |
| MC | Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos |

El desarrollo de la ecuación de I es llevado a cabo mediante el modelo propuesto en el siguiente cuadro:

Modelo de Importancia de Impacto

| Signo   |                        | Intensidad (i)                                     |                        |
|---|------------------------|--|------------------------|
| Beneficioso<br>Perjudicial                        | +                      | Baja<br>Media<br>Alta<br>Muy alta<br>Total         | 1<br>2<br>4<br>8<br>12 |
| Extensión (EX)                                    |                        | Momento (MC  | 0)                     |
| Puntual<br>Parcial<br>Extenso<br>Total<br>Crítica | 1<br>2<br>4<br>8<br>12 | Largo plazo<br>Medio plazo<br>Inmediato<br>Crítico | 1<br>2<br>4<br>8       |
| Persistencia (PE                                  | 3                      | Reversibilidad (                                   | RV)                    |
| Fugaz<br>Temporal<br>Permanente                   | 1<br>2<br>4            | Corto plazo<br>Medio plazo<br>Irreversible         | 1<br>2<br>4            |
| Sinergia (SI)                                     |                        | Acumulación (/                                     | AC)                    |
| Sin sinergismo<br>Sinérgico<br>Muy sinérgico      | 1<br>2<br>4            | Simple<br>Acumulativo                              | 1 4                    |



### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



| Efecto (EF)          |     | Periodicidad (I                       | PR)         |
|----------------------|-----|---------------------------------------|-------------|
| Indirecto<br>Directo | 1 4 | Irregular<br>Periódico<br>Continuo    | 1<br>2<br>4 |
| Recuperabilidad (M   | (C) |                                       |             |
| Recup. inmediata     | 1   | 1 - + (3) + 2EV+MO+B                  | E TDV TO    |
| Recuperable          | 2   | I = ± [3i +2EX+MO+P<br>+AC +EF + PR + |             |
| Mitigable            | 4   | TAC TEFT PRT                          | IVICI       |
| Irrecuperable        | 8   |                                       |             |

En función de este modelo, los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, se califica al impacto ambiental de acuerdo con la siguiente escala:

| Valores Negativos   | Bajo            | Moderado          | <b>Crítico</b>  |
|---------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                     | (I menor de 25) | (I entre 25 y 50) | (I Mayor de 50) |
| Valores Positivos   | Bajo            | Moderado          | <b>Crítico</b>  |
|                     | (I menor de 25) | (I entre 25 y 50) | (I Mayor de 50) |
| Valor nulo o neutro | 0.=             |                   |                 |

La explicación de estos conceptos se da seguidamente:

### Signo

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

#### Intensidad (i)

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. El resultado de la valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una afectación mínima.

### Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto, dividido el porcentaje de área, respecto al entorno en que se manifiesta el efecto.

### Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que trascurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

#### Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

### Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta acción deja de actuar sobre el medio.

### Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).





### Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

### Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

### Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

#### Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

## Importancia del Impacto (I)

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo de importancia propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

# Comentarios sobre la metodología a aplicar

Esta metodología tiene importantes limitaciones para evaluar los impactos positivos. Considerando esto, para el caso particular de este estudio se han modificado los factores "Reversibilidad" (RV) y "Recuperabilidad" (MC), que para la evaluación de impactos positivos se definen como:

# Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad que el factor impactado positivamente retorne a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta acción deja de actuar sobre el medio. Para el caso particular de los efectos del riego sobre la vegetación, una vez que esa acción se suspenda, es muy posible que haya una disminución progresiva de la cobertura vegetal ante la ausencia de riego. Es por ello que el signo que llevará la Reversibilidad será negativo para este caso en particular, ya que actuará como una limitante para el impacto considerado.

Lo mismo sucederá para la Fauna, ya que la disminución progresiva de la cobertura vegetal por falta de riesgo potencialmente derivará en la disminución progresiva de la presencia de animales. Por esta razón, también en este caso, el signo de la Reversibilidad también será negativo para este caso.

La escala de evaluación es la siguiente:

| Reversibilida | d (RV) |
|---------------|--------|
| Segura        | 1      |
| Posible       | 2      |
| Irreversible  | 4      |

#### Recuperabilidad (MC)

Se considera MC = 2, para todos los impactos positivos, ya que siempre podrán revertirse por intervención antrópica.



#### 5.3 RESULTADOS

A continuación se detallan los impactos potenciales directos e indirectos, que actúan fundamentalmente sobre el sistema ambiental receptor, considerando los factores físicos, biológicos y socioeconómicos. También se analiza el efecto de las acciones a realizar sobre el riesgo ambiental potencial que crean los pasivos existentes en el CMFSR.

#### **MEDIO NATURAL**

#### Geoformas

Los impactos sobre las geoformas son esencialmente los que las afectan en sus aspectos de relieve, drenaje y estabilidad. Por esto, los impactos que pueden afectar a las geoformas se vinculan principalmente con los movimientos de suelo relacionados con la Construcción y Preparación de Instalaciones.

En esta etapa, el movimiento de suelo y nivelación puede generar impactos, cuyo grado de afectación se relaciona con las características geomorfológicas particulares del sitio donde se proyectan las obras.

En el caso particular de las obras planeadas para la primera fase de remediación en el CMFSR, todas ellas van a realizarse en áreas previamente utilizadas. Sin embargo, se registrará un impacto **positivo**, dado que durante la construcción de los diques se utilizará material de las escombreras, disminuyendo así el volumen de escombreras existentes. El impacto será positivo, de intensidad media y extensión parcial, concentrado en la acción de Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9. La importancia del impacto resulta moderada (I= +35).

#### Suelo

Los impactos identificados en relación al suelo son esencialmente los que afectan sus propiedades físicas (compactación, remoción, drenaje) y químicas, a partir de derrames de aceites, lubricantes, aditivos o cualquier otra sustancia ajena a su constitución original.

Como en el caso de las geoformas, el suelo en el que se realizarán las obras ya ha sido utilizado y removido con anterioridad y en su mayor parte está impermeabilizado (zona de diques, cisternas, plantas, plataformas, pedraplenes, etc.), por lo cual el impacto de la mayoría de las actividades programadas será **nulo**. Sin embargo, los caminos del CMFSR no están pavimentados, por lo cual las acciones que implican movimiento de vehículos afectan el suelo por compactación y potencialmente lo podrían afectar en sus características químicas en el caso de pérdidas de combustibles o lubricantes de vehículos, equipos y maquinarias que no se encuentran en buen estado de mantenimiento. Este impacto resultará negativo de intensidad moderada (I= -25) a baja (I= -23) para las acciones de Construcción de los diques DN8-DN9 y DN5 y Preparación de los RS para tratamiento, respectivamente. El movimiento de vehículos para las demás acciones consideradas se limita a acciones de supervisión o transporte de personal, cuyo impacto es insignificante en comparación con el que potencialmente producirían las acciones antes mencionadas.

En cuanto al efecto del vuelco del agua tratada, el estudio realizado por Bonetto (CNEA: 2005) concluye que, si el agua tratada a volcar tiene la composición que se proyecta obtener después del tratamiento de las AC y se mantiene el programa de riego establecido, aunque el impacto sobre las características del suelo (específicamente salinización y sodificación) será negativo, será de importancia baja (I= -24).

### Agua Superficial

Los recursos hídricos superficiales podrían verse afectados por cambios en los patrones de drenaje o cambios en su naturaleza química a partir del vuelco de aceites, lubricantes o cualquier otra sustancia que pueda afectar su calidad.

Las obras proyectadas para esta primera parte de la remediación de los pasivos CMFSR, no se ubican en las cercanías de ningún cuerpo de agua superficial. Los caminos a utilizar, por su parte, no cruzan ningún curso de agua.

Como se explicó en el Capítulo 4 de este informe, el tratamiento de los RS se realizará utilizando AC; por esta razón, no será necesario consumir agua de otra fuente para el proceso.



#### Agua Superficial

Finalmente, la contaminación de este recurso sólo podría producirse en la eventualidad de la pérdida de combustible o lubricante de algún vehículo o equipo que estuviese trabajando en exteriores durante una lluvia torrencial (muy poco frecuentes en la zona). La CNEA con el INA están realizando estudios al respecto.

Por estas razones se considera que el impacto de la primera fase de la remediación de los pasivos ambientales existentes en el CMFSR sobre el agua superficial es **nulo**.

#### Agua Subterránea

La potencial afectación de este recurso está vinculada generalmente a pérdidas de combustibles, lubricantes y/o productos químicos que pudieran ocurrir sobre el suelo e infiltrar eficazmente hasta llegar al agua subterránea. El recurso no se verá expuesto a impactos, dado que el suelo compactado de los caminos que, como se explicó en el apartado referido a suelo, es el único suelo desnudo que podría recibir las pérdidas de combustible o lubricantes de vehículos en mal estado de mantenimiento tiene una baja permeabilidad. La carga, descarga, preparación y dosificación de reactivos se realiza sobre plataformas de trabajo impermeables, al igual que las maniobras en la estación de servicio ubicada en el predio del CMFSR y que se encuentra en proceso de ser habilitada. En consecuencia, el efecto de las potenciales pérdidas de reactivos o hidrocarburos, en operación normal, se considera no significativo.

En el caso particular del CMFSR, el agua subterránea de la cuenca del Arroyo El Tigre recibe en forma natural iones radiactivos y arsénico, disueltos en el AC que puede filtrarse a través de la red de grietas en la roca que subyace a las canteras ahora inundadas. Al tratar las aguas de cantera, las mismas serán desagotadas, produciendo el cese de esta afectación del agua subterránea, lo cual redundará en un **impacto positivo** sobre las mismas. Este impacto es de intensidad alta, extensión parcial (dado que afecta sólo a una porción de la cuenca) y de carácter permanente, por lo cual la importancia del mismo resulta moderada (I= +41) para las acciones Recuperación de uranio en AC y disuelto de RS y Precipitación de As y Ra. Un **impacto positivo**, pero de menor importancia se considera para las acciones Impermeabilización de Cisternas, Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento, Reparación de las columnas de intercambio iónico, Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9, y Manejo de diques, que son acciones complementarias indispensables para el éxito de la remediación de las AC. La importancia de los impactos asociados a estas acciones es I= +33, +33, +33, +33 y +27, respectivamente.

El agua subterránea en el Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE) se encuentra a profundidades entre los 3 y los 11 m, su contenido de uranio varió entre 10 y 100 μg/l durante el período octubre 2006 a septiembre 2011 y su contenido de radio varió entre 0,1 y 1 pCi/l en el mismo período (ver Figuras 3.1-19 y 3.1-20 de este informe, que muestran los valores naturales para la zona de emplazamiento del Complejo). Por su parte, el agua tratada que será vertida en esta área tiene a la salida de la planta de precipitación de As y Ra menos de 50 μg/l U y menos de 1 pCi/l de Ra, los demás parámetros cumplirán con los niveles aceptables para vuelco de efluentes a cuerpos de agua establecidos por el DGl de la Provincia de Mendoza. Considerando esto se puede apreciar que el agua que se gestionará a través del riego de esta área está dentro del rango de variabilidad del agua subterránea de la zona. Sin embargo, dado que las concentraciones de Uranio y de Radio no están por debajo de los valores mínimos de concentraciones hallados en el agua subterránea, y considerando que la concentración del agua aportada podría variar en algún momento, este impacto no debe despreciarse. Del análisis de la matriz surge que el mismo será bajo (-20).

### Aire

La afectación de este factor ambiental se puede dar por dos aspectos principalmente:

1. Aumento del nivel sonoro.

Modificación de la calidad de aire (generación de material particulado y emisión de gases).

Respecto al nivel sonoro, las tareas Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9, al igual que la Preparación de RS para tratamiento, aumentarán temporalmente el nivel de ruido en el CMFSR. El impacto será puntual y temporal, no afectando a poblaciones dada su lejanía. Estas tareas también implican movimiento de suelos, por lo cual ocasionarán además un aumento del material particulado en suspensión, lo cual tendrá también un impacto puntual y temporal. La importancia del impacto negativo de estas acciones se estima en I= -34 e I= -25, respectivamente.





#### Aire

Un efecto positivo sobre la calidad del aire se obtendrá durante el Vuelco del agua tratada en el Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE). Los estudios realizados (CNEA: Bonetto, 2005) indican que el aumento de disponibilidad de agua en esta zona permitirá un mayor y más rápido crecimiento de la vegetación autóctona creando 10 ha de espacio verde con una cobertura vegetal mucho mayor y mejor desarrollada que la presente. Se prevé que esta vegetación volverá a su estado actual cuando se suspenda el vertido de aguas en el ACRE. Es un hecho demostrado que este tipo de espacio verde sirve como pulmón para la mitigación del efecto de emisiones (gases de combustión de motores, anhídrido carbónico producto de la elución de resinas) en la zona. La importancia de este impacto será I= +28.

Un impacto potencial a considerar sería el de la dispersión de contaminantes durante el riego, dispersión que estaría asociada al viento. Si cuando se realiza esta actividad, el cono de riego queda circunscripto a las diez hectáreas que serán destinadas a esta acción, el impacto será nulo.

El efecto de las demás acciones proyectadas para la Fase 1 de la Etapa de Remediación sobre la atmósfera circundante no se considera significativo.

#### Paisaje

Toda nueva obra modifica de manera definitiva el paisaje asociado y su efecto se suma al existente en la zona, si no se restauran las áreas una vez finalizada la explotación y se recompone el lugar a su estado original, en la medida de lo posible.

El recurso paisajístico no se verá significativamente afectado por las tareas previstas dado que las nuevas obras se implantarán en zonas ya modificadas.

Los diques DN5 y DN8-DN9 se construirán sobre los diques preexistentes en el Sector XV, sobre los precipitados, producto de la operación del CMFSR, que ya fueron estabilizados. Por lo cual el paisaje no se verá afectado por esta obra. La remoción de los tambores de RS de las trincheras en que se encuentran no tendrá efecto sobre el paisaje, dado que una vez removidos los tambores cada trinchera será rellenada con el mismo material de la escombrera en que se encuentra. Sin embargo, si se considera que para la construcción de los diques se utilizará material de las escombreras existentes en el Complejo, el volumen de dichas escombreras se reducirá notablemente, produciendo un impacto positivo en el paisaje, que volverá en parte a su estado original. La importancia de este impacto es l= +35.

Las demás actividades se realizarán en su mayoría en la zona de la planta de procesamiento existente, la cual será refaccionada y remodelada para cumplir su nueva función, al igual que la planta de neutralización de los efluentes del tratamiento de RS. Aunque algunas obras, como los nuevos tendidos de cañerías, tendrán un efecto acumulativo sobre el paisaje ya afectado, se considera que este efecto es muy poco significativo.

Otra acción que modificará el paisaje en forma positiva es el vuelco del agua tratada en el Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE). Como se mencionó en la evaluación de los impactos sobre el factor Aire, los estudios realizados (CNEA: Bonetto, 2005) indican que el aumento de disponibilidad de agua en el ACRE permitirá un mayor y más rápido crecimiento de la vegetación autóctona creando 10 ha de espacio verde con una cobertura vegetal mucho mayor y mejor desarrollada que la presente lo cual revalorizaría el paisaje en esta zona. El impacto será positivo, temporal y de baja intensidad dado que la valorización del paisaje depende en gran medida de la accesibilidad al mismo de los observadores y que el área de vertido se encuentra en un sector de acceso restringido. La importancia de este impacto será I= +25.

### Vegetación

Como se explicó anteriormente, las obras proyectadas se emplazarán en zonas ya afectadas. Estas zonas se encuentran libres de vegetación, por lo cual el impacto de la mayoría de las acciones previstas no tendrá efecto sobre la vegetación.

La única acción prevista que afectará la vegetación es el Volcado de agua tratada en el Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE). Como se mencionó anteriormente, los estudios realizados (CNEA: Bonetto, 2005) indican que el aumento de disponibilidad de agua en el ACRE permitirá un mayor y más rápido crecimiento de la vegetación autóctona creando 10 ha o más, considerando el efecto de derrame, de espacio verde con una cobertura



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1 amoieno REFOLLA

Vegetación

vegetal mucho mayor y mejor desarrollada que la presente. De todos modos, debe considerarse que la suspensión del riego cuando finalice el tratamiento hará que este impacto se revierta, por lo que se le ha asignado un signo negativo al concepto reversibilidad El impacto resulta positivo, temporal y de importancia moderada (I=+34).

#### Fauna

Debido a la presencia ininterrumpida de personal en el predio del CMFSR desde hace tres décadas, la fauna local se ha habituado a ocupar fundamentalmente los sectores no antropizados del predio. Por esta razón, y considerando que las nuevas obras se llevarán a cabo en sectores ya utilizados, no se espera ningún impacto sobre la fauna salvo por el efecto del volcado de agua tratada en el Área de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE).

Como ya se mencionó, los estudios realizados (CNEA: Bonetto, 2005) indican que el aumento de disponibilidad de agua en el ACRE creará un espacio verde de 10 ha o más, considerando el efecto de derrame, con una cobertura vegetal mucho mayor y mejor desarrollada que la presente. Este arbustal generará un nuevo hábitat, con mayor disponibilidad de alimento para herbívoros y protección para aves e insectos, que se estima producirá un incremento en la abundancia de animales (y tal vez, incluso de especies) asentadas en la zona. Este impacto se considera positivo, pero temporal ya que una vez suspendido el riego del ACRE el arbustal disminuirá su densidad y su capacidad para sostener especies de fauna. Es por esta razón que se le ha asignado un signo negativo al concepto reversibilidad La importancia del impacto es I= +25.

### MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

#### Actividades económicas

Dentro de este ítem se consideran las actividades económicas y el nivel de empleo existente en el área del Proyecto.

El balance del impacto se estima como positivo, ya que el Proyecto en sí mismo se considera beneficioso para la actividad socioeconómica del área, en particular por la generación de demanda de mano de obra local y requerimiento de distintos servicios. La afectación es positiva moderada, ya que si bien esta actividad generará empleo, el número de operarios que participarán en esta fase de la etapa de remediación es reducido y temporal.

Además, la Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS produce un impacto positivo para la industria del combustible nuclear en la Argentina. La importancia de los impactos varía entre I= +27 y I= +41.

#### Infraestructura existente

Las obras proyectadas para esta fase de la etapa de remediación mejorarán la infraestructura existente en el CMFSR, tanto en lo que se refiere a la integridad de los edificios como de los equipos y los diques de evaporación de precipitados, produciendo un impacto positivo sobre los mismos. La importancia de este impacto varía entre l= +25 e l= +37, para las acciones de Construcción y Preparación de Instalaciones, que son las únicas que tendrán impacto sobre este factor económico.

#### Patrimonio Cultural, Arqueológico y Paleontológico

Como parte de la MGIA preparada por la Universidad Tecnológica Nacional para el CMFSR en 2004, el Dr. Lagiglia realizó un detallado estudio del potencial arqueológico del predio del Complejo y sus zonas aledañas. Como resultado de este estudio, el Dr. Lagiglia desvincula todos los sitios arqueológicos identificados (Figura 3.3-3) de la zona de explotación del CMFSR.

En cuanto al patrimonio paleontológico, varios expertos han descripto la presencia de huellas de vertebrados paleozoicos (Aramayo, 1993), que aparecen en sectores cercanos al área de expropiación de la CNEA, fuera de las áreas antropizadas. En la actualidad diversos paleontólogos siguen investigando estos registros. La existencia de este patrimonio es reconocida y tenida muy en cuenta por parte del personal del CMFSR para la programación de sus actividades.



### Patrimonio Cultural, Arqueológico y Paleontológico

Sin embargo, teniendo en cuenta la importancia de este patrimonio, antes de intervenir zonas no antropizadas se comunicará previamente a las autoridades provinciales pertinentes y al personal especializado del Museo de Ciencias Naturales de San Rafael para considerar las particularidades del caso.

### Riesgos potenciales

La presencia de pasivos ambientales en un área está siempre asociada a riesgos para el ambiente y a veces también para la salud y/o seguridad de las personas.

En particular, la presencia de aguas de cantera en el CMFSR presenta el riesgo de que, ante abandono o mal manejo (evento muy improbable), las mismas puedan rebalsar de las canteras que las contienen y descargar su contenido de uranio, radio y arsénico en el Arroyo El Tigre, principal colector de la zona. Este riesgo potencial aumenta en el caso de lluvias torrenciales.

Por su parte, los RS enterrados en disposición transitoria podrían, en el improbable caso de abandono del complejo, ser desenterrados y su contenido dejado en la superficie donde podría ser diseminado por efecto de los factores atmosféricos produciendo la contaminación del suelo y el agua de la zona.

En vista de lo expuesto, se considera que el tratamiento de los citados pasivos elimina estos riesgos potenciales, impactando positivamente en el ambiente en general y en las aguas en particular.

Aunque todas las acciones consideradas contribuyen al impacto positivo de la eliminación de riesgos potenciales, las acciones de tratamiento de RS y AC (Preparación de RS para tratamiento, Pre- tratamiento de RS, Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS, Precipitación de As y Ra en AC y Tratamiento de efluentes) así como las de manejo del agua tratada producida (Volcado de aguas tratadas en ACRE) y del Manejo de Diques, son las que tienen la contribución mayor y más directa. Por esta razón el impacto se evaluará específicamente para estas acciones. La importancia de los impactos varía entre I= +22 e I= +47.

### 5.4 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

A continuación se presenta la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto de la Fase I de la Etapa de Remediación Ambiental del CMFSR, Departamento San Rafael, Mendoza. Las matrices parciales que dan origen a cada fila de esta matriz se presentan en el Anexo 6. Dentro de la matriz se presentan valores de Importancia Media, Importancia Media Global por Factor e Importancia Media Global por Acción.

Los valores de Importancia Media se calculan para cada uno de los factores ambientales y para cada una de las acciones. El cálculo es sencillo: se suman algebraicamente los valores del impacto que cada acción tiene sobre un factor ambiental y luego se divide ese valor por el número de acciones. Si el resultado no arroja un número entero, se redondea hacia arriba o hacia abajo según el primer decimal (mayor a 5 hacia arriba, 5 o menor a 5 hacia abajo). Para el caso de las acciones, se suman los impactos que la acción genera sobre cada factor ambiental y se divide el resultado por el número de factores afectados. También, de ser necesario, se redondea hacia arriba o hacia abajo.

Así también se obtienen otros cuatro (4) valores de Importancia Media, a saber:

- Impacto sobre el Medio Natural: se suman los valores ponderados del impacto que recibirá cada factor y se los divide por el número de factores.
- Impacto sobre el Medio Socioeconómico y Cultural: se sigue el mismo procedimiento.
- Impacto de las Acciones de Construcción y Preparación de Instalaciones: se suman los valores ponderados que cada acción ejerció sobre el conjunto de factores del medio natural y del medio socioeconómico y cultural.
- Impacto de las Acciones de Tratamiento de AC y de RS: se sigue el procedimiento anterior.





Finalmente se obtienen los valores de Importancia Media Global por Acción, donde se ponderan los valores que cada acción ejerció sobre el conjunto de todos los Factores y de Importancia Media Global por Factor, donde lo que se pondera son los impactos que cada factor recibió del conjunto de todas las acciones del proyecto.



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



ACCIONES IMPACTANTES

|  |                                | Media Global por Factor  | က         | <b>မှ</b> | 0                | 18               | ကု   | 2       | က          | 2     | 9                 | 29                     | 12                        | 0                             | 21                | 21                  | 18                      |
|--|--------------------------------|--|-----------|-----------|------------------|------------------|------|---------|------------|-------|-------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
|  |                                | sibəM  | 0         | -7        | 0                | 13               | 0    | 4       | വ          | 4     | 9                 | 30                     | 0                         | 0                             | 30                | 36                  | 18                      |
|  |                                | Volcado de aguas trata-<br>ARDA ne asb                                 | 0         | -24       | 0                | -20              | 28   | 25      | 34         | 25    | 15                | 28                     | 0                         | 0                             | 28                | 22                  | 22                      |
|  | RS                             | seupip eb oleneM   | 0         | 0         | 0                | 27               | 0    | 0       | 0          | 0     | 27                | 28                     | 0                         | 0                             | 28                | 35                  | 28                      |
|  | de AC y                        | setneufte ab otneimsterT   | 0         | 0         | 0                | 0                | 0    | 0       | 0          | 0     | 0                 | 28                     | 0                         | 0                             | 28                | 29                  | 28                      |
| e 1                                    | Tratamiento de AC y RS         | Precipitación de As y Ra<br>OA ne                                      | 0         | 0         | 0                | 41               | 0    | 0       | 0          | 0     | 41                | 28                     | 0                         | 0                             | 28                | 47                  | 35                      |
| Acciones Etapa de Remediación - Fase 1 | Trat                           | oinsiu leb nòiseacupa<br>SR eb oileueib y OA ne                        | 0         | 0         | 0                | 41               | 0    | 0       | 0          | 0     | 41                | 41                     | 0                         | 0                             | 41                | 47                  | 41                      |
| emediac                                |                                | SA eb otneimatart-erq  | 0         | 0         | 0                | 0                | 0    | 0       | 0          | 0     | 0                 | 27                     | 0                         | 0                             | 27                | 47                  | 27                      |
| ana de R                               |                                | eneq 29 ab nòiceneqen<br>otnaimetert                                   | 0         | -23       | 0                | 0                | -25  | 0       | 0          | 0     | -24               | 30                     | 0                         | 0                             | 30                | 27                  | 12                      |
| iones Etz                              | ones                           | sibəM  | 7         | -5        | 0                | 26               | 2-   | 7       | 0          | 0     | 9                 | 28                     | 30                        | 0                             | 59                | 0                   | 18                      |
| Acc                                    | y Preparación de Instalaciones | Construcción de los di-<br>ques DNS y DN8-DN9                          | 35        | -25       | 0                | 33               | -34  | 35      | 0          | 0     | 6                 | 30                     | 37                        | 0                             | 34                | 0                   | 22                      |
|  | ación de                       | Reparación de las colum-<br>nas de intercambio iónico                  | 0         | 0         | 0                | 33               | 0    | 0       | 0          | 0     | 33                | 27                     | 28                        | 0                             | 28                | 0                   | 31                      |
|  | y Prepara                      | Adaptación de tanques<br>para utilizarlos en el tra-<br>Ramiento de RS | 0         | 0         | 0                | 0                | 0    | 0       | 0          | 0     | 0                 | 27                     | 32                        | 0                             | 30                | 0                   | 30                      |
|  | Construcción                   | Conexión de cistemas de<br>AC con la planta de tra-<br>tamiento        | 0         | 0         | 0                | 33               | 0    | 0       | 0          | 0     | 33                | 27                     | 27                        | 0                             | 27                | 0                   | 30                      |
|  | Const                          | Impermeabilización de<br>Cistemas                                      | 0         | 0         | 0                | 33               | 0    | 0       | 0          | 0     | 33                | 27                     | 25                        | 0                             | 26                | 0                   |                         |
|  |                                |  | Geoformas | Suelo     | Agua Superficial | Agua Subterránea | Aire | Paisaje | Vegetación | Fauna | Importancia Media | Actividades económicas | Infraestructura existente | Patrimonio Cult., Arq. y Pal. | Importancia Media | Riesgos potenciales | Media Global por Acción |
|  |                                |  |           |           | <b>JE</b> .      | ırqı             | εN   | oib     | əy         | V     |                   | 00                     | imòn                      | Mec<br>io-eco<br>y Cult       |                   |                     |                         |

|                           | Bajo            | Moderado          | Crítico         |
|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| valores negativos         | (I menor de 25) | (I entre 25 y 50) | (I Mayor de 50) |
| Constitution Constitution | Bajo            | Moderado          | Crítico         |
| valores Positivos         | (I menor de 25) | (I entre 25 y 50) | (I Mayor de 50) |
| /alor nulo o neutro       |                 |                   |                 |

REF





En conclusión, se puede decir que las actividades de la Fase I de la Etapa de Remediación del CMFSR producirán diversos impactos sobre los factores naturales y sobre los factores sociales, económicos y culturales que fueron presentados y ponderados en la correspondiente matriz de evaluación de impacto ambiental. En esta matriz también se pondera el impacto de las tareas sobre los riesgos potenciales que acarrea la presencia de las AC y los RS en el CMFSR.

Se observan en esta matriz pocos impactos negativos, los cuales alcanzan importancia moderada a baja, y son más que equilibrados por los numerosos impactos positivos observados. De hecho, la media global de los impactos esperables en condiciones normales de operación resulta positiva (de importancia baja) para todas las acciones programadas para la Fase 1 de la Etapa de Remediación.

A continuación se analiza en más detalle la distribución de impactos sobre los distintos factores ambientales y sociales considerados.

### Medio Natural

### Impactos Negativos

• Se observa que el aire y el suelo reciben impactos negativos cuando existen movimientos de tierras. En el caso del aire, el impacto es moderado, tanto para la acción Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9 (-34) y para la Preparación de RS para tratamiento (-25), que incluye el desenterramiento y remoción de los tambores. El suelo, por su parte, recibe también impactos negativos con las acciones de Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9 (-25), de la Preparación de RS para tratamiento (-23) y del Volcado de aguas tratadas en ACRE (-24). Los resultados muestran que estos impactos están en el límite entre bajo y moderado.

### Impactos Positivos

- Los factores **geoformas** (+35) y **paisaje** (+35) recibirán impactos positivos moderados debido a la utilización del material de escombreras en la Construcción de los dique DN5 y DN8-9.
- El agua subterránea recibe un impacto netamente positivo (moderado) derivado del tratamiento de las AC. Este impacto positivo se debe a las acciones de Impermeabilización de Cisternas, Conexión de cisternas de AC con la planta de tratamiento, la Reparación de columnas de intercambio iónico, la Construcción de los diques DN5 y DN8-DN9, la Recuperación del uranio en AC y disuelto de RS, la Precipitación de As y Ra en AC y el Manejo de diques. El aire (+28), el paisaje (+25), la vegetación (+34) y la fauna (+25) reciben también impactos positivos moderados como resultado del vuelco del agua tratada en el ACRE.
- El agua superficial es el único factor natural que no se verá afectado en condiciones normales de ejecución de las tareas de remediación.

### Medio Socioeconómico y Cultural

- Los factores Actividades Económicas e Infraestructura Existente recibirán un impacto netamente positivo (moderado). En el primer caso, todas las acciones impactarán en forma positiva.
- El Patrimonio Cultural, Arqueológico y Paleontológico no recibirá impacto alguno en condiciones normales de ejecución del proyecto.

### Riesgos Potenciales

 Los riesgos potenciales generados por la presencia de AC y RS en el predio del CMFSR serán eliminados por el tratamiento de estos pasivos. Esto se considera un impacto positivo de importancia moderada.



#### 5.5 CONTINGENCIAS

Las contingencias se definen como aquellos hechos accidentales de muy baja probabilidad de ocurrencia, cuyo suceso podría causar daños a las personas, al ambiente o a los bienes de particulares o de la CNEA.

Las contingencias pueden ocurrir en cualquier etapa de ejecución del proyecto y los impactos relacionados a las mismas pueden resultar mucho mayores que los que se pueden predecir para condiciones normales de trabajo. La evaluación de tales impactos a priori es muy difícil; sin embargo, se trata de prever los posibles hechos accidentales que pudieran producir impactos negativos y diseñar medidas¹ que permitan reaccionar rápidamente para controlar el accidente y mitigar sus efectos. El Plan de Contingencias del CMFSR se presenta en el Anexo 9 del presente documento.

#### 5.6 GRADO DE ACEPTACIÓN SOCIAL DE LA ACTIVIDAD

La necesidad o conveniencia de realizar acciones de remediación de los residuos generados durante la explotación del CMFSR ha sido ampliamente difundida por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en los últimos años y se cuenta con registros de la opinión de sectores representativos. La síntesis que se presenta se basa sobre dichos registros.

La conclusión indudable del análisis de aceptación social de las actividades de remediación de los pasivos ambientales identificados en el CMFSR es que, independientemente de la opinión acerca de la reactivación del Complejo, no existen divergencias con respecto a que es conveniente y necesario efectuar tareas de remediación, y que esto debe efectuarse en el menor plazo posible.

Dado que esto es de amplio conocimiento, se expondrán a continuación solo algunos documentos representativos de las opiniones generales, los cuales fueron provistos por el CMFSR.

### 5.6.1 Opinión de funcionarios del Gobierno Provincial, Municipal y entidades civiles

Las siguientes resoluciones del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza expresan de diversos modos la necesidad de efectuar las acciones de que trata este informe:

- Resolución N° 1.135/01
- Resolución N° 850/02
- Resolución N° 1.779/04
- Resolución N° 1.226/05
- Resolución N° 233/08

En particular, la Resolución N° 233/08 (dictada por la Secretaría de Ambiente del citado Ministerio) expresa la necesidad de que "La CNEA y los organismos provinciales y municipales pertinentes arbitren todas las medidas para que se actúe con celeridad en la recomposición de los pasivos existentes en el CMFSR".

La Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Mendoza también se expresó en este sentido declarando, mediante Resolución Nº 1.282/07, que "verían con agrado que la CNEA, procediera a remediar sin excusas, los pasivos de uranio de Sierra Pintada".

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> El análisis de riesgos se realiza como parte de la gestión de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Como seguimiento al mismo se desarrollan procedimientos y especificaciones particulares y se toman medidas que minimizan los riesgos y permiten el trabajo seguro para cada actividad a ejecutar.





Los dictámenes sectoriales expedidos en el año 2006 por:

- · Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) de Argentina,
- Universidad Nacional de Cuyo,
- Departamento General de Irrigación (mediante Resolución Nº 677/06),
- Dirección de Minería e Hidrocarburos de Mendoza,
- Municipalidad de San Rafael.

Aprueban unánimemente la MGIA Gestión de Residuos en Disposición Transitoria, presentada por la CNEA en febrero de 2006.

En Acta de la reunión del Comité de Seguimiento de la Actividad Nuclear realizada en la Ciudad de San Rafael en octubre de 2004, representantes de distintos sectores, tales como:

- · Universidad Nacional de Cuyo,
- · Municipalidad de San Rafael,
- Departamento General de Irrigación,
- · Legislatura Provincial de Mendoza,
- Organizaciones no Gubernamentales.

Coinciden en la conveniencia de realizar trabajos de remediación en el CMFSR en el menor plazo posible, declaración que ratifica lo expresado en la reunión de este Comité realizada en octubre de 2002.

Una entidad civil de actividad intensa en este tema desde el año 2003, denominada Multisectorial del Sur, ha efectuado también numerosos reclamos para que se realicen las acciones de remediación.

### 5.6.2 Opinión de la población

Este tema ha tenido trascendencia relevante en los medios de comunicación de la Provincia de Mendoza y, particularmente, en los del Departamento San Rafael. En general, se puede decir que la población ha expresado su preocupación por la situación ambiental del CMFSR, generándose polémica sobre diversos temas. No se han registrado, sin embargo, expresiones opuestas a la remediación de los pasivos existentes en el CMFSR.

Dentro de este aspecto, podría evaluarse a la Percepción Social con respecto al proyecto. Esta evaluación, empero, sólo puede ser hecha en forma cualitativa, ya que la inmensa mayoría de la población es ajena al detalle de cada actividad del proyecto. La respuesta a este interrogante es que la sociedad percibe a este proyecto como un hecho positivo.

Para el caso en cuestión, no se consultaría sobre la construcción de diques o el tratamiento de los residuos sólidos, por poner dos ejemplos, sino que sólo se preguntaría si se está de acuerdo o no con el proyecto de remediación de los pasivos ambientales en general, sin siquiera discriminar sus etapas.





# 6. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

A partir de los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental desarrollada en el Capítulo 5 del presente informe, donde se identificaron y cuantificaron los impactos ambientales asociados, surge una serie de análisis y evaluaciones sobre las características ambientales de los sectores involucrados. Sobre la base de ellos es posible elaborar Planes de Protección Ambiental, de Seguimiento y Control y de Contingencias. El conjunto de ellos conforma el Plan de Gestión Ambiental (PGA) para la Fase I de la Etapa de Remediación del CMFSR.

Durante el desarrollo de las tareas programadas los responsables de las diversas tareas serán provistos de los capítulos relevantes de esta Manifestación General de Impacto Ambiental (MGIA) y del Plan de Gestión Ambiental (PGA), de manera tal que estén en conocimiento de los problemas y restricciones ambientales. Es conveniente que las prácticas proteccionistas recomendadas lleguen y cubran a todos los niveles del personal que será afectado a la obra.

El presente Plan de Gestión Ambiental incluye los siguientes planes:

- · Plan de Protección Ambiental.
- · Plan de Seguimiento y Control.

Este PGA, específico para la Fase I de la Etapa de Remediación del CMFSR, se inserta en el proceso continuo de mejora del desempeño ambiental de la CNEA que, desde 2003 a la fecha, ha sido orientado a coordinar los esfuerzos de los organismos, CA y sitios a través del Manual de Sistema de Gestión Ambiental de la CNEA, que se presenta en el Anexo 10 de este Informe.

La elaboración del citado Manual, así como la realización del proceso de remediación de los pasivos existentes en el CMFSR, son consecuencia del cumplimiento de la Política Ambiental de la CNEA, declarada expresamente por Resolución Nº 7/03:

"La COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, reafirma su actitud responsable en el cuidado del ambiente, la conservación de los recursos naturales y la prevención de la contaminación ambiental, en el marco de la legislación ambiental vigente a nivel nacional, provincial y municipal según corresponda y de las normas establecidas por la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR, confirmando una Política Ambiental de la CNEA, basada en las siguientes acciones:

- Mejorar la situación existente en los sitios de la CNEA, protegiendo a los trabajadores, al entorno cercano y al público en general.
- Capacitar e involucrar al personal respecto del cuidado responsable del ambiente.
- Implementar y mantener un Sistema de Gestión Ambiental, integrando sus principios a las actividades de CNEA y a los procesos de planificación estratégica y de toma de decisiones.
- Fijar objetivos claros y metas factibles y establecer los correspondientes Indicadores de Gestión, que conduzcan a un mejoramiento continuo del desempeño ambiental en su área de Incumbencia, verificando su logro mediante Auditorías Ambientales.
- Elaborar programas y planes de prevención, manejo y control de incidentes, accidentes o emergencias ambientales y generar los registros correspondientes.
- En todo nuevo proyecto o actividad, evaluar los impactos ambientales, indicando y llevando a cabo las medidas adecuadas para maximizar los beneficios y evitar, corregir o minimizar los riesgos.
- Difundir los conocimientos y tecnologías surgidas del cumplimiento de las misiones y funciones de la CNEA que puedan tener aplicación para mejorar el desempeño ambiental de las empresas y la sociedad.





- Establecer y verificar criterios ambientales para los proveedores y contratistas, acordes con los neamientos de esta política ambiental.
- Comunicar e informar periódicamente los logros ambientales alcanzados.
- Evaluar periódicamente el cumplimiento de esta política y revisarla cuando sea necesario.
- Difundir esta política a todo el personal y ponerla a disposición de la sociedad.

### 6.1 PLAN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

El Plan de Protección Ambiental está constituido por una serie de recomendaciones y medidas de mitigación formuladas con el propósito de ser implementadas durante las distintas etapas del Proyecto. Estas medidas tienen por objeto:

- Reducir y/o mitigar los impactos negativos identificados, de modo tal de salvaguardar la calidad ambiental en el área del Proyecto y su zona de influencia.
- Preservar el patrimonio arqueológico o paleontológico.
- Garantizar que el Proyecto se desarrolle de manera ambientalmente responsable.

Algunas de estas recomendaciones son de carácter genérico, aplicables en la mayoría de los proyectos que implican movimiento de tierras y/o procesos industriales; otras son particulares para el proyecto objeto del presente informe.

Las medidas de mitigación se categorizan en:

- Preventivas: minimizan la posibilidad de aparición del efecto impactante.
- Correctivas: reparan consecuencias de efectos.
- Mitigadoras: atenúan y minimizan los efectos, recuperando recursos.
- Compensadoras: no evitan la aparición del efecto, ni lo minimizan, pero contrapesan la alteración del factor, de manera compensatoria.

### 6.1.1 Medidas de protección de la geomorfología

### Medidas preventivas

Los movimientos de suelo serán los mínimos indispensables para el adecuado desarrollo de las acciones planeadas (extracción de tambores de RS de las trincheras, construcción de diques, etc.), a fin de producir la menor alteración del paisaje (principalmente geoformas, suelo y vegetación) y mantener las áreas de suelo a ocupar en las declaradas en los ítems 4.4.5 y 4.5.3 del capítulo de Descripción del Proyecto.

#### Medidas correctivas

- Cuando se complete la extracción de los tambores de RS contenidos en cada trinchera y también cuando se dé por finalizada la construcción de los diques, se readecuará la zona y se retirará todo tipo de residuos que puedan haber quedado.
- En caso de ocurrir una contingencia, se minimizarán los efectos del episodio actuando con premura. A tal fin, se desarrollarán acciones de control, contención, recuperación y, cuando fuera necesario, restauración o mitigación.





# 6.1.2 Medidas de protección de las aguas

### Medidas preventivas

- Diariamente, se controlará el nivel de agua en las canteras, de manera de evitar el desborde de alguna de ellas por evento climático inesperado, el cual podría afectar las aguas del Aº El Tigre.
- Cuando el nivel de AC esté cercano a los límites de seguridad definidos para cada cantera o, si se pronostican lluvias torrenciales, se realizará el trasvase de agua entre canteras para evitar un eventual desborde que pudiera afectar las aguas del A° El Tigre.
- Se colocarán bandejas, plateas o se impermeabilizará el terreno (por ejemplo, con film de polietileno) debajo de las maquinarias y motores, para contener las posibles pérdidas de combustible y lubricantes, y evitar así que impacten la calidad del suelo y, por infiltración, de las aguas subterráneas.
- Se estacionarán los camiones y maquinarias en zonas designadas para ello, adecuadamente acondicionadas.
- Se construirán plateas de hormigón y/o bateas impermeabilizadas en aquellos puntos identificados previamente como zonas donde se pueden dar potenciales fugas, como son las áreas de almacenamiento de productos químicos y aceites, las plantas de procesamiento y precipitación, entre otros.
- Las plantas de procesamiento y precipitación, al igual que la zona de cisternas contarán con plataformas de maniobras para impedir que posibles pérdidas de combustibles, aceite u otros fluidos afecten la calidad del suelo y, por infiltración, de las aguas subterráneas en la zona de trabajo.
- Todos los productos químicos que ingresen a las instalaciones contarán con:
  - a. La Hoja de Seguridad correspondiente (Material Safety Data Sheet, MSDS), emitida por el proveedor en idioma español.
  - b. La identificación mínima indispensable en el recipiente que lo contiene a saber: marca, tipo de producto y tipo de riesgo que representa de acuerdo a norma NFPA.
  - c. Indicaciones acerca de los cuidados básicos a tener en cuenta en caso de riesgos físicos y/o ambientales relacionados con los mismos.
- Todos los tanques de almacenamiento y preparación de reactivos contarán con marca, tipo de producto y tipo de riesgo que representa de acuerdo a norma NFPA.
- El lavado de vehículos y equipos se realizará en zonas específicamente designadas para esta labor.
   Los líquidos provenientes del lavado serán decantados y el líquido sobrenadante podrá reutilizarse en tareas de lavado de equipos o plantas o bien, si su calidad lo permite, para riego de caminos.
   Los sólidos se acumularán y cuando la cantidad sea suficiente se procederá a su caracterización y disposición, de acuerdo a las características de los mismos.
- Se realizará un control diario las cañerías colectoras y conductoras de líquidos para asegurarse que no existan pérdidas en las juntas u otros sectores de las mismas, con el objeto de evitar contaminaciones al suelo y, por infiltración, a las aguas subterráneas.





- En el caso de las cañerías de transporte de AC, se deberá controlar el estado de la capa antierosión que las protege y la presión de flujo en la cañería, con el objeto de detectar posibles roturas y proceder con el procedimiento previsto para esta contingencia (Anexo 9).
- Se realizará seguimiento y mantenimiento preventivo de motores, maquinarias y/o vehículos afectados a la obra.
- Se realizará seguimiento constante del sistema de control de fugas de todos los diques, con el objeto de prevenir el flujo del líquido contenido hacia la napa freática.
- Se monitoreará el agua a través de los freatímetros instalados en el CMFSR. La frecuencia será mensual durante la etapa de riego del agua tratada, mientras que será trimestral durante el año posterior a la finalización de esta acción. Para asegurar esta actividad, se asegurará el correcto funcionamiento de los freatímetros, recuperándolos cuando sea necesario o ejecutando nuevos. Cuando la concentración de uranio llegue a los 100 μg/l, se suspenderá (modificará) el riego hasta tanto la concentración baje hasta los 70 μg/l.

## Medidas correctivas

- Se controlarán los eventuales derrames de aceite de los motores y maquinarias, y se limpiarán las áreas afectadas en el plazo más breve posible.
- En caso de ocurrir una contingencia, se minimizarán los efectos del episodio actuando con premura. A tal fin, se desarrollarán acciones de control, contención, recuperación y, cuando fuera necesario, restauración o mitigación (Anexo 9).

### 6.1.3 Medidas de protección de las condiciones atmosféricas

### Medidas preventivas

- No se mantendrán innecesariamente encendidos los motores de vehículos y maquinarias, para evitar afectación innecesaria de la calidad del aire.
- Se realizará seguimiento y mantenimiento preventivo de motores, maquinarias y/o vehículos afectados a la obra, con el objeto de minimizar las emisiones.
- Se utilizará un Dispositivo de Apertura Segura de Tambores (DAST) y una columna lavadora de gases, especialmente diseñadas para la apertura de los tambores de RS. Estos dispositivos evitarán la emanación de gases a la atmósfera al abrir los tambores.
- Durante el desenterramiento de los tambores de RS, se deberá pulverizar agua sobre el área de trabajo, para humectar la superficie de la escombrera y controlar la posible dispersión de material fino al ambiente.
- Con el mismo fin se evitará realizar operaciones de destape de trincheras con vientos de una velocidad superior de 20 a 25 km/h.
- El material de destape acopiado transitoriamente debe disponerse en sitios de máximo resguardo de contingencias aluvionales y mantenerse humectado para evitar su dispersión.
- Antes de comenzar con el riego del agua tratada, se recomienda hacer un estudio de las condiciones de riego con distintas situaciones de viento, determinando el comportamiento del cono de riego en los diferentes casos. Si en algún momento el cono de riego saliera de las diez hectáreas que





serán afectadas a esta actividad, la misma deberá ser suspendida hasta tanto se cumpla con a condición mencionada.

#### Medidas correctivas

 En caso de ocurrir una contingencia, se minimizarán los efectos del episodio actuando con premura. A tal fin, se desarrollarán acciones de control, contención, recuperación y, cuando fuera necesario, restauración o mitigación.

# Medidas mitigadoras

- Para disminuir la generación de polvo en suspensión se respetarán las velocidades máximas establecidas.
- Se llevará a cabo el riego de aquellos tramos más transitados y afectados, a fin de disminuir la generación de polvo.

## 6.1.4 Medidas de protección del suelo

Antes de comenzar con el riego, se recomienda caracterizar las areniscas del ACRE y estudiar su rol y capacidad en la retención de uranio. Es importante que el tema de volcado de las aguas tratadas mediante el riego complemente los aspectos de evaporación del agua con la retención de los compuestos químicos hecha por el suelo.

Asimismo, y también previo al comienzo del riego, se deberá caracterizar al suelo considerando los aspectos relacionados con su naturaleza geológica, estudiando su rol como columna de retención de los compuestos químicos.

#### Medidas preventivas

- Diariamente, se controlará el nivel de agua en las canteras, de manera de evitar el desborde de alguna de ellas por evento climático inesperado, que pudiera afectar la calidad del suelo en su escurrimiento hacia el Aº El Tigre.
- Cuando el nivel de AC esté cercano a los límites de seguridad definidos para cada cantera o, si se pronostican lluvias torrenciales, se realizará el trasvase de agua entre canteras para evitar un eventual desborde, que pudiera afectar la calidad del suelo en su escurrimiento hacia el Aº El Tigre.
- Se evitará el movimiento de personal y maquinaria fuera de las áreas de trabajo, a los fines de evitar afectaciones innecesarias al recurso suelo (compactación y ahuellamiento).
- Se colocarán bandejas, plateas o se impermeabilizará el terreno (por ejemplo, con film de polietileno) debajo de las maquinarias y motores, para contener las posibles pérdidas de combustible y lubricantes, y evitar así que impacten la calidad del suelo.
- Se estacionarán los camiones y maquinarias en zonas designadas para ello, adecuadamente acondicionadas.
- Se construirán plateas de hormigón y/o bateas impermeabilizadas en aquellos puntos identificados previamente como zonas donde se pueden dar potenciales fugas, como son las áreas de almacenamiento de productos químicos y aceites, las plantas de procesamiento y precipitación, entre otros.





- Las plantas de procesamiento y precipitación, al igual que la zona de cisternas contarán con platago e formas de maniobras para impedir que posibles pérdidas de combustibles, aceite u otros fluidos afecten la calidad del suelo en la zona de trabajo.
- Todos los productos químicos que ingresen a las instalaciones contarán con:
  - α. La Hoja de Seguridad correspondiente (Material Safety Data Sheet, MSDS), emitida por el proveedor en idioma español.
  - β. La identificación mínima indispensable en el recipiente que lo contiene a saber: marca, tipo de producto y tipo de riesgo que representa de acuerdo a norma NFPA.
  - χ. Indicaciones acerca de los cuidados básicos a tener en cuenta en caso de riesgos físicos y/o ambientales relacionados con los mismos.
- Todos los tanques de almacenamiento y preparación de reactivos contarán con marca, tipo de producto y tipo de riesgo que representa de acuerdo a norma NFPA.
- El lavado de vehículos y equipos se realizará en zonas específicamente designadas para esta labor.
   Los líquidos provenientes del lavado serán decantados y el líquido sobrenadante podrá reutilizarse en tareas de lavado de equipos o plantas o bien, si su calidad lo permite, para riego de caminos.
   Los sólidos se acumularán y cuando la cantidad sea suficiente se procederá a su caracterización y disposición que se realizará de acuerdo a las características de los mismos.
- Se realizará un control diario de las cañerías colectoras y conductoras de líquidos para asegurarse que no existan pérdidas en las juntas u otros sectores de las mismas, con el objeto de evitar contaminaciones al suelo.
- En el caso de las cañerías de transporte de AC, se deberá controlar la presión de flujo en la cañería, con el objeto de detectar posibles roturas y proceder con el procedimiento previsto para esta
  contingencia (Anexo 9), de manera de evitar posibles filtraciones que afectaran la calidad del suelo.
- Durante todos los movimientos de suelo se respetarán las medidas programadas para caminos, plataformas, etc., a fin de producir la menor alteración del paisaje (principalmente geoformas, suelo y vegetación).
- El material acopiado transitoriamente durante las obras será humectado para evitar su dispersión.
- Para evitar un impacto sobre el suelo fuera del área de colas, se deberá pulverizar agua sobre el área de trabajo, para humectar la superficie de la escombrera y controlar la posible dispersión de material fino durante el proceso de desenterramiento de los tambores de RS.
- El material acopiado transitoriamente será dispuesto en sitios de máximo resguardo a contingencias aluvionales.
- Se realizará seguimiento y mantenimiento preventivo de motores, maquinarias y/o vehículos afectados a la obra.
- Se realizará seguimiento constante del sistema de control de fugas de todos los diques, con el objeto de prevenir el flujo del líquido contenido hacia el suelo de la zona circundante.
- Durante el período de riego, se monitoreará en forma trimestral, el uranio y el radio retenido en el suelo en el área afectada por esta actividad.



#### Medidas correctivas

- Cuando se complete la extracción de los tambores de RS contenidos en cada trinchera y también cuando se dé por finalizada la construcción de los diques, se readecuará la zona y se retirará todo tipo de residuos que puedan haber quedado. Especialmente se limpiarán inmediatamente las manchas residuales de aceites e hidrocarburos.
- Se controlarán los eventuales derrames de aceite de los motores y maquinarias, y se limpiarán las áreas afectadas en el plazo más breve posible.
- En caso de ocurrir una contingencia, se minimizarán los efectos del episodio actuando con premura. A tal fin, se desarrollarán acciones de control, contención, recuperación y, cuando fuera necesario, restauración o mitigación.

# Medidas mitigadoras

- Para disminuir la generación de polvo en suspensión se respetarán las velocidades máximas establecidas
- Se llevará a cabo el riego de aquellos tramos más transitados y afectados, a fin de disminuir la generación de polvo.

## 6.1.5 Medidas de protección de la flora y la fauna

Antes de iniciar el riego se deberán evaluar las especies vegetales presentes y su densidad en los diferentes sectores del área a ser regada.

## Medidas preventivas

- Se evitará el movimiento de personal y maquinaria fuera de las áreas de trabajo, a los fines de evitar afectaciones innecesarias a la flora y ahuyentamiento de la fauna.
- Se evitará encender fuego en el sector de obra, dada la existencia de vegetación altamente combustible y vientos en la zona.
- Se respetarán las velocidades máximas de circulación, para prevenir potenciales accidentes que afecten la fauna.
- Los recipientes para residuos y desechos generados en el predio (sólidos domésticos y metálicos)
  estarán bien tapados y ubicados en lugares reparados, protegidos de las inclemencias del tiempo,
  para evitar cualquier tipo de derrame, voladura por el viento, etc., con el objeto de evitar en todo
  momento que la fauna local se alimente con los residuos generados.
- Se cercarán todas las áreas que pudiesen permitir el acceso de la fauna a cisternas, canteras y diques que contengan agua de proceso.
- Se prohibirá la caza y/o domesticación de especies autóctonas de fauna, como así también la introducción de especies alóctonas de flora o fauna.
- Durante todos los movimientos de suelo se respetarán las medidas programadas para caminos, plataformas, etc., a fin de producir la menor alteración del paisaje (principalmente geoformas, suelo y vegetación).



Los choferes tendrán capacitación en manejo defensivo.

#### Medidas correctivas

 En caso de ocurrir una contingencia, se minimizarán los efectos del episodio actuando con premura. A tal fin, se desarrollarán acciones de control, contención, recuperación y, cuando fuera necesario, restauración o mitigación.

# Medidas mitigadoras

- Para disminuir la generación de polvo en suspensión, que podría afectar la vegetación cubriendo las hojas de las plantas y afectando los procesos vitales de las mismas, se respetarán las velocidades máximas establecidas.
- Se llevará a cabo el riego de aquellos tramos más transitados y afectados, a fin de disminuir la generación de polvo.

# 6.1.6 Medidas de protección de los procesos ecológicos

# Medidas preventivas

- Se evitará el movimiento de personal y maquinaria fuera de las áreas de trabajo, a los fines de evitar afectaciones innecesarias al recurso suelo (compactación y ahuellamiento).
- Se evitará encender fuego en el sector de obra, dada la existencia de vegetación altamente combustible y los vientos de la zona.
- Se colocarán bandejas, plateas o se impermeabilizará el terreno (por ejemplo, con film de polietileno) debajo de las maquinarias y motores, para contener las posibles pérdidas de combustible y lubricantes, y evitar así que impacten la calidad del suelo.
- Se construirán plateas de hormigón y/o bateas impermeabilizadas en aquellos puntos identificados previamente como zonas donde se pueden dar potenciales fugas, como son las áreas de almacenamiento de productos químicos y aceites, las plantas de procesamiento y precipitación, entre otros.
- Las plantas de procesamiento y precipitación, al igual que la zona de cisternas contarán con plataformas de maniobras para impedir que posibles pérdidas de combustibles, aceite u otros fluidos afecten la calidad del suelo en la zona de trabajo.
- Durante todos los movimientos de suelo se respetarán las medidas programadas para caminos, plataformas, etc., a fin de producir la menor alteración del paisaje (principalmente geoformas, suelo y vegetación).
- Se prohibirá la caza y/o domesticación de especies autóctonas de fauna, como así también la introducción de especies alóctonas de flora o fauna.

## Medidas correctivas

 En caso de ocurrir una contingencia, se minimizarán los efectos del episodio actuando con premura. A tal fin, se desarrollarán acciones de control, contención, recuperación y, cuando fuera necesario, restauración o mitigación.



# Medidas mitigadoras

- Para disminuir la generación de polvo en suspensión se respetarán las velocidades máximas est blecidas.
- Se llevará a cabo el riego de aquellos tramos más transitados y afectados, a fin de disminuir la generación de polvo.

### 6.1.7 Medidas de protección del ámbito sociocultural

# Medidas preventivas

- El personal a cargo de las tareas de movimientos de suelo estará interiorizado acerca de las probabilidades de ocurrencia de hallazgos arqueológicos o paleontológicos (fósiles), para que en caso de ocurrencia se notifique a la Autoridad de Aplicación para proceder a su rescate antes de continuar con las actividades.
- En aquel caso en que se encuentre un sitio arqueológico o paleontológico dentro del área de influencia del Proyecto, se efectuarán distintas acciones para evitar el impacto indirecto:
  - Señalización con cinta de peligro del locus en cuestión, mientras las tareas de construcción se encuentran en la cercanía.
  - Manejo del área del hallazgo de acuerdo a las instrucciones de la Autoridad Competente.
- Se señalizarán adecuadamente los caminos y se respetarán las velocidades máximas de circulación, con el objeto de evitar potenciales accidentes vehiculares que pudieran afectar a las personas que trabajen o visiten el predio.
- Los choferes tendrán capacitación en manejo defensivo.
- · Todos los productos químicos que ingresen a las instalaciones contarán con:
  - α. La Hoja de Seguridad correspondiente (Material Safety Data Sheet, MSDS), emitida por el proveedor en idioma español.
  - β. La identificación mínima indispensable en el recipiente que lo contiene a saber: marca, tipo de producto y tipo de riesgo que representa de acuerdo a norma NFPA.
  - χ. Indicaciones acerca de los cuidados básicos a tener en cuenta en caso de riesgos físicos y/o ambientales relacionados con los mismos.
- Todos los tanques de almacenamiento y preparación de reactivos contarán con marca, tipo de producto y tipo de riesgo que representa de acuerdo a norma NFPA.
- Se capacitará al personal sobre manejo y preparación de reactivos, a los efectos que estén en conocimiento y cumplan los procedimientos aprobados para minimizar riesgos y evitar accidentes laborales.

### Medidas correctivas

 En caso de ocurrir una contingencia, se minimizarán los efectos del episodio actuando con premura. A tal fin, se desarrollarán procedimientos de respuesta y acciones de control, contención, y recuperación.



#### 6.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos sólidos generados en el CMFSR, se clasifican en:

- Industriales no peligrosos, incluyendo cartones limpios, chatarra, bolsas limpias, etc.
- Especiales o peligrosos, aquellos contemplados en la Ley Nº 24.051 de Residuos Peligrosos.
- · Asimilables a urbanos (RSU).

Los residuos y desechos se colectarán en cada frente de obra y cada sector de trabajo en contenedores claramente diferenciados e identificados, con sus respectivas tapas. Se capacitará al personal sobre gestión de residuos, a los efectos que estén en conocimiento y se cumpla el procedimiento de manejo y gestión de residuos.

Los residuos asimilables a urbanos (RSU) serán gestionados adecuadamente en terrenos dentro del área asignada al Complejo o, como alternativa, dispuestos en contenedores y retirados por empresas inscriptas en la Municipalidad de San Rafael para disponerlos en el relleno sanitario municipal. El depósito transitorio de los residuos sólidos se hará en lugares reparados, protegidos de las inclemencias del tiempo, para evitar cualquier tipo de derrame, voladura por el viento, etc., que pudiera afectar el entorno, hasta tanto sean trasladados a sus sitios de tratamiento o disposición final.

Los residuos especiales (hidrocarburos o elementos contaminados con hidrocarburos, pilas, etc.) generados durante las distintas etapas de la remediación serán almacenados transitoriamente en sitios cercados, especialmente acondicionados a tal efecto. En el lugar de almacenamiento transitorio los residuos se encontrarán separados según sus características, en envases adecuados a las mismas y debidamente identificados. Su transporte, tratamiento y disposición final será realizado por empresas transportistas y operadoras de residuos peligrosos debidamente habilitadas.

## 6.3 PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

# 6.3.1 Principio Básico de Protección Radiológica aplicado a la gestión de residuos radiactivos

El principio básico del sistema de protección radiológica indica que se debe *optimizar la protección* y demanda que toda exposición inevitable a la radiación del personal y del público en general sea tan baja como sea razonablemente alcanzable, tomándose en cuenta factores económicos, ambientales y sociales (Principio ALARA).

En el caso del manejo de los residuos de uranio (Ramírez Santis y Piastrellini, 2009) se exige que la exposición eventual de individuos a los desechos, tanto presente como futura, permanezca por debajo de límites adecuados, tendientes a preservar la salud y la calidad de vida de las personas. Tales límites están establecidos por regulaciones nacionales basadas en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, de las siglas de su nombre en inglés) en su Publicación N° 60 (1991). Estas recomendaciones establecen las dosis individuales máximas aceptables que son la línea de base que debe **por lo menos** lograrse en la optimización del proceso¹.

En general se acepta que los límites de exposición válidos en el presente, proveerán protección adecuada para futuras generaciones que pudieran estar expuestas en zonas de actividades mineras actuales.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Esto implica que la radiación registrable después de la optimización del proceso, en este caso gestión de residuos radiactivos, debe ser **menor o igual** a esta dosis de exposición máxima recomendada.





Es imperativo prestar debida atención a la protección del ambiente, al mejor nivel posible, proveyendo soluciones técnicas que impidan la liberación de materiales radiactivos fuera de la instalación en concentraciones indebidas.

Es por ello que se han tomado medidas diseñadas para evitar y/o limitar la contaminación asegurando que los residuos permanezcan bajo control adecuado.

## 6.3.2 Seguridad radiológica y ambiental en el CMFSR

De acuerdo a la normativa aplicable a este tipo de instalaciones, la responsabilidad de la seguridad de las actividades depende del Jefe del Complejo, a este efecto Responsable Primario. De él depende la División Ambiente y Seguridad, que cuenta con personal entrenado para aplicar el sistema de control. Este sistema se basa principalmente en:

- el Manual de Monitoraje
- el Código de Prácticas Radiológicas y
- el Plan de Contingencias de CMFSR

Este sistema contiene además un programa de control específico para cada actividad que se realiza en el Complejo. Las acciones de remediación propuestas estarán encuadradas en este sistema, que contempla la seguridad del personal involucrado y del entorno. El plan de seguimiento y control elaborado para la Fase 1 de la Etapa de Remediación del CMFSR tiene por finalidad:

- Obtener datos respecto del estado de situación en el tiempo de los distintos componentes del ambiente afectados por la ejecución del Proyecto.
- Detectar posibles conflictos ambientales y sociales que por su dinámica temporal no fueron contemplados durante la elaboración de la Evaluación de Impacto Ambiental.
- Verificar el grado de respuesta dado a las medidas de mitigación y prevención propuestas. Proponer medidas concretas para prevenir o mitigar impactos no previstos originalmente en la Evaluación de Impacto Ambiental.

A los efectos de ejecutar este plan se requiere la participación dos tipos de actores: aquellos que se encuentran permanentemente presentes durante las obras, pudiendo observar el día a día y la totalidad de las acciones llevadas a cabo (no necesariamente personal de la División Ambiente y Seguridad del Complejo, sino también los supervisores o jefes de obra), y profesionales externos que realicen las auditorías o inspecciones ambientales, las cuales serán preferentemente distribuidas de la siguiente manera:

- · Al comienzo de las obras.
- Una vez que la planta de tratamiento entre en régimen.
- Semestralmente durante la ejecución de las tareas programadas.
- Al finalizar las tareas programadas para la Fase 1.

El monitoreo de los trabajos será efectuado en función de las recomendaciones expuestas anteriormente en el Plan de Protección Ambiental (Medidas de Prevención y Mitigación de Impactos) y además incorpora un Plan de Muestreo para controlar la operación de la planta de tratamiento de AC y RS.

## 6.3.3 Plan de muestreo operacional de la planta

Se realizará el siguiente muestreo operacional:



| Lugar de toma                             | Tipo de muestra | Frecuencia           |   | Det    | erminad | ciones |            |
|---|-----------------|----------------------|---|--------|---------|--------|------------|
| de muestra                                |                 |                      | U | Ra-226 | As      | pН     | General(*) |
| Alimentación sistema<br>de tratamiento    | Integrada       | Semanal              | Х | Х      | X       |        | х          |
| Salida primera columna<br>aniónica        | Puntual         | Una vez por<br>turno | Х |        |         |        |            |
| Salida tercera columna<br>aniónica        | Puntual         | 3 veces por turno    | Х |        | •       |        |            |
| Salida segundo tanque<br>de precipitación | Puntual         | 3 veces por turno    |   |        |         | Х      |            |
| Dique de acumulación                      | Puntual         | 1 vez a la           | х | X      | x       | X      | X          |

<sup>(\*)</sup> Determinaciones a definir a requerimiento de las autoridades regulatorias.

semana

#### 6.3.4 Monitoreo de aguas

de líquido tratado

## 6.3.4.1 Monitoreo de aguas superficiales

Personal especializado de CNEA, perteneciente a la División Ambiente y Seguridad del CMFSR, realiza desde hace más de tres décadas el muestreo mensual de aguas en puntos fijos de los cursos de mayor interés, además de otros puntos internos y externos al Complejo, como parte de su labor de control ambiental del Complejo. Esta información se presenta anualmente a las autoridades de la Provincia de Mendoza.

Por otra parte existen controles ambientales externos realizados por la Autoridad Regulatoria Nuclear, y mediante el convenio vigente desde 1992 entre distintas instituciones, que asigna el muestreo a la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de San Rafael.

Estos muestreos se continuarán durante la Fase I de la Etapa de Remediación del CMFSR. Los puntos de muestreo seleccionados como más representativos del efecto de las actividades del Complejo sobre las aguas superficiales son los que se indican a continuación:

#### Arroyo El Tigre

Punto Nº 9: Referencia previo al ingreso al Complejo.

Punto Nº 86: Muestreo al egreso del curso de agua desde el Complejo.

#### Río Diamante

Punto Nº 89: Referencia aguas arriba de la desembocadura del Arroyo El Tigre.

Punto Nº 95: Muestreo aguas abajo de la desembocadura del Arroyo El Tigre.

Además, durante la Etapa de Remediación, y considerando que el vuelco del agua tratada se realizará en la cuenca del Arroyo Pavón, el río Diamante será muestreado aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga de este arroyo, con una frecuencia adecuada al régimen hídrico del mismo.

#### 6.3.4.2 Monitoreo de aguas subterráneas

El monitoreo del agua subterránea se realiza mediante una red de perforaciones interna y otra externa al Complejo, integrada por 33 perforaciones internas al Complejo y 15 perforaciones externas.

En la mayoría de los casos, la División Seguridad y Ambiente del CMFSR lleva a cabo el muestreo mensualmente. Se analizan uranio, radio y algunos elementos convencionales como nitratos, amonio, cloruros y sulfatos.





Varios puntos son muestreados también por la Autoridad Regulatoria Nuclear y por la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, en un régimen de campañas determinado por estas instituciones.

Para la Etapa de Remediación se prevé una determinación mensual de niveles piezométricos y toma de muestras para análisis hidroquímicos del agua de los pozos de control. Los puntos de muestreo seleccionados como más representativos del efecto de las actividades del Complejo sobre las aguas subterráneas son los que se indican a continuación:

Aguas arriba del CMFSR
 Punto T-27: en la cuenca del Arroyo El Toscal.

Aguas abajo del CMFSR

Punto PN-168: en la cuenca del Arroyo Gendarmería.

Punto PN-172: en la cuenca del Arroyo El Tigre.

Además se monitoreará el agua subterránea en el *Punto Nº 206*, que se ubica en la cuenca del Arroyo Pavón. Esta cuenca es independiente de la del Arroyo El Tigre y no tiene relación con las actividades actuales del Complejo; sin embargo, el área de cultivos restringidos especiales (ACRE) que será regada con el agua tratada producida durante el proceso de remediación, se encuentra en esta cuenca. Por esta razón se considera sumamente relevante el monitoreo de esta cuenca antes y después de comenzar el riego.

#### 6.3.5 Monitoreo de aire

El control se realiza fundamentalmente por gas radón. Este elemento gaseoso, perteneciente a la cadena de desintegración del uranio natural se encuentra en todos los ambientes habitados por el hombre.

La División Ambiente y Seguridad del CMFSR efectúa monitoreos sistemáticos en el área del Complejo, los cuales continuarán en durante la ejecución de la Fase I de la Etapa de Remediación.

También se recomienda el monitoreo de material particulado en el aire, para determinar su situación cuando se construyan los diques y se preparen los residuos sólidos para su tratamiento. La frecuencia de la determinación de material particulado será semestral y se tomarán muestras en 3 puntos a definir al momento del muestreo en función de las condiciones climáticas (barlovento y sotavento).

#### 6.3.6 Estrategia de los monitoreos

Todos los monitoreos señalados en el presente PGA deberán llevarse a cabo en forma sistemática, y cumpliendo con todo lo estipulado en los acápites anteriores, según procedimientos que se elaborarán antes de comenzar con cualquier actividad. De todo lo expuesto más arriba se incluirá todo lo que ya no esté presente en el sistema general de monitoreo del CMFSR.



# 7. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

#### 7.1 INTRODUCCIÓN

El presente marco legal e institucional incluye una breve síntesis de la legislación vigente a nivel nacional y de la Provincia de Mendoza, para el emprendimiento de la Etapa de Remediación - Fase I del Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

El derecho ambiental en la República Argentina está disperso en normas de orden nacional, provincial y municipal, como consecuencia de la organización federal prevista en la Constitución Nacional, por la cual las provincias retienen el poder de policía en sus jurisdicciones. Asimismo, existen organismos que se ocupan de la administración del medio ambiente, dejando expresadas las respectivas competencias y el ámbito legislativo que abarca cada uno de esos niveles jurisdiccionales, tanto nacionales como provinciales y/o municipales, que ejercen funciones con relación a los recursos naturales de la región; ya sea en el diseño de políticas y estrategias como a su manejo y preservación.

Por esta razón, en el presente informe se realiza una exposición sistemática de los preceptos de la Constitución Nacional y de la Constitución de la Provincia de Mendoza que declaran derechos concernientes a la protección del medio ambiente, como así también una síntesis de la normativa vigente, y sus pertinentes autoridades de aplicación, de orden nacional y de la Provincia de Mendoza, cuyas disposiciones regulan la protección del medio ambiente en general y de los recursos naturales en particular, a fin de prevenir y/o disminuir efectos negativos que en general ocasiona la actividad antrópica, y aquellas relacionadas con la protección psicofísica de los trabajadores.

En este caso particular, se hace hincapié en la normativa que regula la actividad minera y la que rige al sector de energía atómica en nuestro país.

#### 7.2 LEGISLACIÓN NACIONAL

La Constitución Nacional, en su reforma del año 1994 incluye taxativamente (Artículos 41 y 43) el derecho de todos los habitantes de la República Argentina a gozar de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras.

Esta declaración de derechos está complementada por leyes específicas que crean un marco para el desarrollo de distintas actividades en forma sustentable.

# 7.2.1 Ley General del Ambiente

La Ley N° 25.675, denominada Ley General del Ambiente y el Decreto N° 2.413/02 de aprobación parcial, establecen los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Asimismo, la citada norma es de carácter público y de cumplimiento obligatorio en el territorio de la República Argentina.

En su Artículo 4°, esta norma declara al ambiente como bien protegido y establece los Principios de la política ambiental, como sigue:





Principio de congruencia: la legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la presente ley; en caso que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga.

**Principio de prevención:** las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir

**Principio precautorio:** cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente.

**Principio de equidad intergeneracional:** los responsables de la protección ambiental deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.

**Principio de progresividad:** los objetivos ambientales deberán ser logrados en forma gradual, a través de metas interinas y finales, proyectadas en un cronograma temporal que facilite la adecuación correspondiente a las actividades relacionadas con esos objetivos.

**Principio de responsabilidad:** el generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

**Principio de subsidiariedad:** el Estado Nacional, a través de las distintas instancias de la administración pública, tiene la obligación de colaborar y, de ser necesario, participar en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.

**Principio de sustentabilidad:** el desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.

**Principio de solidaridad:** la Nación y los Estados provinciales serán responsables de la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar, así como de la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.

**Principio de cooperación:** los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos serán utilizados en forma equitativa y racional. El tratamiento y mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos serán desarrollados en forma conjunta.

#### Además:

- establece la competencia judicial en asuntos ambientales, los instrumentos de política y gestión;
- expresa la necesidad de un ordenamiento ambiental, así como de la educación, información y participación ciudadana;
- establece el requerimiento de realizar la Evaluación de impacto ambiental, previo a cualquier nuevo emprendimiento;
- · requiere la implementación de un Seguro ambiental y fondo de restauración;
- crea el Sistema Federal Ambiental;
- prevé la ratificación de acuerdos federales por parte de las provincias;
- · prevé la autogestión de las provincias en asuntos ambientales;
- expresa el concepto de daño ambiental y la necesidad de crear un Fondo de compensación ambiental.



#### 7.2.2 Legislación Minera

La ley fundamental que regula la actividad minera en Argentina es la Ley Nº 1.919, Código de Minería de la Nación, el cual en su Título Undécimo (Artículos 205 al 212) trata de los minerales nucleares. En particular, el Artículo 211 establece: "La COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA queda facultada a decidir la explotación o pase a reserva de los siguientes yacimientos nucleares registrados a su nombre: Doctor Bulíes/Los Reyunos (Provincia de Mendoza) y Cerro Solo (Provincia del Chubut)."

La Ley Nº 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera integra el citado Código. Esta ley impone el requerimiento del Informe de Impacto Ambiental previo a cada etapa de desarrollo de un proyecto minero, estableciendo los contenidos mínimos requeridos para cada etapa. También detalla los límites máximos aceptables de distintos parámetros en agua, aire y suelo, para asegurar la calidad ambiental de los mismos.

# 7.2.3 Regulación de la Actividad Nuclear

La Comisión Nacional de Energía Atómica fue creada en el año 1950, mediante el Decreto Nº 10.936, con el objeto de dedicarse al estudio, desarrollo y aplicaciones en todos los aspectos vinculados a la utilización pacífica de la energía nuclear.

Posteriormente, la Ley Nº 14.467 declara de interés nacional la prospección de minerales nucleares y establece el marco organizativo de la CNEA, ratificando los Decretos Nº 22.447/56 y 22.498/56. El Decreto Nº 3.183/77 establece los objetivos y políticas de la República Argentina en el campo nuclear.

El Decreto Nº 1.540/94, dispone la reorganización de la CNEA asignando las funciones de fiscalización y regulación de la actividad nuclear (hasta ese momento a cargo de la citada Comisión) al Ente Nacional Regulador Nuclear (ENREN), entidad autárquica en jurisdicción de la Presidencia de la Nación posteriormente sustituida por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN). Por otro lado, constituye la sociedad Nucleoeléctrica Argentina SA (NASA) para encargarse de la generación nucleoeléctrica vinculada a las centrales nucleares Atucha I y Embalse de Río Tercero y a la construcción, puesta en marcha y operación de la Central Nuclear Atucha II.

El Decreto Nº 674/95 aprueba la nueva estructura organizativa de la CNEA como organismo autárquico dependiente de la Presidencia de la Nación.

La Ley N° 24.804, "Ley Nacional de la Actividad Nuclear", reglamentada por Decreto N° 1.398/98, establece que el Estado Nacional, a través de la Comisión Nacional de Energía Atómica, fijará las políticas y ejercerá las funciones de investigación, desarrollo, regulación y fiscalización de las actividades nucleares en el ámbito del territorio de la República Argentina.

Dispone además la creación de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), como ente autárquico en jurisdicción de la Presidencia de la Nación.

Esta ley establece los instrumentos básicos para la gestión adecuada de los residuos radioactivos que garanticen la protección del medio ambiente, la salud pública y los derechos de la posteridad.

En su Artículo 4° dispone que la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) sea la autoridad de aplicación de la ley.

omolenio Refollado (156)

Además, en su Artículo 11 dispone que el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radioactivos incorpore la recuperación de los sitios afectados por la actividad de extracción, molienda, concentración, tratamiento y elaboración de minerales radioactivos.

Esta ley impone expresamente el sometimiento de los procedimientos de evaluación de impacto ambiental a lo que dispongan las provincias.

El Decreto Nº 20/99 del Poder Ejecutivo Nacional crea la Secretaría de Estado de Tecnología, Ciencia e Innovación Productiva en el ámbito de la Presidencia de la Nación y establece la dependencia de la CNEA y la ARN de la misma.

En 2006, el Decreto N° 1.612/06 del Poder Ejecutivo Nacional aprueba una nueva estructura organizativa para la CNEA como organismo descentralizado en jurisdicción de la Secretaría de Energía dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

En 2009, el Decreto N° 1.760/2009 del Poder Ejecutivo Nacional autoriza la cesión del 20% de las acciones de la empresa Nucleoeléctrica Argentina SA (NASA) a favor de la CNEA.

La Ley Nº 25.018, por su parte, define a la Gestión de Residuos Radioactivos como el "conjunto de actividades necesarias para aislar los residuos radioactivos de la biosfera". Además, en su Artículo 3º define al residuo radioactivo y dispone que la CNEA sea el órgano de aplicación de la ley. En particular, esta norma establece en su Artículo 10º que la CNEA deberá arbitrar todos los medios necesarios, gestiones, financiación etc. para el correcto tratamiento de los residuos radioactivos a través del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radioactivos.

Por otra parte, el Decreto Nº 842/58 del Poder Ejecutivo Nacional reglamenta el uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes en el país.

#### 7.2.4 Otra legislación ambiental nacional

Se integra este plexo normativo con la Ley N° 25.688, denominada Régimen de Gestión Ambiental de Aguas; la Ley N° 13.273, de defensa de la riqueza forestal, modificada por las Leyes N° 14.008, 19.989, 20.531, 21.111, 21.990 y 22.374; y la Ley N° 20.284, que establece las Normas de Calidad de Aire y de los Niveles Máximos de Emisión.

Por su parte, la Ley Nacional N° 24.051/91 y su Decreto Reglamentario N° 831/93 regulan la manipulación, generación y tratamiento, transporte y disposición final de residuos peligrosos en lugares sometidos a la Jurisdicción Nacional. El Decreto N° 831 también establece los valores admisibles de diferentes parámetros para distintos usos de suelos y aguas y para calidad del aire.

# 7.2.5 Preservación del Patrimonio Cultural

En junio de 2003 se sancionó la Ley Nacional Nº 25.743 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico, que sirve como ley marco para las legislaciones provinciales, cuyo articulado se debe adecuar a esta normativa nacional. Reconoce el *dominio* provincial de los bienes arqueológicos y paleontológicos mientras que el Estado Nacional se reserva la *tutela* de los mismos. En el nivel nacional, el órgano de aplicación de la ley es la Secretaría de Cultura de la Nación a través del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Esta ley establece que:

 Forman parte del Patrimonio Arqueológico las cosas muebles e inmuebles o vestigios de cualquier naturaleza que se encuentren en la superficie, subsuelo o sumergidos en aguas jurisdiccionales, que puedan proporcionar información sobre los grupos socioculturales que habitaron el país desde épocas precolombinas hasta épocas históricas recientes.



Forman parte del Patrimonio Paleontológico los organismos o parte de organismos o indicios de la
actividad vital de organismos que vivieron en el pasado geológico y toda concentración natural de
fósiles en un cuerpo de roca o sedimentos expuestos en la superficie o situados en el subsuelo o bajo las aguas jurisdiccionales.

Las obligaciones y plazos que le competen a las empresas que realicen tareas de movimientos de suelos son expuestos en los Artículos 13 y 14. Por su parte, la ley establece penalidades de multa y encarcelamiento para los responsables de delitos de destrucción del patrimonio (Artículos 46 al 49), incluyendo en éstos las acciones derivadas de la mala praxis de los profesionales arqueólogos.

#### 7.3 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

La Constitución de la Provincia de Mendoza, reconoce como ley suprema a la Constitución Nacional, con lo cual expresa implícitamente el reconocimiento de todos los derechos garantizados por ésta a los habitantes de la República, incluyendo el derecho a un ambiente sano. Además, contiene en su Artículo 1°, segundo párrafo, una mención expresa con respecto a la explotación de hidrocarburos líquidos o gaseosos y cualquier otra fuente natural de energía sólida, líquida o gaseosa situada en su suelo o subsuelo, señalando que los mismos pertenecen al dominio imprescriptible, inalienable y exclusivo del Estado Provincial. Señala también que su explotación debe ser preservada para las generaciones actuales y futuras.

## 7.3.1 Ley de Preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente

La Ley Provincial N° 5.961 tiene por objeto la preservación del ambiente en todo el territorio de la Provincia de Mendoza, a los fines de resguardar el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable, siendo sus normas de orden público.

En su Artículo 26, esta ley define la EIA como un procedimiento tendiente a identificar, interpretar y prevenir las consecuencias de los proyectos que puedan afectar el medio ambiente o los recursos de la Provincia de Mendoza.

El Artículo 27 dispone que todos los proyectos de obras en el ámbito de la Provincia de Mendoza deben obtener una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) expedida por el Ministerio de Ambiente, Urbanismo y Vivienda del Gobierno de la Provincia de Mendoza. La misma es expedida por la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia.

A su vez, el Artículo 28 de la citada norma obliga a todos los organismos públicos, centralizados o descentralizados provinciales o municipales a requerir la DIA para cualquier obra o actividad que estos deban autorizar.

El Artículo 29 de la Ley Nº 5.961 establece cuatro etapas para el proceso de la EIA:

- 1) Presentación de la Manifestación General de Impacto Ambiental (MGIA), y en su caso, una Manifestación Específica de Impacto Ambiental, según corresponda a criterio de la Autoridad de Aplicación (Ley N° 7.160, que además le da el carácter de obligatorio al informe sectorial del Departamento General de Irrigación y del Municipio para toda actividad minera).
- 2) Audiencia Pública con convocatoria de los interesados y afectados por el Proyecto.
- 3) Un dictamen técnico.
- 4) Declaración de Impacto Ambiental.

Cabe aclarar que las etapas 3 y 4 pueden llevarse a cabo en forma simultánea.



Ahora bien, a los efectos de obtener la DIA, el proponente de la obra o proyecto deberá presentar ante la Secretaría de Medio Ambiente del Ministerio de Ambiente y Urbanismo, la MGIA conteniendo los requisitos que establezca la reglamentación de la ley.

La autoridad de aplicación de esta ley podrá requerir, cuando las características de las obras o actividades lo hagan necesario y con el objeto de obtener mayores datos y precisiones, una manifestación especifica de impacto ambiental, de conformidad con lo que establezca el reglamento de la norma.

La ley otorga a la MGIA el carácter de declaración jurada y exige que sea suscripta por profesionales idóneos en la materia que comprendan y que estén debidamente habilitados por un registro provincial abierto a esos efectos en la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Mendoza.

La ley dispone además en su Artículo 33 que el Ministerio de Ambiente, Urbanismo y Vivienda y los Municipios pueden establecer un sistema de información pública absolutamente abierto, a fin de dar publicidad a las MGIA que le sean elevadas, como así también las obras públicas, y el dictamen técnico que se produzca durante el procedimiento de evaluación.

Los criterios que la autoridad de aplicación deberá considerar para el análisis de los resultados producidos serán los siguientes:

- 1) El ordenamiento ecológico provincial, con sus subsistemas e interacciones.
- 2) Las disposiciones legales y planes de manejo de las áreas protegidas naturales y urbanas.
- 3) Los criterios ecológicos para la protección de la flora y la fauna, para el aprovechamiento racional de los recursos naturales y para la protección de medio ambiente.
- 4) Las regulaciones sobre ordenamiento territorial y cualesquier otra concerniente a la preservación ambiental.
- 5) Los objetivos de la política ambiental provincial, la cual armonizará las necesidades del desarrollo económico y social, con las del sostenimiento y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Provincia de Mendoza.

El costo de la MGIA será soportado por el proponente. Esta tasa fijada por la autoridad de aplicación, no podrá exceder del costo correspondiente al estudio de factibilidad técnica y económica del mismo.

En su Anexo I, la Ley Nº 5.961 dispone que la exploración y explotación de hidrocarburos y de minerales utilizados en la generación de energía nuclear, en cualquiera de sus formas, deben obtener una DIA

El Decreto Nº 2.109/94 reglamenta la Ley Nº 5.961 en lo que respecta a la elaboración y presentación de la MGIA. Así, establece:

- los contenidos mínimos de una MGIA,
- · los casos en que ésta es requerida,
- los proyectos exceptuados de su elaboración,
- la modalidad del sistema de información pública,
- el contenido mínimo del dictamen técnico,
- el procedimiento de llamado a Audiencia Pública,
- los plazos y procedimientos del proceso de obtención de la DIA.

Además, este decreto, en su Artículo 3º le asigna a la Unidad de Evaluaciones Ambientales:

- el Registro de consultores y Centros de Investigación;
- la categorización de los proyectos presentados;





- la categorización de los proyectos y acciones que se presenten de conformidad al grado de impacto ROTE ambiental;
- la elección del responsable del Dictamen Técnico;
- la evaluación y/o el rechazo del Dictamen Técnico;
- · la requisición de los dictámenes sectoriales conforme al proyecto presentado, y
- · la elaboración de proyectos de resoluciones,

entre otras obligaciones.

La normativa referida a la DIA ha sido reglamentada por las siguientes resoluciones de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Mendoza a saber:

- Resolución Nº 1.218/03, por la cual se crea en el ámbito de la Secretaría de Ambiente la Unidad de Evaluaciones Ambientales.
- Resolución N° 249/96 de Ambiente y Obras Públicas, que le asigna a la Subsecretaría de Ambiente las funciones necesarias para dar cumplimiento a las etapas del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

## Normativa a Nivel Municipal

Por su parte, la Municipalidad de San Rafael, sancionó la Ordenanza N° 6.852 que exceptúa de la presentación de la Manifestación General de Impacto Ambiental en su Jurisdicción a los proyectos enumerados por la Ley N° 5.961 en su anexo, punto 1, incisos 1 a 12, que incluyen:

- Exploración y explotación de hidrocarburos y minerales utilizados en la generación de energía nuclear, en cualquiera de sus formas,
- · Construcción de embalses, presas y diques,
- · Extracción minera a cielo abierto,

los cuales solo deberán presentar la MGIA a nivel provincial.

#### 7.3.2 Legislación minera

La legislación minera en la Provincia de Mendoza incluye las siguientes normas:

- Ley Nº 2.496, promulgada en 1958 como ley de orden público, establece las condiciones de trabajo a las que deben ajustarse los establecimientos mineros de cualquier tipo.
- Ley Nº 3.737, promulgada en 1971, sobre Exenciones impositivas a la actividad minera.
- Ley Nº 3.790, promulgada en 1971, crea la Dirección General de Minería y establece que sus funciones específicas serán el Gobierno, autoridad, administración y fomento de la industria minera en todas sus fases y el poder de Policía Minera en todo el territorio de la provincia.
- Ley Nº 4.054, promulgada en 1974, crea el Consejo Provincial Asesor de Minería el que tiene como finalidad asesorar al Poder Ejecutivo sobre las medidas que estimare convenientes para lograr el desarrollo de la minería de la provincia y para la coordinación de las actividades con ella vinculadas.
- Ley Nº 4.968, promulgada en 1984, crea el Fondo Provincial de Minería, destinado a la promoción del desarrollo integral de la Industria Minera en el territorio de la Provincia.
- Ley Nº 6.090, promulgada en 1993, adhiere a la Ley Nacional Nº 24.196 de Inversiones Mineras.
- Ley Nº 6.091, promulgada en 1993, adhiere en todos sus términos a la Ley Nacional Nº 24.224 de Reordenamiento Minero.
- Ley Nº 6.145, promulgada en 1994, ratifica el Acuerdo Federal Minero y adhiere a la Ley Nacional 24.228.
- Ley Nº 6.654, promulgada en 1999, Ley orgánica del Fuero Minero.





Ley Nº 6.913, promulgada en 2001, Código de Procedimientos Mineros.

 Ley Nº 7.722, promulgada en 2007, prohíbe en el territorio de la Provincia de Mendoza, el uso de sustancias químicas como cianuro, mercurio, ácido sulfúrico, y otras sustancias tóxicas similares en los procesos mineros metalíferos de cateo, prospección, exploración, explotación y/o industrialización de minerales metalíferos obtenidos a través de cualquier método extractivo.

Decreto Nº 820 (2006) fue creado para compatibilizar el procedimiento de impacto ambiental aplicado en la Provincia de Mendoza, y sujeto a las normas de presupuestos mínimos (Ley Nacional Nº 25.675), con las normas sancionadas por el Código de Minería de la Nación en el título complementario sobre la protección ambiental para la actividad minera (Ley Nº 25585).

## 7.3.3 Normativa referida a la energía nuclear

Las leyes provinciales referidas al ciclo del combustible nuclear son:

 Ley Nº 4.192, de 1977, constituye la sociedad del estado "Nuclear Mendoza, SE", con el objeto principal de participar en el desarrollo de procesos y la producción de bienes y servicios de alto nivel tecnológico de interés específico para el cumplimiento del Plan Nuclear Argentino.

• Ley Nº 5.330, 1987, sobre "Prospección, Exploración, Cateo y Explotación de Yacimientos y Minerales Nucleares". Contiene los convenios entre la CNEA y la Provincia de Mendoza: Convenio del 15/10/87 y complementario del 06/01/93 mediante el cual se crea un ente de contralor de las actividades minero-fabriles uraníferas que dependen de la provincia, con participación del Departamento de San Rafael (Municipalidad), la Universidad de Cuyo (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria) la Comisión Nacional de Energía Atómica (CMSRF) y Autoridad Regulatoria Nuclear.

• Ley Nº 6.207, de 1995, prohíbe la construcción de repositorios o depósitos para el almacenamiento de desechos radiactivos, en todo el territorio de la Provincia de Mendoza. Esta Ley exceptúa, sin embargo, a los repositorios y depósitos de almacenamiento necesarios para la gestión exclusiva de los residuos producidos por las instalaciones que operen en la provincia, y que devengan de la extracción del mineral para su tratamiento primario; los que deberán contar previamente con licencia de operación otorgada por la Comisión Internacional de Control y Seguridad Radiológica y Nuclear, y la correspondiente Evaluación de Impacto Ambiental, sin perjuicio de la autorización de las demás autoridades competentes que corresponda.

Las siguientes resoluciones son específicas al funcionamiento del Complejo Minero Fabril San Rafael:

- Resolución Nº 1.826/1998 del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, autoriza el ingreso de 1.538 tambores de Residuos Sólidos (RS) y su equivalente en RTD (residuos de tierras diatomeas).
- Resolución Nº 627/00, del Departamento General de Irrigación, acepta como parte integrante del tratamiento de efluentes, el reuso ordenado en el suelo, con tratamiento complementario en tierra e implantación de cultivos de uso restringido.
- Resolución N° 1.135/01de la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental, del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, requiriere a la CNEA la presentación ante la Subsecretaría de Medio Ambiente, un plan de actividades y cronograma de tareas destinados a la confección de un análisis de riesgo ambiental por los pasivos existentes en el complejo.
- Resolución N° 850/02 del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, acepta provisoriamente el informe de Pasivos Ambientales Generados por las Actividades del CMFSR presentado por el Jefe de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares de la CNEA, ante las Autoridades de la Subsecretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Mendoza.
- Resolución Nº 1.779/04 del Mº de Ambiente y Obras Públicas, rechaza el traslado al Complejo Minero Fabril San Rafael de la planta de producción de dióxido de uranio que opera la Empresa Dioxitek Sociedad Anónima en la Ciudad de Córdoba y establece que antes de realizar otras acciones en el CMFSR, la CNEA deberá realizar las acciones necesarias para comenzar con la solución de la problemática ambiental presentada por la presencia de agua de canteras y de los tambores conteniendo residuos sólidos.





Resolución Nº 677/06, del Departamento General de Irrigación, exige el cese inmediato en la utilización de los diques que no cuenten con un revestimiento inferior o bien el mismo se encuentre en estado de obsolescencia; presta conformidad al proyecto de gestión de residuos líquidos (AC) que incluye el reacondicionamiento de los diques y autoriza el riego del Área de Cultivos Restringidos Especiales con agua tratada.

 Resolución Nº 794/07, del Departamento General de Irrigación, autoriza a la CNEA, a ejecutar los trabajos de reacondicionamiento e impermeabilización de los diques identificados como DN-8 y

DN-9.

Resolución Nº 1.193/07, del Departamento General de Irrigación, autoriza con carácter de excepcionalidad el trasvase de líquidos conformados por agua de canteras y líquidos de Planta al Sector de Diques de Evaporación, condicionado al previo tratamiento de los mismos.

 Resolución Nº 1.282/07, de la Honorable Cámara de Diputados, expresa que los Diputados de la Provincia de Mendoza "verían con agrado que la CNEA, procediera a remediar sin excusas, los pa-

sivos de uranio de Sierra Pintada".

Resolución Nº 1.284/07, del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, autoriza a la Comisión Nacional de Energía Atómica a ejecutar los trabajos de reacondicionamiento e impermeabilización de los Diques DN- 8 y DN- 9 del Complejo Minero Fabril San Rafael.

 Resolución Nº 233/08 de la Secretaría de Medio Ambiente, exige que la CNEA y los organismos provinciales y municipales pertinentes arbitren todas las medidas para que se actúe con celeridad

en la recomposición de los pasivos existentes en el CMFSR.

Resolución Nº 72/09, de la Dirección de Hidráulica, otorga el permiso para la extracción de material aluvional (arenas y gravas) de dos sectores colindantes al Arroyo El Tigre dentro de los límites del predio del Complejo Minero Fabril San Rafael.

 Resolución Nº 138/10, de la Dirección de Minería, resuelve que todas las presentaciones referidas a trámites de la actividad minera, incluidas las presentaciones ambientales se deberán realizar con carácter de obligatoriedad, ante la Escribanía de Minas de la Dirección de Minería.

## 7.3.4 Otra Normativa Ambiental Provincial

#### Aguas

La Ley Provincial N° 322 "Ley General de Agua" establece en 1905 los parámetros fundamentales para la utilización del recurso. Entre ellos designa al Departamento General de Irrigación como autoridad de aplicación y policía del uso del agua en la Provincia de Mendoza y, en lo referente al aprovechamiento de las aguas públicas, dispone el siguiente orden de prioridades: 1) abastecimiento humano, 2) riego, 3) industria, 4) estanques para viveros o criaderos de peces.

La Ley Nº 6.044 de aprovechamiento integral, racional y eficiente del recurso hídrico, es la base sobre la cual el Gobierno de la Provincia de Mendoza legisló posteriormente el uso y el aprovechamiento integral del agua. Esta ley introduce los principios de eficiencia y costos de oportunidad en el uso del recurso. Como organismo y autoridad de aplicación, se da al Departamento General de Irrigación el carácter de organismo autárquico con amplias facultades de control, aplicación de sanciones y sanción de resoluciones de aplicación para todos los usuarios de aguas superficiales o subterráneas.

La Resolución N° 778/96 y modificatorias N° 627/00 y N° 647/00 del Departamento General de Irrigación, regulan todas las actividades que puedan afectar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en el territorio de la Provincia de Mendoza.

El Artículo 8° de la Resolución Nº 778/96, establece que se requiere la DIA para pedir permisos o concesiones de uso de aguas públicas.





El Artículo 14 prohíbe en forma expresa el vertido de sustancias o efluentes líquidos o sólidos, a piletas naturales o artificiales de infiltración y/o evaporación, pozos absorbentes, cavados, perforados, sumideros, inyectores o de otra especie que de algún modo puedan estar vinculados a acuíferos libres o confinados. Estos vertidos solo podrán ser autorizados en forma previa y expresa por el DGI mediante la solicitud de permiso de vertido.

Esta resolución en su Anexo II, Grupo Dos categoriza a los establecimientos que manipulan u operan elementos o sustancias de características tóxicas o peligrosas cuya influencia en el dominio público hidráulico a través de sus vertidos puedan alterar su calidad. Entre ellos incluye a los *emprendimientos que realicen la exploración, explotación e industrialización de hidrocarburos y minerales en general*.

La Resolución N° 647/00, establece valores límite máximo tolerado y/o recomendado para distintos elementos en agua, entre ellos el mineral uranio.

#### Aire

En cuanto al criterio de evaluación con respecto al Aire, es de aplicación la Ley Nº 5.100 que adhiere al régimen de la Ley Nacional N° 20.284, que preserva el recurso del aire puro. Esta norma señala como autoridad de aplicación en su Artículo 4° a los Municipios donde se ejecute el proyecto.

#### Residuos

La gestión de residuos está regulada a nivel provincial por la Ley Nº 5.970, que prohíbe el vuelco o enterramiento de los mismos en cauces de riego o acuíferos.

#### Información

La Ley Provincial N° 5.711 dispone que la Provincia de Mendoza deberá difundir los niveles de contaminación ambiental de cualquier índole.

#### 7.3.5 Preservación del Patrimonio Cultural

La Ley Provincial Nº 6.034 (modificada por las Leyes Nº 6.133 y 6.914, en lo que se refiere al registro de bienes del Patrimonio Cultural y a la Autoridad de Aplicación) declara de interés provincial la protección, conservación, restauración y acrecentamiento de bienes del patrimonio cultural de Mendoza.

Esta ley establece que "todos los bienes que integran el patrimonio cultural de la provincia, por su valor documental y cronológico, deberán ser conservados como testimonio para el conocimiento y desarrollo cultural" y que el Consejo Provincial del Patrimonio Cultural de la Provincia de Mendoza, debe emitir dictamen, en todos los casos, sobre las solicitudes de registro de bienes del patrimonio cultural de la Provincia de Mendoza, las que deberán reunir los antecedentes determinados por la misma ley.

También establece que los hallazgos fortuitos de bienes que presuntamente sean significativos para el patrimonio cultural de la provincia, producidos en el marco de la ejecución de obras públicas y privadas, deberán ser denunciados inmediatamente a la autoridad de aplicación quien determinara el procedimiento a seguir. La autoridad de aplicación de esta Ley en todo el territorio provincial, el Ministerio de Cultura, Ciencia y Tecnología de la provincia del cual depende el Consejo Provincial del Patrimonio Cultural de la Provincia de Mendoza.





Finalmente, establece el régimen sancionatorio para las personas de existencia visible (o los responsables legales de las de existencia ideal) que infrinjan la presente ley.

## 7.4 NORMATIVA SOBRE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO

La siguiente normativa regula las condiciones de Higiene y Seguridad en el Área de Trabajo:

- Ley Nº 19.587/72 de Higiene y Seguridad en el trabajo, reglamentada por el Decreto Nº 351/89, modificado por los Decretos Nº 1.338/96 y 1.057/03 y la Resolución Nº 295/03, publicada en el Boletín Oficial como número 30.282 el 21/11/2003.
- Ley Nº 24.557 de Riesgos de Trabajo y su Decreto Reglamentario Nº 170/96.
- Decreto Nº 911/96 que establece todas las consideraciones técnicas aplicables en la construcción.
- Ley Nº 24.051 de gestión de residuos peligrosos y su Decreto Reglamentario Nº 831/93.
- Decreto Nº 249/07 Reglamento de higiene y seguridad para la actividad minera.



# 8. BIBLIOGRAFÍA

#### 8.1 INFORMES INTERNOS DE CNEA

#### Anexo 1

Cobo, J. 2002. Análisis de muestreo geoquímico en A° El Tigre y sus afluentes como información de base pre operacional. CNEA

#### Anexo 2

Roldán, R. A. y Diéguez, S. 2011. INF-PMP-CMFSR-C-001: "Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C"". CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas, CMFSR.

#### Anexo 8

Perrino, J.; Asenjo, A. y Grüner, R. 2004. INF-UEP-028-04: "Alternativas de tratamiento del agua de cantera del CMFSR", CNEA, GT y MA - PNGRR - Unidad Ejecutora PRAMU.

#### Anexo 11

- Asenjo, A. 2005. INF-UEP-031-04: "Construcción de Diques DN8-DN9 y DN5", CNEA, GT y MA-PNGRR Unidad Ejecutora PRAMU.
- Asenjo, A. y Perrino, J. 2005 (a). INF-UEP-033-04: "Gestión de agua de cantera del Complejo Minero Fabril San Rafael Metodología y Evaluación de Impacto Ambiental de las Actividades", CNEA, GT y MA PNGRR Unidad Ejecutora PRAMU.
- Asenjo, A. y Perrino, J. 2005 (c). INF-UEP-040-05: "Construcción de Diques DN8-DN9 y DN5. Información Adicional: Base de los Diques", CNEA, GT y MA PNGRR Unidad Ejecutora PRAMU.
- Asenjo, A. y Perrino, J. 2005(b). INF-UEP-034-05: "Tratamiento de Residuos Sólidos del C.M.F.S.R. Metodología y Evaluación del Impacto Ambiental de las actividades", CNEA.
- Bonetto, J. P. 2005. INF UEP-032-04: "Impacto del vertido de agua de cantera en la vegetación y suelo del área de gestión" CNEA, Departamento de Producción de Uranio
- Colombo, M. 2011 (a). ESP-PMP-DPTU-096: "Material cañería de PEAD", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas Departamento Tecnología de Producción de Uranio.
- Colombo, M. 2011 (b). ESP-PMP-DPTU-097: "Soldadura de cañerías PEAD", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas Departamento Tecnología de Producción de Uranio.
- Colombo, M. y Zelechower, G. 2009. ET-PMP-DTPU-105: "Dispositivo de Apertura Segura de Tambores de Residuos Sólidos", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas.
- Grüner, R. y Fraga L. 2006. INF-IP-125/05: "Manifestación General de Impacto Ambiental, Gestión de residuos sólidos y agua de cantera en el CMFSR." UAAU, CNEA.
- Heffner, Y. 2007. NT-DTPU-061-07: "Tratamiento de agua de cantera CMFSR. Precipitación de Ra y As", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas Departamento Tecnología de Producción de Uranio.
- Liseno, A. 2005. INF-UEP-043-05 "Construcción dique DN8-DN9- Información Adicional Materiales de aporte", CNEA.
- López, J. 2011 (a). ESP-PMP-DPTU-100: "Instalación de cañerías de agua de cantera CMFSR Aseguramiento de la Calidad", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas Departamento Tecnología de Producción de Uranio.





- López, J. 2011 (b). ESP-PMP-DPTU-101: "Instalación de cañerías de tratamiento de agua de cantera CMFSR Requisitos de Higiene, Seguridad en el Trabajo y Ambiente", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas Departamento Tecnología de Producción de Uranio.
- Membrives, E. 2009. MD-30MP-001: "Construcción Diques DN5 y DN8-9 del CMFSR", CNEA, Gerencia de Producción de Materias Primas.
- Membrives, E. y Cervera, R. 2007. INS-DTPU-044/07: "Estabilización mecánica de precipitados en el área de diques CMFSR", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas Departamento Tecnología de Producción de Uranio.
- Membrives, 2006. INF-IP-130-16: "Gestión Final de Colas de Mineral en Disposición Transitoria". CNEA, Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares
- Meza, J.C. 2003. INF-UEP-018-03: "Campo Natural de Derrame para Evaporación Infiltración: Geología e Hidrología". CNEA, Unidad Ejecutora PRAMU.
- Piastrellini, A.; Ramírez Santis, J. y Coria, G. 2009. INF-30MP-007: "Construcción de cañería de conducción de agua de cantera", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas CMFSR
- Ramírez Santis, J.; Coria, G. y Tagliani, M. 2010. INF-PMP-CMFSR-P-008: "Gestión de residuos sólidos (RS) y agua de cantera en la planta de concentración del CMFSR".
- Ramírez Santis, J. y Piastrellini, A. 2009. INF-30MP-006.R1: "Consideraciones de seguridad radiológica y convencional proyectos: "Impermeabilización Dique DN3B", "Gestión del Dique DN1", "Estabilización Diques DN2 y DN3A"", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas CMFSR
- Zelechower, G. 2011. INS-PMP-DPTU-060: "Tendido de cañerías de PVC, PRFV y PEAD", CNEA, Gerencia Producción de Materias Primas Departamento Tecnología de Producción de Uranio.

# 8.2 OTRA BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Aramayo, S. A. 1993. Vertebrados Paleozoicos. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza). Geología y Recursos Naturales de Mendoza. V.A. Ramos (Ed), Relatorio, II (8): 303-307
- Barnekow, A.; Neudert, A. y Hoepfner, U. 2005. "Re-contouring and final covering of Trünzig and Culmitzsch tailings ponds at Wismut" IAEA-TecDoc-1463: Recent developments in uranium exploration, production and environmental issues Proceedings of a technical meeting organized by the IAEA) in cooperation with the OECD Nuclear Energy Agency and DIAMO State Owned Enterprise, Straz, Czech Republic, 6–8 September 2004, p. 33.
- Bastías, H.; Tello, G.; Perucca, L. y Paredes, J. 1993. "Peligro Sísmico y Neo tectónica", Relatorio del XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Geología y Recursos Naturales de Mendoza Ramos, V. A. (Ed.), VI (1): 645-658.
- Biurrun, E. 2002. "Study of Environmental Impact Assessment for the San Rafael Mining and Industrial Complex Final Report".
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Editorial Acme.
- CNEA. 2006. Complejo Minero Fabril San Rafael "Manifestación General de Impacto Ambiental Gestión de Residuos en Disposición Transitoria".
- CNEA. 2006-11. Datos Meteorológicos de la Estación Meteorológica Pilas (CMFSR).
- Conesa Fernández-Vítora, V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.
- Costa, C. y Cisneros, H. 2002. "Revisión de la información geológica estructural del área del CMFSR", Grupo de Investigaciones Geológicas Aplicadas, Universidad Nacional de San Luis.
- Chébez, J. C. 1994. Los que se van. Especies argentinas en peligro. Editorial Albatros, Buenos Aires.
- DBE Technology.1994. Evaluación de Impacto Ambiental Preliminar, CMFSR.
- Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa (DINIECE), 2004. Mapa Educativo Nacional. http://www.mapaeducativo.edu.ar
- Donati, B. y Gallucci, A. R. 1984. OIEA TEC-DOC 370: "Trabajo de Investigación sobre Migración de Ra 226 y Uranio Natural desde el Complejo Minero Fabril hacia el Medio Ambiente. Complejo Minero Fabril San Rafael. Provincia de Mendoza." CNEA. Dirección de Suministros Nucleares, Gerencia Producción de Materias Primas. Contrato OIEA-CNEA N° 3123/RB



#### CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1





Espejo, I. S. 1990. "Análisis estratigráfico, paleo ambiental y de proveniencia de la Formación El Imperial, en los alrededores de los ríos Diamante y Atuel (Provincia de Mendoza)". Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Tesis Doctoral (inédita), Buenos Aires.

Frau, C. D. 2009. "Sismicidad Regional Estudios de riesgo sísmico y el fallamiento local." Actas I Jornadas Internacionales sobre Gestión de Riesgos de Desastres - Centro Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Construcción, Sismología e Ingeniería Antisísmica [CeReDeTeC] Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza.

FUCEMA - SAREM - AOP - Parques Nacionales. 1997. Libro Rojo de Mamíferos y aves amenazados de la Argentina.

Fundación Vida Silvestre Argentina. Boletines 1990-2000.

Gallardo, J. M. 1987. Anfibios Argentinos. Biblioteca Mosaico, Buenos Aires, Argentina.

González Díaz, E. F. 1972. "Descripción geológica de la Hoja 27d San Rafael, Provincia de Mendoza." Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 132: 1-127.

IAEA, 2000. "The uramium production cycle and the environment", Proceedings: pp. 325.

IAEA, 2004. "Treatment of liquid effluent from uranium mines and mills", TECDOC-1419: pp.133.

ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 1991. Censo Nacional de Población, hogares y viviendas 1991.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 2001. Censo Nacional de Población, hogares y viviendas 2001.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 2002. Encuesta Nacional Agropecuaria 2001.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 2005. Encuesta Nacional de Pueblos Indígenas.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 2011. Encuesta de Ocupación Hotelera 2011

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 2012. Censo Nacional de Población, hogares y viviendas 2010. Resultados provisionales.

Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). 1978. Estudio de zonificación sísmica de la República Argentina.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1990. Atlas de Suelos Argentinos.

Japas, M.S.; J.A. Salvarredi y L.E. Kleiman. 2008. Control estructural en la distribución de las mineralizaciones de uranio del ciclo Choiyoi, bloque de San Rafael, Mendoza. Rev. Asoc. Geol. Argent. vol. 63 no. 2 Buenos Aires.

Kleiman, L. E. 1993. "El volcanismo permo-triásico y triásico del Bloque de San Rafael (Provincia de Mendoza): su potencial uranífero." Actas del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza. 5: 284-293,

Kleiman, L. E. y Salvarredi, J. A. 1999. "Triassic bimodal volcanism in the San Rafael Massif, Mendoza: The Puesto Viejo Formation." Actas del 14° Congreso Geológico Argentino (Salta), 1: 101.

Mazzoni, M. M. y Meza, J. C. 1997. "Sedimentología de debritas volcanoclásticas en la Formación Yacimiento los Reyunos (Pérmico). Sierra Pintada de San Rafael, Mendoza." Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología 4(2): 59-77.

Ministerio de Educación de la Nación, Programa Nacional Mapa Educativo: Riesgo sísmico. http://www.mapaeducativo.edu.ar

Ministerio de Salud de la Provincia de Mendoza. 2011. Centros de Salud de San Rafael. Página oficial: http://www.salud.mendoza.gov.ar

Nascimento, M. et al. 2004. "Recovery of uranium from acid mine drainage waters by ion exchange." Mineral Processing & Extractive Metall. Rev., 25: 1-14.

Norte, F. A. 1988. Características del viento Zonda en la Región de Cuyo. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.

Orlog, Ch. 1984. Las Aves Argentinas: una nueva guía de campo. Administración de Parques Nacionales, Argentina. Incafo, S. A., Madrid, España.

Orlog, Ch. C. y Lucero, M. M. 1981. Guía de los Mamíferos Argentinos. Fundación Miguel Lillo. 151 pp, Tucumán, Argentina.





Poblete, M.A. 1994 "Análisis Preliminar de Antecedentes Hidrológicos – Sierra Pintada". Documento interno CRAS DI-232\_San Juan.

Polanski, J. 1954. "Rasgos geomorfológicos del territorio de la Provincia de Mendoza." Cuaderno de investigaciones y estudios 4: 4-10. Ministerio Economía, Instituto Investigaciones Económicas y Tecnológicas, Mendoza.

Prohaska, F. 1976. "The Climate of Argentina, Paraguay and Uruguay." World Survey of Climatology, Vol. 12: Climates of Central and South America. Ed. Elsevier.

Ramos, V. A. 1999. Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino. Anales del Instituto de Geología y Recursos Minerales Geología Argentina. 29 (3): 41 - 96, Buenos Aires.

Rodríguez, E. J. y Valdiviezo, A. 1970. "Informe sobre los resultados de la investigación geológica semiregional (perfiles y plano geológico) en el área de las manifestaciones nucleares de Sierra Pintada." CNEA (informe inédito), 44 p., Buenos Aires.

Salvarredi, J. A. 1999. "Yacimiento Dr. Baulíes y otros depósitos del distrito uranífero Sierra Pintada, Mendoza." Recursos minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 895-906, Zappettini, E. (ed.). Buenos Aires.

Salvioli, G.; Ferrés, C.; Zambrano, J. y Victoria J. 1984. CRAS: Documento Nº 0-91: "Estudio Hidrogeológico Expeditivo en el Área del Yacimiento Sierra Pintada de la CNEA."

Santomero, A. 1978. "Informe Prospección geoquímica estratégica en el distrito uranífero Sierra Pintada."

Scollo, L. 2006. "Energía solar: aprovechamiento mediante concentrador y ciclo Stirling para producir electricidad. Estudio de disponibilidad del recurso solar en la provincia de Mendoza." Grupo Energía Solar Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Cuyo http://old.fing.uncu.edu.ar/energiasolar/recursolar.pdf

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación, Gobierno de Mendoza, Departamento General de Irrigación. 2008. "Plan Director del Río Diamante." Proyecto PNUD/FAO/ARG/ 00/008.

Secretaría de Minería. Sitio web oficial: http://www.mineria.gov.ar

Servicio Meteorológico Nacional. 1956-2000. Datos de la Estación San Rafael Aero.

Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Períodos 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000. Climatológicas de la República Argentina.

Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP). 2012. Sitio web oficial: www2.medioambiente.gov.ar/-sifap/

Subsecretaría de Recursos Hídricos. Sitio web oficial: http://www.hidricosargentina.gov.ar

Tomellini, G.; Donatti, B.; Luconi, O.; Parera, F. y Carrión, R. 1995. "Contenidos de Uranio natural y Radio-226 en Aguas de Mendoza", Mendoza Ambiental, E. Martínez Carretero y A. D. Dalmasso Eds. Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda, Provincia de Mendoza.

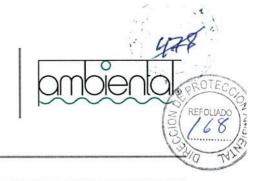
Torres, E. y Zambrano, J. "Hidrogeología de la Provincia de Mendoza", Catálogo de Recursos Humanos e Información relacionada con la temática ambiental en la Región Andina Argentina. http://www.cricyt.edu.ar

U.S. Energy Information Administration. 1994. Decommissioning of Conventional Uranium Production Facilities.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA): "Radionuclides in drinking water", http://water.epa.gov/-lawsregs/rulesregs/sdwa/radionuclides/index.cfm

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda - Grupo de Apoyo Tecnológico a la Industria - Departamento de Ingeniería Química. 2004. Evaluación de Impacto Ambiental "Remediación y Rehabilitación Sincrónica del Complejo Minero Industrial San Rafael e Integración de la Planta de Producción de Dióxido de Uranio".

Yujnovsky, O. 1984. Claves políticas del problema habitacional argentino 1955-1981. Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires, Argentina.



#### GLOSARIO

Accidente: acontecimiento imprevisto que provoca daños a una instalación o una perturbación para su buena marcha y que puede implicar, para una o más personas, recibir una dosis superior a los límites establecidos. (Véase incidente).

Acción: cualquier política, programa, plan o proyecto que pudiese afectar al ambiente.

Actividad: magnitud física que mide el número de transformaciones espontáneas (ver radiactividad) ocurridas en una sustancia por unidad de tiempo. La unidad de medición de la actividad de un compuesto radioactivo es el Becquerel (Bq), anteriormente se medía en Curie (Ci).

Acuífero: formación geológica subterránea capaz de contener y transmitir agua en grandes cantidades y en forma continua.

Andesita: roca volcánica, de grano fino.

Anión: ión con carga eléctrica negativa, es decir, que ha ganado electrones.

Anisotropía: característica de aquellos materiales cuyas propiedades físicas varían dependiendo de la dirección en que se miden. Se debe a la estructura interna irregular de estos materiales; lo contrario es la isotropía.

Anticlinal: se denomina a un pliegue de la corteza terrestre en forma de lomo, cuyos flancos se inclinan en sentidos opuestos.

**Antrópica/o:** el adjetivo puede referirse a lo relativo (por estar asociado, influido, ser perteneciente o incluso contemporáneo) al hombre, entendido como *especie humana* o *ser humano*.

Arcillita: roca sedimentaria de origen detrítico. Es una roca compacta, que está formada por partículas del tamaño de la arcilla.

Ataguías: elementos que se usan para encauzar flujos de agua. Su uso es común cuando se realizan obras en cauces de ríos en los cuales es necesario manejar el caudal remanente del mismo. Generalmente se trata de pequeñas presas de tierra confinadas con algún tipo de encofrado y con alma de un material impermeable.

Batch: ciclo de procesamiento o de producción. También puede referirse a la producción generada en un ciclo.

Barra de combustible: combustible nuclear dispuesto en forma de barra, formado por pastillas de combustible contenidas en una vaina tubular metálica.

Basáltica: roca ígnea extrusiva, puede presentarse vítrea o de grano fino.

Basculamiento: inclinación de un bloque geológico.

**Becquerel:** unidad de actividad; es la actividad de una cierta cantidad de material radiactivo que sufre una desintegración atómica espontánea cada segundo.



**Biocida:** sustancia química capaz de exterminar la vida totalmente, puede ser *bactericida*, *fungicida*, *herbicida*, *insecticida*, *plaguicida*, etc.

Biodegradable: sustancia que se descompone a través de la actividad biológica.

**Bioma:** conjunto de comunidades de seres vivos que se extiende a lo largo de una gran área geográfica, caracterizada por el clima y otros factores.

**Bulto:** embalaje con su contenido radiactivo tal como se presenta para su transporte o almacenamiento. Es un término muy amplio que no predefine si se trata de bidones, contenedores, etc. por lo que se usa ampliamente como término general.

Buzamiento: ángulo de inclinación que presentan las capas o estructuras en perfiles geológicos.

Cadena de desintegración: serie de radionucleidos en la que cada miembro se transforma en el siguiente mediante desintegración radiactiva, hasta llegar finalmente a un núcleo estable.

Calicata: trinchera o pique abierto para estudiar en forma detallada el perfil de un suelo o de una formación superficial.

Cárcavas: agrietamiento producido por la erosión de las lluvias, generalmente en terrenos arcillosos o poco consolidados.

Catión: ion con carga positiva.

Central nuclear: planta de producción de energía eléctrica que utiliza un reactor nuclear como fuente de energía.

Ciclo del combustible nuclear: conjunto de operaciones industriales a las que se someten los materiales fisionables para su aprovechamiento en un reactor nuclear. Comprende desde las etapas de minería hasta las de gestión del combustible irradiado.

**Colas:** material resultante de procesos de lixiviación y concentración de minerales que contiene muy poco metal valioso. Pueden ser nuevamente tratadas o desechadas.

**Colmatación:** relleno de una depresión con depósitos limosos. Por extensión, relleno de las fisuras de una roca compacta por depósitos finos.

Conservación: protección y administración de los recursos naturales (suelo, agua, vida silvestre) en forma continua, con el fin de asegurar la obtención de óptimos beneficios, sociales, económicos, culturales y desarrollo futuro.

**Contención:** un dique, muro o borde alrededor de un tanque o recipiente, empleado para impedir que los contenidos de un derrame salgan de la zona de operación o almacenamiento.

Contaminación radiactiva: presencia indeseable de sustancias radiactivas en seres vivos, objetos o en el medio ambiente. Se habla descontaminación superficial (si afecta a la superficie de los objetos), contaminación externa (piel de las personas) o contaminación interna (órganos internos de personas).

Debritas: formaciones que contienen generalmente abundante material grueso.

Derrubio: tierra que se cae o desmorona.

ambiento PROTECCIONAME

Detrítico: en geología, material suelto o sedimentos.

Diaclasa: fractura o juntura que aparece en el cuerpo de una roca.

Diaclasada/o: fracturado.

Diagénesis: conjunto de fenómenos que actúan en el proceso de formación de las rocas, desde el inicio de su depósito.

Diagenizada: depósito de sedimentos que han sido transformados en otra roca.

Diamantina: sistema de perforación y muestreo.

Diatomeas: clase de algas unicelulares microscópicas.

Dosis: medida de la radiación recibida por un cuerpo.

Ecotono: zona fronteriza entre dos medios naturales diferentes.

Emisión: descarga gaseosa que se incorpora a la atmósfera.

Empobrecido: material en el que la abundancia isotópica del nucleído que se considera de interés es inferior a la natural.

Erosión: proceso de remoción, transporte y redisposición de materiales del suelo superficial. Puede ser causada por efecto del agua, el viento, la gravedad o el hielo.

Escape: cualquier descarga no controlada de una sustancia al ambiente. Un escape puede ser un derrame, una descarga de aguas residuales o una emisión de gases por una chimenea.

Escorrentía: la escorrentía superficial es la parte de la precipitación que no se infiltra y que, consecuentemente, escurre por la superficie.

Escurrimiento: aguas pluviales o nieve derretida que salen de un área.

Esquisto: roca metamórfica foliada con minerales visibles a simple vista.

Evapotranspiración: pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

Extrusor: máquina para dar forma a una masa metálica, plástica, etc., haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta.

Fondo radiactivo natural: conjunto de radiaciones ionizantes que existen en el ambiente de forma natural y que provienen de fuentes cósmicas o radiactivas terrestres.

Heliofanía: representa la duración del brillo solar u horas de sol. El instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa.

Ignimbrita: es una roca ígnea y de depósito volcánico.

Impacto Ambiental: cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, los productos o los servicios de una organización.



Impacto Irreversible: es un cambio ambiental que persiste por largo período de tiempo y es resistente a la corrección.

**Incidente:** acontecimiento imprevisto que implica proximidad a la situación de accidente y que tiene escasa trascendencia, si tiene alguna, fuera del emplazamiento de la instalación. (Véase "Accidente").

Inclinación: ángulo de la perforación respecto a la horizontal.

lon: átomo o grupo de átomos que, por pérdida o ganancia de uno o más electrones, ha adquirido carga eléctrica.

Iónico: material formado por, o que contiene, iones.

**Isótopo:** átomos de un mismo elemento químico, que difieren entre sí en el número de neutrones en su núcleo.

Ley: contenido del elemento valioso en un mineral.

**Limolita:** roca sedimentaria detrítica caracterizada por componentes varios de grano fino (entre 0,01 y 0,001 mm de diámetro), como arcillas y limos, por ejemplo.

Lutita: roca sedimentaria laminada con granos del tamaño de la arcilla.

Material radiactivo: cualquier material que contiene sustancias que emiten radiaciones ionizantes. Según esta definición toda sustancia, incluido el ser humano, es material radiactivo ya que toda sustancia existente contiene isótopos radiactivos. Ello no quiere decir que la existencia de esta radiactividad requiera la adopción de algún tipo de medidas de protección radiológica. Cuando se quiere expresar que un material radiactivo contiene radiactividad en una proporción tal que pueda ser necesaria la adopción de algún tipo de medida de cautela, el término utilizado es el de "sustancia radiactiva".

Meteorización es la desintegración, descomposición y disgregación de una roca en la superficie terrestre o próxima a ella como consecuencia de su exposición a los agentes atmosféricos y físico-químicos, con la participación de agentes biológicos.

Mitigación: es la implementación deliberada de decisiones o actividades diseñadas para reducir los impactos indeseables de una acción propuesta.

Monitoreo: seguimiento continuado en el tiempo del comportamiento de una especie, población, comunidad o ecosistema, sea bajo explotación o en condiciones naturales, mediante la recolección de información técnica y/o científica.

msnm: metros sobre el nivel del mar.

Nanofiltración: la nanofiltración es un proceso de filtración a través de membranas durante el cual ocurre una separación basada en el tamaño molecular.

Nivel piezométrico: nivel del agua subterránea en un punto determinado. Se mide en perforaciones realizadas al efecto.

Nucleidos o Núclidos: conjunto de partículas subatómicas que forman el núcleo atómico (todo el conjunto de ellas).



**Percolar**: infiltrarse un líquido hacia abajo, la velocidad de percolación aumenta en función de la porosidad y la permeabilidad del medio a través del cual se produce.

**Período de semidesintegración:** intervalo de tiempo necesario para que el número de átomos de un nucleido radiactivo se reduzca a la mitad por desintegración espontánea.

Proceso batch: proceso discontinuo.

**Protección radiológica:** conjunto de normas y prácticas que se utilizan para prevenir los riesgos de la recepción de dosis de radiación y, en su caso, paliar y solucionar sus efectos (véase "Seguridad nuclear").

Psefitas: rocas cuyos fragmentos poseen un tamaño superior a 4 mm. También se las llama "conglo-merados".

Radiactividad: propiedad de algunos elementos químicos de emitir partículas u ondas electromagnéticas, para liberar la energía acumulada dentro del átomo. La radiactividad natural se debe a elementos que emiten radiaciones espontáneamente, como es el caso del uranio, el torio, el radón, etc.

Radioisótopo: isótopo radiactivo

**Radionucleidos**: los radionucleidos son elementos químicos con configuración inestable que experimentan una desintegración radiactiva que se manifiesta en la emisión de radiación en forma de partículas alfa o beta y rayos X o gamma.

Radiotoxicidad: toxicidad debida a las radiaciones ionizantes emitidas por un radionucleido incorporado al organismo y por sus productos resultantes. La radio toxicidad no sólo depende de las características radiactivas del radionucleido, sino también de su estado físico y químico así como del metabolismo de ese elemento en el organismo.

**Radón:** elemento químico gaseoso cuyos isótopos, todos ellos radiactivos, pertenecen a las series naturales del uranio y del torio. El isótopo de radón de periodo de semidesintegración más largo es el Radón 222, descendiente del Uranio-238, que es el principal causante de la contaminación atmosférica debida a radioisótopos naturales.

Red de Drenaje: conjunto de ríos, lagos y arroyos existentes en una cuenca hidrográfica.

**Restauración**: conjunto de acciones tendientes a devolver a un sitio sus características originales previas a la intervención humana.

Revegetación: proceso de recuperación de la cubierta vegetal en una zona desvegetada. Puede ser espontánea (cicatrización) o inducida (laboreo-siembra).

Riesgo: posible fuente de peligros o dificultades.

Riolita: roca volcánica de composición similar al granito, normalmente de grano fino o muy fino.

Rumbo: dirección de una perforación, falla o plano estructural con respecto al norte geográfico.

Samita o psamita: clase de rocas detríticas equivalente a la arenita.



Seguridad nuclear: conjunto de normas y prácticas que se utilizan para la ubicación, el proyecto/control y funcionamiento de instalaciones nucleares o radiactivas sin riesgo indebido.

Serie radiactiva: cadena de radionucleidos en las que cada miembro se transforma en el siguiente mediante desintegración radiactiva, hasta llegar finalmente a un nucleido estable.

Soterrado/a: puesto/a bajo de tierra.

Sustancia radiactiva: cualquier material que contiene uno o varios radionucleidos cuya actividad deba tenerse en cuenta con fines de protección radiológica. (Ver "Material radiactivo").

Testigos: muestras obtenidas a distintas profundidades utilizando perforación a diamantina.

Tierras diatomeas: mineral compuesto por fósiles de algas unicelulares llamadas diatomeas.

Vida media: media aritmética de la vida de una especie atómica en un estado determinado.

**Zonificación:** técnica que consiste en la división y organización racional del espacio en áreas homogéneas desde el punto de vista de sus características físicas (por ejemplo, zonificación sísmica) o del uso a que se destinen (por ejemplo, zonificación territorial).





# ANEXO 1 Resultados de análisis preoperacionales de agua y sedimentos



# SIERRA PINTADA - CUENCA ARROYO DEL TIGRE

# RESULTADOS ANALÍTICOS POR AGUA Y ALUVIÓN

Campañas Geoquímica 1974/1976

|  | LUGAR DE            | ALUVION | AGUA   |
|--|---------------------|---------|--|
| MUESTRA  |                     | URANIO  | URANIO   |
| N°   | EXTRACCION          | ppm     | ppb  |
|  |                     | 4.00    | 2.00   |
|  | 1 Yacimiento        | 1,00    | 3,20   |
| THE RESERVE THE PERSON NAMED IN  | 3 Yacimiento        | 8,00    | 3,60   |
|  | 7 Yacimiento        | 10,50   |  |
|  | Nacimiento          | 4,00    | 2,40   |
|  | Af. N° 1 o TOSCAL   | 0,90    |  |
| 1  | 3 Af. N° 1 o TOSCAL | 1,90    |  |
| 1  | Af. N° 1 o TOSCAL   | 1,20    |  |
| 1  | B Af. Nº 1 o TOSCAL | 9,10    |  |
| 2  | Af. N° 1 o TOSCAL   | 1,60    |  |
| 2  | Af. Nº 1 o TOSCAL   | 2,40    |  |
| 2  | Af. N° 1 o TOSCAL   | 3,80    |  |
|  | 7 Af. N° 1 o TOSCAL | 73,00   |  |
|  | B Af. N° 1 o TOSCAL | 4,50    | =2.1m;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;  |
|  | 1 Af. N° 1 o TOSCAL | 7,20    |  |
|  | 4 Yacimiento        | 3,20    |  |
|  | 5 Yacimiento        | 2,50    |  |
|  | 6 Yacimiento        | 19,00   | 270,00   |
| the second section is a second | B A ° Tigre ARRIBA  | 0,30    | 210,00   |
|  | A * Tigre ARRIBA    | 0,50    | 3.00   |
| - 7  | 2 A * Tigre ARRIBA  | 0,40    | 4,20   |
|  |                     |         | 4,21   |
| 4  | A Tigre ARRIBA      | 0,40    | 3.80   |
| 4  | 4 A * Tigre ARRIBA  | 0,30    | The second secon |
|  | 6 A " Tigre ARRIBA  | 0,30    | 3,50   |
| 5  | 0 A * Tigre ARRIBA  |         | 4,10   |
| 5  | 1 A * Tigre ARRIBA  |         | 4,10   |
| 5  | 3 A ° Tigre ARRIBA  |         | 3,10   |
| 12   | 7 A ° Tigre ARRIBA  | 0,30    | 4,40   |
| 13   | 9 A * Tigre ARRIBA  | 0,40    | 3,0  |
| 14   | 0 A° La Pintada     | 0,30    | 11,0   |
|  | 3 Yacimiento        | 3,20    |  |
| 15   | 4 Yacimiento        | 4,50    |  |
| 15   | 9 Yacimiento        | 26,50   | 4,1  |
|  | 0 A* Tigre ABAJO    | 1,30    | 6,5  |
| 16   | 1 A° Tigre ABAJO    | 1,10    | 7,3  |
| 16   | 3 A° Tigre ABAJO    | 1,70    |  |
| 16   | 4 A° Tigre ABAJO    | 0,30    | 5,2  |
|  | 5 A° Tigre ABAJO    | 0,40    | 5,5  |
|  | a A° Tigre ABAJO    | 0,80    | 5,7  |
|  | 6 A° Tigre ABAJO    | 1,20    | 6,0  |
|  | 7 A° Tigre ABAJO    | 0,80    | 7,0  |
|  | 8 A° Tigre ABAJO    | 0,80    | 6.2  |
| 16   | 9 A" Tigre ABAJO    | 0,30    | 5.9  |
|  | 0 A° Tigre ABAJO    | 0,80    | 5,3  |
|  | 1 A° Tigre ABAJO    | 0,80    | 5,4  |
| 17   | 3 A ° Tigre ARRIBA  | 0,40    | 2,5  |
| 1/   | 4 A ° Tigre ARRIBA  |         | The second secon |
| 17   | A TIGIE ARRIBA      | 0,30    | 2,6  |
|  | 6 A * Tigre ARRIBA  | 0,30    |  |
| 17   | 7 A ° Tigre ARRIBA  | 0,40    | 3,2  |
| 17   | 8 A ° Tigre ARRIBA  | 0,60    | 3,2  |
| 17   | 9 A ° Tigre ARRIBA  | 0,70    | 2,4  |
| 18   | 0 A ° Tigre ARRIBA  | 0,50    |  |
| 18   | 2 A * Tigre ARRIBA  | 0,30    | 3,2  |

|  | LUGAR DE         | Aluvión | AGUA   |
|--|------------------|---------|--------|
| MUESTRA  | EXTRACCION       | URANIO  | URANIO |
| N°   | EXTRACCION       | ppm     | ppb    |
| 18   | A ° Tigre ARRIBA | 0,30    | 3,80   |
|  | A * Tigre ARRIBA | 0,40    | 0,00   |
|  | A * Tigre ARRIBA | 0.50    | 3,50   |
| 10   | A * Tigre ARRIBA | 0,50    | 0,00   |
|  | A Tigre ARRIBA   | 0,50    |        |
|  | A Tigre ARRIBA   | 0,40    | 2,90   |
|  | A * Tigre ARRIBA | 0,30    | 3,20   |
|  | A° La Pintada    | 0,5     | 9,8    |
| 10   | 4 A* La Pintada  | 0,80    | 5,0    |
|  | A° La Pintada    | 0,50    | 12,40  |
|  | A* La Pintada    | 0,50    | 12,40  |
|  | A° La Pintada    | 0,50    | 12,40  |
|  | B A° La Pintada  | 0.60    | 12,70  |
|  | A° La Pintada    | 0,50    | 13,10  |
|  | 2 Afluente N° 3  | 0,60    | 10,10  |
|  | 3 A° La Pintada  | 0,30    |        |
|  | 4 A° La Pintada  | 0,30    |        |
|  | A° La Pintada    | 0,30    |        |
|  | 6 A° La Pintada  | 0,50    |        |
| the same of the sa | B A° La Pintada  | 0,30    |        |
|  | 1 Afluente N° 2  | 0,60    |        |
|  | 2 Afluente N° 2  | 0,30    |        |
|  | 3 Afluente N° 2  | 0,30    |        |
|  | 4 Afluente N° 2  | 0,50    |        |
|  | 5 Afluente N° 2  | 0,30    |        |
|  | 6 Afluente N° 2  | 0,80    |        |
|  | 7 Afluente N° 2  | 0,50    |        |
|  | 9 Afluente N° 2  | 0,70    |        |
|  | 0 Afluente N° 2  | 0,40    |        |
|  | 1 Afluente N° 2  | 0,30    |        |
|  | 2 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
| THE RESERVE THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NAMED IN COLUMN TWO I | 3 Afluente N° 3  | 2,80    |        |
|  | 4 Afluente N° 3  | 0,70    |        |
|  | 6 Afluente N° 3  | 0.70    |        |
| 33   |                  | 0,70    |        |
|  | 8 Afluente N° 3  | 0.70    |        |
|  | 0 Afluente N° 3  | 0.90    |        |
|  | 1 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 3 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 4 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 5 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 8 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 9 Afluente N° 3  | 0,30    |        |
|  | 0 Afluente N° 3  | 0.70    |        |
|  | 1 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 2 Afluente N° 3  | 0.70    |        |
|  | 3 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 4 Afluente N° 3  | 0,50    |        |
|  | 7 Afluente N° 3  | 0,40    |        |
|  | 8 Afluente N° 3  | 0,40    |        |
|  | 9 Afluente N° 3  | 0,40    |        |
|  | 1 Afluente N° 3  | 0,70    |        |





RENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

ZONA Sicces Pinlada

RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA Mendoza

|                           | l  |  |  | lisis d  | NIO en   | ppm b            | -           | Otros Element.          |                  |
|---------------------------|--|--|--|--|--|------------------|-------------|-------------------------|------------------|
| No.<br>Orden              | No.<br>Muestra   | No.<br>Laboratorio   | Ira. Leet.   | 2da, Lect.   | Media  | Ira, Repet       | 2da. Repet. |                         | Reg 10%          |
| Ornen                     | Mucstra  | Landidita  |  |  | Tigs   |                  |             |                         |                  |
| 1 1 96                    | 70 - 1   | 76.557   | 3 3  |  |  | 7                |             |                         |                  |
|                           | 7 - 2  |  |  | 2, 2,  |  |                  |             | ***********             |                  |
|                           |  | 1 29   |  | 3,6  |  |                  |             |                         |                  |
| 1 99                      | /_ h   | / 30   |  | 3,4  |  |                  |             |                         |                  |
| 7500.                     | /5   | 3.1.   | 3, 3   | 3,5  | 3,4  |                  |             |                         |                  |
| 101                       | 6  | 3.3  | 2,9  | 2,1  | 2,3  | ļ                |             |                         |                  |
| 1 02                      | 8  | 3.4  | 2,4  | 2,4  | 2, 1   | 21               | ļ           |                         |                  |
| 1 63                      | 1 2.1  | 135  | 13,4   | 18,0   | 13,3   |                  |             |                         |                  |
| r 04                      | 1 _ 3.9  | 3.6  | 260,0  | 260,0  | 260,0  |                  |             |                         |                  |
| 1 05                      | 1 - 36   | 1 37   | 270,0  | 2.70,0   | 270,0  |                  |             |                         |                  |
| 106                       | 37   |  |  |  |  |                  |             |                         |                  |
| r03.                      | / 38.  |  |  |  |  |                  |             |                         |                  |
| 10.3.                     |  | A CONTRACTOR OF THE PROPERTY O |  |  |  |                  |             |                         |                  |
| 1 09                      | - CO.  |  |  | 1  |  |                  |             |                         |                  |
| 1 )0                      |  | / 1,9,   |  | 3,9.   |  | -                |             |                         | h,1_             |
| 11                        | 1- 119.  |  |  | and the same of th |  |                  |             |                         | <del> </del>     |
| COMMUNICACIONO CENTRO COM | 1- 14  | Charles and the contract of the contract of  |  | 1,1  |  |                  | -           |                         |                  |
| 1.3                       | 1  |  |  |  |  | ļ                |             |                         |                  |
|                           | 1- 46  | 100  | 1  | 5000   | 1  | -                |             |                         |                  |
|                           | FI \   |  |  | F, E   |  | ļ                |             |                         |                  |
|                           |  | 1 119  |  | 3,7_   |  |                  |             |                         |                  |
|                           | Charles and the Control of the Contr | V 50   | 1  | 5,0  |  |                  |             |                         |                  |
|                           |  | 5.1.   |  | 1.5  | 000  | · <del> </del> , |             |                         |                  |
|                           |  | 52   | V  | _lli,5   | 100  |                  |             |                         |                  |
| 1 20                      |  | -/53   |  | 3,0  |  |                  | J           |                         | - - - -          |
| 1 2/1                     |  | CHARLES AND  | The state of the s |  | The second second  |                  |             |                         | **************** |
| / 2,2                     | The second second second   | A CONTRACTOR OF THE PROPERTY O |  |  | A Committee of the Comm |                  | -           | *********************** |                  |
|                           | 1-112  |  |  |  |  |                  |             |                         |                  |
| 1 9.h                     |  | 27   | 100000   | 5000   | 11   |                  |             |                         |                  |
|                           | 1.20   |  | 1  | Ph. 000  | 107.1  |                  |             |                         |                  |
|                           | The state of the s | 1 10   | The second secon |  |  | -                |             |                         |                  |
|                           | and the second s | 1 / (1   |  | AND RESIDENCE OF THE PROPERTY OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSONS AND PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSONS AND PERSON NAMED IN COLUMN TWO PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TWO PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN  | Carlo Company of the Company   | 7                |             |                         |                  |
| X_O                       | 1 2 21   | 8 1 62   | 1,3  | 1,2  | 1,2  |                  | 1           |                         |                  |

|          | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 3.2 | 3.2 | /  | /  | 3,9      |
| PATRONES | 19  | 19  | 17 | 17 | 0,81     |

FECHA ANALISIS 13/2/14.

Mza, 619114....

Responsable





GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO Mendoza

ZONA Guerra Pintada

|      | 1113           | SULTAD                           |                              |            |        |            | ROVINCIA    | Me         | ndoz             | <u>: 2</u>          |           |
|------|----------------|----------------------------------|------------------------------|------------|--------|------------|-------------|------------|------------------|---------------------|-----------|
| lo.  | No.            | No.                              |                              | URA        | NIO en | ppm A      |             | Otros E    | lement.          | I                   | - 11.2    |
| den  | No.<br>Muestra |                                  | 1ra. Lect.                   | 2da. Lect. | Media  | 1ra, Repet | 2da. Repet. |            |                  | Observaci<br>Res10% | ione      |
| 529  | Tg-139         | 36.563                           | 2,8                          | 3,3        | 3.0    | Q          | ,           |            |                  | 3,6                 |           |
|      | 2-140          |                                  |                              | 2,0        | 11.0   | 11,0       |             |            |                  |                     | *****     |
| 31   | 1.58           | F) (3                            |                              | 1,0        | 4.3    |            |             | *********  |                  |                     |           |
| 3.2. | r + 159        | 1 68                             | _l <sub>1</sub> ,3           | 4,0        | 4,1    | pi .       |             |            |                  |                     |           |
| 3.3. | 1 - 160        |                                  | 6,5                          | 6,5        | 6,5    | ek.        |             |            |                  |                     |           |
| 3.1  | 1-)61          | / 30                             | 6,5                          | 7,3        | 3.3    | . 8,4      |             |            |                  |                     |           |
| 3.5  | 1 - 162        | 1 72                             | 5,2                          | 5,8        | 5,5    |            |             |            |                  |                     |           |
| 36   | 1-164          |                                  | 5,2                          | 5,3        | 5,9.   | e          |             |            |                  |                     |           |
| 33   | 1-165          | / 34                             | 5,5                          | 5,6        | 5,5    | 9          |             |            |                  |                     |           |
| 38   | 1-166(2)       | / 15                             | 5,3                          | 6,1        | 5,3    | 9          |             |            |                  |                     |           |
| 39   | 1-166          | 7 76                             | 5.8                          | 6,3        | 6,0    | a          |             |            |                  |                     |           |
| ho   | 1-167          | FF \                             | 4.8                          | 7.2        | 3.0    | 4          |             |            |                  | 17,4                |           |
| 41   | 1-168          | 1 39                             | 6,0                          | 6,5        | 6,2    |            |             | ****       |                  |                     |           |
| 12   | 1 - 169        | /30_                             | 6,0                          | 5,8        | 5,9    |            |             |            |                  |                     |           |
|      |                | -/ 31                            |                              |            |        | 9          |             |            |                  |                     |           |
|      |                | 1 82                             |                              |            |        | 0          |             |            |                  |                     |           |
|      |                | 1 33                             | D, 8                         |            |        |            |             |            |                  |                     |           |
|      |                |                                  | •                            | A: Pe      | ernera | 9          |             |            |                  |                     | 310030    |
| 5467 | Pd_ 95         | 34.534                           | 2,9                          | 2,3        | 2,8    |            |             |            | COLUMN PURSUE CO |                     | St. Autom |
|      |                | , 85                             |                              | 2,5        | 2.3    |            |             |            |                  |                     | CHICAGO   |
|      |                | 1 86                             | A CONTRACTOR OF THE PARTY OF | 2,3        |        |            |             |            |                  |                     |           |
| 119  | 1-60           | / 87                             |                              |            |        | İ          |             |            |                  |                     |           |
| 50   | 1 - 61         |                                  | 2.4                          | 2,6        | 2,5    |            |             |            |                  | 3,3                 |           |
| 51   | 2 - 69         | 1 90                             | 3,5                          | 3,5_       |        |            |             |            |                  |                     |           |
|      | 1 - 63         |                                  | 69,0                         |            |        |            |             |            |                  |                     |           |
| 53   | 1-64           | / 92                             | 5,1                          | 5,2        | 5.1    |            |             |            |                  |                     |           |
|      |                | / 93                             |                              |            | 9, 4   |            |             |            |                  |                     |           |
|      |                | 1, 9h                            |                              |            | 2, 2,  |            |             |            |                  |                     |           |
|      |                | 1 95                             |                              |            | 1.0    |            |             | ********** |                  |                     |           |
|      |                | 1 96                             |                              |            |        |            |             |            |                  |                     |           |
| 5.8  | 1 - 69         | / 93                             | 1,9                          | 2,0        | 1,9    |            |             |            |                  |                     | -         |
| 59   | - 10           | 1 98                             | 1,4                          | 1,7        | 1,5    |            |             | ******     |                  |                     |           |
| 60   | 1 - 72         | / 99                             | 0,9                          | F,0        | 0.8    |            |             |            |                  | 1,0                 |           |
| 59   | 7 - 70         | 7 93<br>7 98<br>7 99<br>7 7 7 6. | 1,4                          | F,1        | 1,5    |            |             |            |                  | 1.,0                |           |

|          | 1   | -2  | 3  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 3.0 | 3.0 | /  | /  | 3.0      |
| PATRONES | 13  | 13  | 18 | 19 | 18.0     |

LABORATORISTA Lucani Tomellini.... FECHA ANALISIS 14/8/74

Responsable





GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO <u>Mendoza</u>

ZONA <u>Sierra Pintada</u>

RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA Mendoza

|              | I I  | N  | u train    | un A  | NIO en | ppmb       |             | Otros Element. |         |
|--------------|--|--|------------|---|--------|------------|-------------|----------------|---------|
| No.<br>Orden | No.<br>Muestra   | No.<br>Laboratorio   | Ira. Lect. | 2da, Lect.  | Media  | Ira, Repet | 2da. Repet. |                | Rep 10% |
| 17.562       | Pd - 92  | 76 60%   | _F,2       | 7,3   | 3,0    |            |             |                |         |
|              | / 93   | / 0.3  | 0,9        | 0,9   | 0,9    |            |             |                |         |
| , Lh         | 1 . 94   | , oh   | 0,9        | ),,)  |        |            |             |                | .,,,    |
| 1 65         | 1 - 95   |  | 1,2        | 1,2   | 1,2    |            |             |                |         |
| / 66         | 1 - 96   | , O,L  | 5,3        | 5,6   | 5,4    |            |             |                |         |
| 6 63.        | 1 . 93   | C.3  | 6,6        | 6,0   | 6,3    |            |             |                |         |
| 1 48         | 1 . 98   | 108  | 5,6        | 6,1   | 6,1    |            |             |                |         |
| , (,9        | 1 . 99   | 109  | 5,2        | 5,3   | 9,8    |            |             |                |         |
| / 3o         | 100  | 1 10   | 1,0_       | 0,1   | օ.կ    | 0.3        |             |                |         |
|              | 1 -101   | 12   | 3,3        | 3.8   | 3,5    |            |             |                | 1,5     |
| / 72         | 1 _ 10%  | 14   | 3,3        | 3,7   | 3,3    |            |             |                |         |
| / 73         | 1.39   | 1.5  | 1,3        | 1.3   | 1.3    |            |             |                |         |
| 1 74         | 1 _ 130  | 1 16   | 5,1        | 5,5   | 5,3    |            |             |                |         |
| / 75         | 139  |  | 6,0        | 6,1   | 6,9    |            |             |                |         |
| 1 36         | 1 - 13h  | 12   | 5,5        | 1,8   | 5,1    |            |             |                |         |
| / 73         | 1 -136   | V 19   | 1.8        | 1,9   | 1.8    |            |             |                |         |
| 6.5          | Z -137   | 1 20   | L,I        | 1,7   | _F.1_  | -          |             |                |         |
| r 79         | 1-138  | 1 21   | 5,0        | 5,0   | 5,0    |            |             |                |         |
| / 80         | 1 - 21 h   | 1 2,9,   | 1,3        | 3,8   | 4.0    |            |             |                | 3.9     |
| 15 1         | 1 - 2/15   | 1 21   | 5,5        | 6,9   | 5,8    |            |             |                |         |
| 1 82         | 2.16   | 1 95   | 1,3        | 1,5   | 1,1,   | <u>_</u>   |             |                |         |
| . 83         | 2.17   | 1_9.6.   | 3,6        | 3,6   | 3,6    |            |             |                |         |
| r 84         | 1 - 9.18   | 1 23   | _ E, E     | _ F.E.  | 3,3    |            |             |                |         |
| r8.5         | 1 219  | 8.2  | 3,8        | 1,0   | 3,9    |            |             |                |         |
| 1 36         | 1 - 2 21   | 1 29   | 5,0        |   |        | _          |             |                |         |
| , 37         |  |  | 5,0        |   | 5,1    |            |             | ļ              |         |
| . 36         | A STATE OF THE PARTY OF THE PAR | A STATE OF THE PARTY OF THE PAR | 5,0_       | COLUMN TO SERVICE STATE OF THE PARTY OF THE | 1,9    |            |             |                |         |
| 89           |  | A STATE OF THE PARTY OF THE PAR |            | 18  | 1.8    |            |             |                |         |
| 90           |  |  | 1.4        | 1,0   | 1,2    |            |             |                |         |
| 1 91         |  |  |            |   | 3.8    |            |             |                |         |
| 92           |  |  |            |   | 5,3    |            |             |                |         |
| y 9.3        |  |  | 6,3        |   | 6,5    |            |             |                |         |
| 91           |  |  |            | 200   | 6,4    |            |             |                |         |
| , 90         | 1 23   | 3 / 39   | 5,1.       | 5,7.  | 5,1    |            |             |                |         |

|          | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 3.0 | 3.0 | /  |    | 3.0      |
| PATRONES | FI  | 17  | 17 | 18 | 17.0     |

| LABOR | ATOBISTA. | Tome | llini. | <u>- Lu</u> | con |
|-------|-----------|------|--------|-------------|-----|
| FECHA | ANALISIS. | 16   | 1.8.17 | <u>l</u>    |     |

| <u>M.z.a.</u> | 6     | 19   | 17/1 |
|---------------|-------|------|------|
|               | Lugar | v fc | cha  |

Responsable



CNEA - Gerencia Producción de Materias Primas Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), Mendoza Etapa de Remediación - Fase 1



(4)

GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO Mendoza

ZONA Sierra Pintada

PROVINCIA Mendoza

RESULTADOS ANALITICOS PI

| No.          | No.       | No.  |                       | URA  | NIO en                                  | ppm b      |             | Otros El                                | ement.                                  | -       |
|--------------|-----------|--|-----------------------|--|---|------------|-------------|---|---|---------|
| Orden        | Muestra   | Laboratorio  | Ira. Lect.            | 2da. Lect.   | Media                                   | 1ra, Repet | 2da, Repet. |   |   | Rep 10% |
|              |           |  |                       | A:   | del T                                   | iare       |             |   |   |         |
| 7.596        | Tg _ 133  | 36 Cho   | 2,3                   | 9,7  | 2,5                                     |            |             |   |   |         |
| . 97         | 1, 174    | / 1.1  | 2,5                   | 5,8  | 2,6                                     |            |             |   |   |         |
|              | 175       |  | 3, 2                  | 3,9  | 3.5                                     | .,,        | ļ           |   |   |         |
| <u> </u>     | (-133     | / 113  | 3.5                   | 2,9  | 3.2                                     |            |             |   |   |         |
| 7.600        | S.F.1 - 1 | 1 44   | 2,6                   | 3,5  | 3,9,                                    |            |             |   |   | 3,1     |
| . 01         | /-139     | 1 16   | 2.4.                  | 3,5  | 2,1                                     |            |             |   |   |         |
| 1 02         | 181-1     |  | E,3                   | 4.1  | 3.5                                     | 3.5        |             |   | 41.000.00000000000000000000000000000000 |         |
| 103          | 182       | 19   | 2,8                   | 3.5  | 3, 9                                    |            |             | ******************************          | *1-4                                    |         |
| x 04         | / -183    | The second second  |                       | 1,0  | 3.8                                     |            |             |   |   |         |
| / c. 5       | 1 -185    | /51  | 3,6                   | 3,5  | 3,5                                     |            |             |   |   |         |
|              | 1.86      | Committee of the Commit | and the second second | 2,3  | 2,6                                     |            |             |   |   |         |
|              | 1881_1    |  | 21,3_                 | 2,9  | 2,6                                     |            |             |   |   |         |
|              | 189       |  | 3.0                   | 2,9  | 2,9                                     |            |             |   |   |         |
|              | 1 _ 190   |  | 100                   | 1 2 1  |   |            |             |   |   | 2,9     |
|              | 1-291     |  |                       |  |   | 3,1        | ļi          |   |   |         |
|              | 1 195     |  |                       | 3, P   | 8. P.                                   | ļ          |             |   |   |         |
|              | /_193     |  |                       |  | 9,8_                                    |            |             |   |   |         |
|              | 1-195     |  |                       |  |   |            |             |   |   |         |
|              | 1-196     |  |                       |  |   |            |             |   |   |         |
|              | 1-193     |  |                       |  |   | ļ          |             |   |   |         |
|              | 1-199     |  |                       |  |   |            |             |   |   |         |
|              | 1 _ 2.00  |  |                       |  |   |            |             |   |   |         |
| 1.3          | 1-201     | 1  | 1.1,8                 |  |   | <b> </b>   |             | ************                            |   |         |
| ************ |           | .}   | -                     | Rio  | -                                       | <u> </u>   |             |   |   | ,       |
|              | At        | the terrain events and for the   |                       |  | 1.3                                     |            |             |   |   |         |
|              | 2         | -  |                       |  |   | -          |             |   |   | 1,3     |
|              | 7 3       |  |                       |  |   | ļ          |             |   | ·······                                 |         |
| 1 9:9,       |           |  |                       |  | -0,8                                    |            |             |   |   |         |
| 1 9,3        | 1 '       | 1 39   |                       | 1.5  | 100000000000000000000000000000000000000 |            |             | *************************************** | ļ                                       |         |
| 1 2,4        |           |  |                       | The second secon |   |            |             |   |   |         |
| 1 2,5        |           | 1 34   | The second second     | CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE  | and the second second                   |            |             | *************************************** |   |         |
| 1 96         | 8         | 1 75   | 1.0                   | -1-1-  | 1.0                                     |            |             |   |   |         |

| ~~~      | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANÇOS  | 2,9 | 3,1 | /  | /  | 3.0      |
| PATRONES | 19  | 19  | 17 | 17 | 18,0     |

LABORATORISTA Tomellini - Lucoi FECHA ANALISIS 16 3 7 1

M22 6/9/24





ZONA Sierra Pintada

GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS CONFIGNAS Jeellauges 744
Departamento Recursos Minerales
División Prospección General

### RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA Mendoza

| CONTRACTOR DE LA CONTRA |                |                    | 1          |            | N10 en | ppm        | CONTROL PRODUCTION | Otros-El | ement.                                    | 1       | 77.1  |
|--|----------------|--------------------|------------|------------|--------|------------|--------------------|----------|---|---------|-------|
| No.<br>Orden   | No.<br>Muestra | No.<br>Laboratorio | Ira. Lect. | 2da. Lect. | Media  | Ira, Repet | 2da. Repet.        | Malla    |   | Rep 10% | cione |
|  |                |                    |            | A          | e del  | Tigre      |                    |          |   |         |       |
| C3. C3.3.  | Та             | 76747              | p.3        | 0.3        | -0.3   |            |                    | 8.0      |   |         |       |
|  | -              | , 48               |            |            |        |            |                    | 120      |   |         |       |
| *****************  |                | 19                 |            |            |        |            |                    | 150      |   |         |       |
| / 8h   | Tg _ 2         | /50.               | 7.3        | 1,1        | 3,3    |            |                    | 80       | M-14224-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1 |         |       |
|  |                | / 51               | 13,1       | 13.4       | 13,4   |            |                    | 190      |   |         |       |
|  |                | 1 5%               | 163        | 200        | 16,3   | 13.5       |                    | 1.50 -   |   |         |       |
| 2 85   | Tg 3.          | 54                 | 1 2.       | 1.2        | 1.2    |            |                    | 0.8      |   |         |       |
| *****************  | ١,             | , 55               | 5.4        | 5.4        | 5.4    |            |                    | 120      |   |         |       |
|  |                | / 56               |            |            |        | d.         |                    | 150      | 67-                                       |         |       |
| / 35   | Tq - h         |                    |            |            |        |            |                    | 8.0      |   | 1,0     |       |
|  |                | 7 59               |            |            |        | 3.0        |                    | 120      |   |         |       |
|  |                | 1 61               | 7.3        | 8.0        | 3.8    |            |                    | 150      |   |         |       |
| 4 83   | Tq             |                    |            |            |        |            |                    | 80       |   |         |       |
|  | 1              | 1 63               |            |            |        |            |                    | 1 20     |   |         |       |
|  |                | , 4                |            |            |        |            |                    | 150      |   |         |       |
| / 38   | T9 6           |                    |            | 1,3_       |        | 1,5        |                    | 80       |   |         |       |
|  |                | 1 43               |            | 4,6        | 4.5    |            |                    | 120      |   |         |       |
| THE RESERVE AND ADDRESS OF THE PARTY.  |                | 1 63               |            | O.F        | J.O.   |            |                    | 1.50     |   |         |       |
| 1 89   | Tq 7           | 1 69               |            |            |        |            |                    | 80       |   |         |       |
|  |                | /3.0.              |            |            |        |            | l                  | 120      |   | 7.3     |       |
|  |                | 1 72               | 10.2       | 10.8       | 10.5   | 2          |                    | 150      |   |         |       |
| , 10   | Tg 8           | / 73               | 1,1        | 0,3.       | F,0    | 0,8        |                    | 30       |   |         |       |
|  | ] ]            | 15                 | 3,0        | 3,0        | 3,0    |            |                    | 190      |   |         |       |
|  |                | 1 3%               |            |            |        |            |                    | 150      |   |         |       |
| 191  | Tq - 9         |                    |            |            |        |            |                    | 80       | ٠.  |         |       |
|  |                | 1 36               |            |            |        |            |                    | 190      |   |         |       |
|  |                | ( 79               | 1.0        | 0,9        | _0,9_  |            |                    | 150      |   |         |       |
| 1 99.  | T9-10          | 7 8.0              | 0,6        | F,0_       | 0,6    |            |                    | 8.0      |   |         |       |
|  | -              | / 81               |            |            |        |            |                    | 120      |   | 0,6.    |       |
|  |                | / 83               |            |            |        |            |                    | 150      |   |         |       |
| 1 93   | Tq-11          |                    |            |            |        |            |                    | 80       |   |         |       |
|  | 1              | 1 85               |            |            |        |            |                    | 120      |   |         |       |
|  |                | 1.86               |            |            |        |            |                    | 150      | -   |         |       |

| *        | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 2.3 | 2,6 | /  | /  | 2,4      |
| PATRONES | 80  | 83  | 76 | 30 | 79.6     |

LABORATORISTA Tomellini - Luconi FECHA ANALISIS 9/8/74

Responsable





GERANCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prespección General

ZONA Sierra Pinkada

RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA Mendoza

|              |  | l                    | ********   | ALUV       | NIO en | p p m | THE O'C STREET | Otros=Ple | ėment.      | THE STATE OF THE S |            |
|--------------|--|----------------------|------------|------------|--------|-------|----------------|-----------|-------------|--|------------|
| No.<br>Orden | No.<br>Muestra   | No.<br>Laboratorio   | 1ra. Lect. | 2da, Lect. | -      | 1     | 2da, Repet.    |           |             | Rep 10 14  | ciones     |
| 67 691       | Ta 12  | 36783                | 0,5        | 0,5        | 0.5    |       |                | 80        |             |  |            |
|              |  | 8.3                  | 0.6        | F,O        |        |       |                | 120       |             |  |            |
|              |  | . 89                 | 0,9        | 0.9        |        | ē .   |                | 150       |             |  |            |
| , 95         | To . 13  | 1 90                 | 1.2        |            |        |       |                | 80        |             |  |            |
| . 9          |  | / 91<br>/ 99,        | 1.2        | 1,2        |        |       |                | 120       |             |  |            |
|              |  | 1. 99,               | 1,9        |            |        | o     |                | 150       |             | 1,5  |            |
| 1 96         | Ta 14  | / 9h                 | 1,0        | 1,0        |        |       |                | 80        |             |  |            |
|              |  | 4 95                 | 1,1        | 1.0        |        |       |                | 120       |             |  |            |
|              |  | 1 96                 | 1.5        | 1 1:       | 1.6    |       |                | 150       |             |  |            |
| / 93         | Tq - 15  | 4 97                 | 0.8        | 0.8        | 0.3    |       |                | 80        |             |  | to mention |
|              | 3  | / 98                 | 0.6        | 0,6        | 0.6    |       |                | 19.0      |             |  |            |
|              | The state of the s | . 99                 |            | 1,1        |        | g.    |                | 150       |             |  |            |
| 1 98         | To - 16  | 76200                | 2,9        | 2.9        |        |       |                | 80        |             |  |            |
|              |  | , oi                 |            | la h       |        |       |                | 180       |             |  |            |
|              |  | 1 08                 |            | 3,9,       |        |       |                | 150       | ,           |  | 0000000    |
| 199          | Tq17   | _/_0.3               | 3.3        | 3,7        |        |       |                | 30        |             | 3,6  |            |
|              |  | 1 05                 | 3,8        | 1,9        | 1,0    |       |                | 120       |             |  |            |
|              |  | 1 06                 | 1, 2,      | 4,2,       | 4,2    |       |                | 150       |             |  |            |
| COLES        | Tq - 18  |                      | 5,5        | 6,2        | 5,8    |       |                | 8.0       |             |  |            |
|              |  | 100                  | _F,8       |            | F.8.   |       |                | 180       |             |  |            |
|              | į .  |                      |            | 0 1        | 9,1    | i)    |                | 150       |             |  |            |
| / 01         | Tq - 19  | PQ V<br>01 V<br>11 V | 8,0        | 8,0        | 0.8    |       |                | 20        | .,          |  |            |
|              |  | i                    | 9.1        | 9,1        | 9,1    |       |                | 120       |             | ,  |            |
|              |  | r 12                 | 106        | 19,0       | 11.3   |       | · .            | 150       |             |  |            |
| 02           | Tq - 20  | / 13                 | 13,6       | 13,6       | 13,6   |       |                | 80        |             |  |            |
| ·            |  | , 11                 | 14,3       | 11,3       | 11,3   |       |                | 120       | -           |  |            |
|              |  | 1 15                 | 15,0       | 15.0       | 15,0   |       |                | 150       |             |  |            |
| / 03         | 19-21  | 1 17                 | 1,4        | 1,9/       | 1,3    |       |                | 80        | *********** |  |            |
|              |  |                      |            | 1,3        | 1,3    |       |                | 120       | ******      |  |            |
|              |  | 5 18                 | -1·10_     | 1,3        | 1,8    |       |                | 150       | *********** | 1.4  |            |
| 104          | Tg - 9.9   | r 20                 | 6,5        | 6,9        | F,3    |       |                | 80        |             |  |            |
|              |  | 1 9,1                | 7,2        | 7,6        | 7,4    |       |                | 19,0      |             |  |            |
|              |  | 1 9.9.               | 9,1        | 9,1        |        |       |                | 150       |             |  |            |
| 1 05         | Tq - 2.3   | 1 23                 | 4,1        | 1,2        | 4,1    |       |                | 0.6       |             |  |            |

|          | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO . |
|----------|-----|-----|----|----|------------|
| BLANCOS  | 3.2 | 5,8 | /  | /  | 3.0        |
| PATRONES | 32  | 80  | 77 | 63 | 79.6       |

FECHA ANALISIS 9/8/74 - 12/3/74

M z a 6/9/74

Responsable

5 - 4 - 73



GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Hocursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO Mendoza.

PROVINCIA Mendoza

# RESULTADOS ANALITICOS

| V-70-71-71-71-71         |          |             | -2012/07/05/05 07:00 | ALUVI      | ON     |                | ALC: VIII I | Transportation retornance | #   manual re-new |                                 |
|--------------------------|----------|-------------|----------------------|------------|--------|----------------|-------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------|
| No.                      | No.      | No.         |                      | URA        | NIO en | 1              |             | Otros-Element,            | Observa           | eiones                          |
| Orden                    | Muestra  | Laboratorio | Ira. Lect.           | 2da, Lect. | Media  | 1ra. Repet     | 2da. Repet. | Malla                     | Repick            | Ciones                          |
| 67.705.                  | Tq - 23  | 76724       | 6.3                  | 6,3        | 6,3    |                | ******      | 19.0                      |                   |                                 |
|                          |          | 1 25        |                      | 5.9        | 5.2    |                |             | 1.50                      |                   | 11 <b>11</b> 17-0-7 <b>1</b> 00 |
| 1 06                     | Tq - 24  | 1 2.6       | 0,6                  | 0,6        | 0,6    |                |             | 80                        |                   |                                 |
| *** ************         |          | 1 27        | 1,1                  | 1,%        | 1,1    |                |             | 120                       |                   |                                 |
|                          | ļ        | 1 2 3       | 1.6                  | 1.6        | 1.6    | ,.             |             | 1.50                      |                   |                                 |
| O.l.                     | Tq - 25  | 1 29        | 1,2                  | 1.2        | 1,2    |                |             | 0                         |                   |                                 |
|                          |          | 2 31        | 1.2                  | 1,5        | 1, 3   |                |             | 120                       |                   |                                 |
|                          |          | 1 32        | 2, 11                | 9, 4       | 2,1    | Ł              |             | 1.50                      |                   |                                 |
| 2 08                     | Tg - 26  | / 33        | 1,1                  | 1,6        | 1,5    |                |             | 80                        |                   |                                 |
|                          |          | 1 34        | 3,8                  | 3.8        | 3.8    |                |             | 120                       |                   |                                 |
| ************************ |          | / 35        | 3,5                  | 1,0        | 3.8    | 4              |             | 150                       |                   |                                 |
| / 09                     | Tq - 27  | 1 36        | 35.0                 | 110,0      | 39.0   |                |             | 0.5                       |                   |                                 |
|                          |          | /33         | 36,0                 | 119.0      | 114.0  | 50,0           |             | 19.0                      |                   |                                 |
|                          |          | / 39        | 73,0                 | 13,0       | 33,0   | 13-            |             | 150                       |                   |                                 |
| / )0                     | Tq - 28  | 1 40        | 1,8                  | 1.8        | 5,1    |                |             | 80                        |                   |                                 |
|                          | ] ]      | 111         | 3.0                  | 3.0        | 3.0    |                |             | 120                       | 3,6               |                                 |
|                          |          | 13          | 1,1                  | 50         | 1,5    | te             |             | 150                       |                   |                                 |
| / 11                     | Tq - 2,9 | 1 114       | 21                   | 2,2        | 2.1    |                |             | 80                        |                   |                                 |
|                          | 2 2      | 1 45        | 3.8                  | 4,1        | 1,0    |                |             | 120                       |                   | ,-,-,-,-                        |
| *****************        |          | 1 46        | 3.1                  | 3.4        | 3,3    |                |             | 1.50                      |                   |                                 |
| 1 12                     | Tq - 30  | / 43        | 2,3                  | 2,4        | 2,7    |                |             | 86                        |                   |                                 |
|                          |          | 113         |                      | 1,5        | 1,5    |                |             | 190                       |                   |                                 |
|                          |          | / 49        | 1,9                  | 5.6        | 5,3    |                |             | 150                       |                   |                                 |
| 1.3                      | Tg 31    | 1 50        | 3.1                  | 3.0        | 3,9,   | <u> -</u>      |             | -                         |                   |                                 |
| 1 14                     | 32       | 1 51        | 6.1                  | 4.1        | 6,4    |                |             |                           |                   | ļ                               |
| / 15                     | 1 - 33   | 1 52        | 3,1                  | 3,4        | 3,4    |                |             | 1                         | 1,0               |                                 |
| 1 16                     | 3.11     | 1/ 5h       | 3.5                  | 3,0        | 3,2    |                |             | 1                         |                   |                                 |
| / 13                     | / - 35   | / 55        | 2,5                  | 2,5        | 9.5    | <              |             |                           |                   |                                 |
| 61_1                     | 1 - 36   | 1 56        | 19,0                 | 19,0       | 19,0   |                |             | 1                         |                   |                                 |
| / 19                     | 1 - 37   | / 51        | LIF                  | 6,5        | 6,8    |                |             |                           |                   |                                 |
| 20                       | 2. 7 38  | 1 58        | <0,3                 | 0,4        | <0,3   | t <sub>p</sub> |             | /                         |                   |                                 |
| / 4                      | 1 - 39   | / 5A        | <0,3                 | 0,4        | 0,3    |                |             | /                         |                   |                                 |
| 1 2,9                    | 1 - 40   | 1 60        |                      |            |        |                |             |                           |                   | -                               |
| 1 9,3                    | 3 / - 14 | 1 61        | 0,4                  | 0,1        | 0,4    |                |             | /                         |                   |                                 |

|          | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO |  |
|----------|-----|-----|----|----|----------|--|
| BLANCOS  | 3,0 | 3.4 | /  |    | 3,2      |  |
| PATRONES | 70  | 10  | 75 | 73 | 72,0     |  |

LABORATORISTA Luconi Tomellini FECHA ANALISIS 13/2/7/4

Responsable





GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO Mendoza

ZONA Sierra Pinlada

PROVINCIA Mendoza

REFOLIADO / 83

## RESULTADOS ANALITICOS

| CONT. CONT.  |  | 1  |                          |            | NIO en | p p m      | - NAME               | Otros-Element.                        | 111111111111111111111111111111111111111 |
|--------------|--|--|--------------------------|------------|--------|------------|----------------------|---------------------------------------|---|
| No.<br>Orden | No.<br>Muestra   | No.<br>Laboratorio   | 1ra. Lect.               | 2da. Lect. | Media  | Ira. Repet | 2da, Repet.          | Мана                                  | Observation<br>Rep 10%                  |
| 6772         | Ji Tq - Lie  | 76852  | 0,5                      | o.li       | 0,4    |            | II DEL MANDE CONTROL | 150                                   |   |
|              | ,5 , 13  |  |                          | 0,9        | 0,1    |            |                      |                                       |   |
| 1 2          | 16/1 - 11/4  |  |                          |            | <0,3   | (+         |                      |                                       |   |
| 1 2          | 3/_ 15   |  |                          | 0,3        | 0,3    |            |                      | 1                                     | 50,3                                    |
| 1 9          | 18 1 - 16  |  |                          | 0.3        | 0.3    |            |                      | /                                     |   |
|              |  |  |                          | R          | io At  | eel_       |                      |                                       |   |
| 67.72        | 9 AL 1   | 76.863   | 0.3                      | < 0,3      | < 0,3  |            |                      | 80                                    |   |
| _/3          | 0 1 - 2  |  |                          | 04         | 0.4    |            |                      |                                       |   |
|              | 1 1 - 3  | 7 30   | 0,3                      | 0.3        | < 0,3  |            |                      |                                       |   |
|              | 2 / 1  |  |                          | 0,5        | 0,5    |            |                      | . ,                                   |   |
|              | 3 / - 5  |  |                          | 0,1        | o,li   |            |                      | ,                                     |   |
|              | 11/ 6  |  |                          | lo.h       | 0,4    |            |                      |                                       | 10,4                                    |
|              | 5 / 3  | PARTITION AT STREET, SANS  | The second second second | 0.5        | 0.4    |            |                      | Y                                     |   |
| <u> </u>     | 6/1 8  | 1 76   | 0,9                      | 1,0        | 0.9    |            |                      |                                       |   |
|              |  |  |                          |            | Tigre  |            |                      | l                                     |   |
| 67.3.3       | 7 Tg - 192   | FLSDE  | 0,5                      |            | 0,5    |            |                      | 150                                   |   |
| 3            | 8 1 - 193  |  |                          | 0,5        | 0,5    | 7          |                      |                                       |   |
| 1 3          | 39 / 194   | / 39   |                          | 0,9        | 8,0    |            |                      | '                                     | 0,9                                     |
| /            | 10/-195  | 3.1  | 0,5                      | 0,5        | 0,5    | o          |                      | 120                                   |   |
|              |  | 8.9  | 0,5                      | 0,5        | 0,5    | -          |                      | 150                                   |   |
|              | 12 1-197   | 83   |                          | 0,5        | 0.5    | į.         |                      | 1                                     |   |
| 1 1          | A contract of the contract of  | 1 34   | 0,6                      | 0,6        | 0,6    |            |                      |                                       |   |
|              | 14 / 199   |  | 0.5                      | 0,5        | 0,5    |            |                      | 1                                     |   |
| <u> </u>     | 15 /_ 200  |  |                          | 0,6        | 0,5    |            |                      |                                       |   |
|              | 16 1-201   |  | <0,3                     | <0,3       | < 0,3  |            |                      | 80                                    |   |
|              | 13 1 202   | 8.8  | 0,6                      |            | 0.6    | .)         |                      | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |   |
|              | The state of the s | The second second  |                          | 10,4       | 0,1    |            |                      | 150                                   |   |
|              |  | and the second s |                          | 0,1        | -o.h   |            |                      |                                       |   |
|              | Action of the second section of the second   |  | <0,3                     |            | CO, 3  |            |                      |                                       |   |
|              | 51 / 50  | The second control of  | 1                        | 1,0,1      | 0,1    |            |                      |                                       |   |
|              | 59 / _ 51  |  |                          | <0,3       | 0.3    |            |                      |                                       |   |
|              | 53 1 59  |  | 20,3                     | CO.3_      | <0,3   | -          |                      | 1.                                    |   |
|              | 51 / 53  | 1 95   | 100,3                    | <0,3       | (0,3   |            | -                    | 1                                     |   |
| /            | 55 1 54  | 1: 96  | 60,3                     | k0,3       | c0,3   |            |                      | 1                                     | 0,31                                    |

|          | 1   | 2   | 3  | 4  | PRQMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 3.5 | 3.7 | /  |    | 3,6      |
| PATRONES | 83  | 83  | 77 | 81 | 81,0     |

FECHA ANALISIS 16/8/7/

M z a 6 | 9 | 7 | 1

Responsable

Formulario N+ 142



amoienta.

(5)

GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO Mendoza ZONA Sierra Pintada

PROVINCIA Mendoza

RESULTADOS ANALITICOS

| 1            | Otros Element. | 1                                   | ntactroner: | NIO en | Alerv      | ATTEC COMPANY OF THE PERSON NAMED IN | UNIVERSAL SECTION OF THE PARTY | · Jan Hills and Hill | - ALL CALLES   |
|--------------|----------------|-------------------------------------|-------------|--------|------------|--------------------------------------|---|----------------------|--|
| Observacione | 1              | 2da. Repct.                         |             | Media  | 1          | Ira. Leet.                           | No.<br>Laboratorio  | No.<br>Muestra       | No.<br>Orden   |
|              |                |                                     |             |        |            |                                      |   |                      |  |
|              | 150            |                                     |             | 0,7    | F,0_       | _F,q_                                |   | Tg-128               |  |
|              |                |                                     | A.          | _1,1_  | 5,3        | 7.9                                  |   |                      | _/_ 2.li.  |
|              |                |                                     |             | 1,3    | <u>i,5</u> | _li,2_                               |   | 1 12.1               | 1 9,5  |
| 3,8          |                |                                     |             | 1,0    | _h,o       | h.,o                                 |   | 1 _ 19,5             | 1 26   |
|              |                |                                     | _0,6        | 0.6_   | < 0,3      | O, b                                 |   | 1 126                | 1 23   |
|              | <i>Y</i>       |                                     | ٢           | < 0,3  | <0,3       | <0,3                                 |   | 1 _ 127              |  |
|              |                |                                     |             | 2,6    | £,.e       | 1,6                                  |   | -123                 | 9,9  |
|              |                |                                     |             | _1,1_  | 1,1        |                                      | 1 2 200   | 1 - 199              | × 30   |
|              | 0.8            |                                     |             | 3,2    | 3.0        | _3,1                                 |   | 1 - 130              | 1 31   |
|              | -r'            |                                     | 1,0         | 1.0    | <0,3       | 1,0                                  |   |                      | · 33   |
|              |                |                                     |             | 3,1    | 3,1_       | _3,1                                 |   | 132                  | , 33   |
|              | /              |                                     |             | 1,3    |            | 1,3                                  |   | 1.33                 | × 3h   |
|              |                |                                     |             | 2,5    | 2.3        | 2,3                                  | A CONTRACTOR OF STREET  | /i3h                 | The state of the same of the state of the state of the same of the state of the sta |
| 0.6          | · /            |                                     |             | _E,J   | F,0        | _F,O_                                | 1 01  | 1.35                 | 1 36.  |
|              | 1              |                                     |             | 0,5    | 0,5        | -0,5                                 | / 93  | :-136                | .731   |
|              |                |                                     |             | 0,3    | -F,0-      | _c,3_                                |   | 1.33                 | / 38   |
|              | /              |                                     |             | 1,3    | 1,4        | 1.2                                  | 100000  | 1 -138               | /39_   |
|              | <i>/</i>       |                                     | 4           | _o,li_ | _a,h       | _0,1;                                |   | 1 -139               | 1 10   |
|              |                |                                     |             | <0,3   | <0,3       | <0,3                                 |   | 1-110                | / b1   |
|              | V              |                                     |             | 0,4    | 0,1        | 0,4                                  | 1 98  | /h1                  | 1 42   |
|              | 1              | 10 to 61 to \$100 to 61 to 61 to 61 |             | 1,5    | 1,2        | 4.3                                  | 1   | 1 1/12               | 1 13   |
|              | 1              |                                     |             | _£,£   | 7.3        | 7.3                                  | 33.000  | 1 1/13               | 1 14.  |
|              | 1              |                                     |             | 17.2   | 1.8,0      | 16.4                                 | 101   | 1-14                 | 1 15   |
| - 5.F        | 1              |                                     |             | _F.F_  | E          | -7,7                                 | 1 02  | 1-11is               | 1 16   |
| -            | 1              |                                     |             | 2,1,   | 2,4        | 2,4                                  | 104   | 1: 1/16              | r 43   |
|              |                |                                     |             | 1,9    | 5.0        | 11.8                                 | 1 05  | 1 - 147              | 1 1.3  |
|              | 150            |                                     |             | 2,0    | 1.0        | 1,0                                  | 1 26  | 1-11/18              | v 119  |
|              | 8.0            |                                     |             | 9,4    | 2,5        | 2,3                                  | / 03  | 1 149                | 50   |
|              | 1 .            |                                     |             | 2,5    | 2,5        | 9,5                                  |   | 1-150                | 1 51   |
|              | 150            |                                     |             | 3,11   | 3,5        | 3,3                                  |   | 1 -159               | , 59,  |
|              | 8.0            |                                     | 3.2         | 3.0    | 3.0        | 1,0                                  | / 10  | 1 -153               | _v53.  |
|              | <i>u</i>       |                                     | 6           | 4.5    | 1,2        | 1,9                                  | / 11  | /_15h                | -V-54  |
| 3,0          |                |                                     |             | 3.0    | 3.0        | 3.0                                  | 13  | /_155                | V: 55  |
|              | 150            |                                     |             | 2,7    | 2,6        | 9,9                                  | 1 15  | 1 -150               | 1 56   |

|          | 1       | 2     | 3  | 4   | PROMEDIO | <br>LABORATORISTA Tomellini _ Luconi |
|----------|---------|-------|----|-----|----------|--------------------------------------|
| BLANCOS  | 3.0     | 3.0   | /  | /   | 3.0      |                                      |
| PATRONES | 80      | 80    | 80 | 60  | 80.0     | <br>FECHA ANALISIS 19 8 7 4          |
|          |         | W de  |    | (4) |          |                                      |
| Mz Mz    | a. 6/   | 9/7   | l, |     | 22       |                                      |
|          | Lugar y | fecha | -  |     |          | Responsable                          |

Formulario Nº 14





LABORATORIO <u>Mendoza</u>
ZONA <u>Sierra Pinkada</u>

GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA Mendoza

|              |                |                                   | ********** | A I        | NIO en |                                       |             | -Otros-E                              | lament. | W 8-W-12-00        |         |
|--------------|----------------|-----------------------------------|------------|------------|--------|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------|---------|--------------------|---------|
| No.<br>Orden | No.<br>Muestra | No.<br>Laboratorio                | Ira. Lect. | 2da. Leet. | -      | 1                                     | 2da. Repet. | 1                                     |         | Observa<br>Rep 10% | iciones |
| F28.F3       | Tg - 157       | ALOJE                             | h,9        | 4.4        | 4,6    |                                       |             | 80                                    |         |                    |         |
| / 58         | 1.58           | 7 13                              | 0,5        | 0,5        | 0,5    |                                       |             | ν                                     |         |                    |         |
| , 59         | 1 - 159        | 1 18                              | 24,5       | 9,6,5      | 9.6.5  | ٠ .                                   |             | 150                                   |         |                    |         |
| × 60.        | ,-160          | 19                                | 1,3        | 1,3        | 1.3    | 27                                    |             | /                                     |         |                    |         |
| 1 61         | 1 - 161        | 1 20                              | -1.1       | 1,1        | 1,1    | 8                                     |             | /                                     |         |                    |         |
| v 62.        | 1-169          | 1 9,1                             | 1,9,       | 1,2        | 1,2.   |                                       |             |                                       |         |                    |         |
| 1 63         | 11-163         | 1 22                              | 1,7_       | 2,1        | 1,3    | £1,3                                  |             | /                                     |         |                    |         |
| 161          | 1.164          | 1 2 1                             | مار م      | < 0,3      | < 0,3  | .>                                    |             | 8.0                                   |         |                    |         |
| / 65         | × 165          | 1 25                              | _c,l_      | c,li       | 0,1    | /                                     |             | 120                                   |         | 0,4                |         |
| 1 615        | -166d          | Contract the second second second | _6,6_      | 0,2        | 0,8    | ļ                                     |             |                                       |         |                    |         |
| F. 3 1       | 27.166         | 1 28                              | 1,2        | 1,2        | 1,2    |                                       |             | 1.50                                  |         |                    |         |
| 168          | 1-143          | 1 29                              | 0,7        | 0.8        |        | 4                                     |             | /                                     |         |                    |         |
| 169          | 1-163          | / 30                              | 0,8        | 0,8        | 0.8    |                                       | 2           | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |         |                    |         |
| / 30         | 1-169          | / 31                              | < C, 3     | 0,3        | < 0,3  | - 2                                   | 3           | 80                                    |         |                    |         |
| 1.F.         | ,              | /32_                              | 6,.6       | 0,9        | .6,0   |                                       |             | 1.50                                  |         |                    |         |
| 1 72         |                | /33_                              | 6.0        | 0,8        | _5.0_  | ļ                                     |             |                                       |         |                    |         |
| / 33         |                |                                   | 0,4        | 0.8        | 0,6    | 0,9                                   |             | /_/                                   | 2       | ļ                  |         |
| 1 34         |                | 1 36                              | 1.0.1.     | lo, li     | 0,1    | n -                                   | 1.          | 1                                     | 5.      | ļ                  |         |
|              |                | F.E                               | <0,3       | <0,3       | < 0,3  | -9                                    | 1.5         |                                       |         | 0,1                |         |
| 7 76         |                |                                   | <0,3       | <0,3       | < 0,3  |                                       |             |                                       |         | ļ                  |         |
| r . 33       |                | 1 40                              | <0,3       | c0,3       | <0,3   | 0                                     | 1           | · /                                   |         | 5,                 | 1       |
|              | 1-113          | 1 11                              | 0,4        | 0.5        | _ال,٥_ | ļ                                     | 14          | _/                                    |         |                    |         |
| 79           |                |                                   |            | 0,6        | 0.6    | 1,0                                   | W.          |                                       | 9,      |                    |         |
|              | 17-179         |                                   |            | 0.8.       | F,0_   | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | No.         |                                       | 3,77    |                    |         |
| 18           |                |                                   |            |            | 0,5    | -                                     | ļ           | 1                                     | 4. 10   |                    |         |
|              | 181            |                                   |            | la,li      | -0,h   |                                       | de ,        | r                                     | Sign.   | 1/2                |         |
|              | 1-132          |                                   |            | <0,3       | < 0,3  | 4 5                                   | Mario       | /                                     | 1       |                    | ļ       |
| 115          |                |                                   | <0,3       | <0,3       | <0,3   | 4                                     | 46.         | 1                                     |         | 200                | -       |
| × 85         |                |                                   |            | -c,h       | 10,1   |                                       | 1/1/2       | 80 3                                  | 1       | 10,4               | -       |
| 25           | 1              |                                   |            | 0,5        | 0,5    | JA .                                  |             | 150                                   | .2%     | 4                  | -       |
| 83           |                |                                   |            | <0,3       | C0,3   | 1                                     |             | 1572                                  | ,st-    | 1 .42              | -3 1    |
| -1-33        |                |                                   |            | 0,5        | 0,5    |                                       | 100         | 1 :1                                  | - 4     |                    | -       |
| 1 39         |                |                                   | C0,3       | <0,3       | <0,3   | -                                     |             | 1120                                  | 444     | -                  |         |
| 190          | 1.189          | 1_55                              | 0.11       | 0,1        | 10,4   |                                       | -           | 150                                   |         | ļ                  | -       |

|          | 1   | 2   | 8  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 3.0 | 3.0 | /  |    | 3.0      |
| PATRONES | 8 1 | 79  | 83 | 80 | 80,7     |

Mza 6/9/34 ....

Formulario Nr. 14

| LABORATORISTA 1. | uconi Tamellini |
|------------------|-----------------|
| EECHA ANALISIS   | 10/0/1/         |
| FECHA ANALISIS   | 11101.19        |





GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO <u>Mendoza</u> ZONA <u>Sierca Pinlada</u>

# RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA Mendoza

| No.      | No.  | · No.                              | Otros-Elei   | nent.      |        |            |   |       |    |               |
|----------|--|------------------------------------|--|------------|--------|------------|---|-------|----|---------------|
| Orden    | Muestra  | Laboratorio                        | 1ra. Lect.   | 2da, Lect. | Media  | Ira, Repet | 2da, Repet.                             | Malla | Re | Observacione: |
| 63.9.9.5 | Tq-190   | 77.093                             | < 0,3  | 0,3        | < 0,3  | ć,         |   | 150   |    |               |
| 26       | 191  | 1 98                               | 0,6  | 0,1        | 0,6    | 0,6        |   |       |    |               |
|          |  |                                    | *******************  | A:         | Pedern |            | -1:0-1-00000000000000000000000000000000 |       |    |               |
| F3 9 27  | Pd 214   | 33.100                             | < 0,3  | 0,5        | 0,5    | F,O.       |   | 80    |    |               |
|          | 1 -215   |                                    | F,L  | 1,6        | 1,6    |            | ******************                      | 150   |    |               |
|          | 1 -216   |                                    |  | F.0.       | E,a    |            |   | 03    |    |               |
|          | 1 -2 17  |                                    |  | 0.8        |        |            |   |       |    |               |
|          | 1 2 18   |                                    | 1,0  | C, 6.      | 0,9    |            |   | /     |    |               |
| / 39     |  |                                    |  | 1,1        | 1,1    |            |   |       |    |               |
| /33.     |  |                                    | 0,8  | 0,8        | 6.0    |            |   |       |    |               |
| 1 3h     |  |                                    |  | 1,2        | 1.2    |            |   | 1     |    |               |
| /35      |  | /_09_                              |  | 0,6        | 0,6    |            |   | 150   |    | 0,6           |
| / 36     |  |                                    |  | _F.o_      | -0,3   |            |   |       |    |               |
| 1 32     |  | La.                                | 1,0  | 1,1        | 1.0    |            |   |       |    |               |
| 13.8.    |  | 1.3                                | 2,0  | 2,1        | 2,0    |            |   |       |    |               |
|          | 1 -9.9.6.  |                                    |  | 0,8        | -0,8   |            |   | 80.   |    |               |
|          | 1 - 9,9,7  |                                    | 0,8_   | 6          | 5,0    |            |   |       |    |               |
|          | 1-298  |                                    | -6,3   | 0,8        | _E,a_  |            |   |       |    |               |
|          | 1 - 229  |                                    | 1,1_   | 1.0        | 1.0    |            |   | /     |    |               |
| - 43     |  | 18                                 | -6,0   | 1,0        | 0,9    |            |   | 1     |    |               |
| /hh      |  | 19                                 |  | 0,8        | 0,8    |            |   | -/    |    | 0,6           |
| 1 15     | 1 -232   | 1 1                                | <0,3   | <0,3       | < 0,3  |            |   | 150   |    |               |
| <u> </u> |  | 1 22.                              |  | 1,2        |        |            |   | -60   |    |               |
| 4 43     | 1 -2 31.   | / 93                               |  |            |        |            |   |       |    |               |
| 113      | and the same of the same of  | Course in the same in the same one |  | ــ بلرهـــ |        |            |   | 120   |    |               |
| / 49.    |  |                                    |  | 0,5        | 0,5    |            |   | 150   |    |               |
| / 50     |  |                                    | -  |            | <0,3   |            |   | -80   |    |               |
| / 51     |  | 1.4 × 2. 12                        | A THE PARTY OF THE | 1,0        |        |            |   | 150   |    |               |
| / 52.    | Francisco State of St |                                    | 1  | 6,8        |        |            | ************                            | 08    |    |               |
| 53       | 1 -9,10  | *****                              |  | F,O        |        |            |   |       |    |               |
| 1 54     | 1 -2/11  |                                    | , ,  | 0,5        | 0,1    |            |   |       |    |               |
| / 55     |  |                                    |  | 1,0_       | -0,9   |            |   | 150   |    | .,            |
|          | 1-9/13   |                                    |  | _1,0       | _P,o_  |            |   |       |    |               |
| , 57     | 1 -2 44  | / 33                               | 0,9  | 0,9        | 0,9    |            |   | 3'    |    | 0,8           |

|          | 1   | - 2 | 3  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 3.0 | 3.0 | /  | /  | 3.0      |
| PATRONES | 10  | 70  | 30 | 65 | 70,0     |

| LABORATORISTA  | Luconi - Tomellini |
|----------------|--------------------|
| FECHA ANALISIS | 20/8/7/            |

Mza, G/9/7/

Responsable

Formulario Nt 14





GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO Mendoza ZONA Sierra Pinlada

PROVINCIA Mendoza

# RESULTADOS ANALITICOS

|   | *********** | 100 an                                 |            | Alux       |        | DETAIN DESTRUCTION |             |                |          |               |       |
|---|-------------|--|------------|------------|--------|--------------------|-------------|----------------|----------|---------------|-------|
| No. No.                                 |             | No.                                    |            | URA        | N10 en | -                  |             | Ciros-Element: |          | Observaciones |       |
| Orden                                   | Muestra     | Laboratorio                            | 1ra. Leet. | 2da. Lect, | Media  | Ira. Repet         | 2da. Repet. | Malla          | Proju.   | Rep 10%       | cione |
|   | AL 15       |  |            |            | 2,5    | 2,5                |             | 150            |          |               |       |
|   | 1-16        |  |            | 0,5        | 0,5    |                    |             |                |          |               |       |
|   | 13.         |  |            | 2,0        | 1,9    |                    |             |                |          |               |       |
|   | 1 18        |  |            | 1,6        | -1,3_  |                    |             |                |          |               |       |
|   | 1-19        |  |            | 1.0        | 2,5    | 1,5                |             |                | <u></u>  |               |       |
|   | 1 20        |  |            |            | 2,2    | 2,2                |             |                | ļ        | 2,6           |       |
|   | 1 - 21      |  |            | 8,0        | 0.5    | 0,5                |             | /              |          |               |       |
| 8 P. V                                  | 1 2,2,      | 8                                      | 2.8        | 2,6        |        |                    |             |                | ļ        |               |       |
| *************************************** |             |  |            | Rio        | Dian   | ante_              |             |                |          |               |       |
| 67 999.                                 | Dt          | 3.8 L.FF                               | 0,5        | c,5        | 0,5    |                    |             | 150            |          |               |       |
| 62.000                                  | 1 2         | , 39                                   | 0,5        | 0,5        | 0,5    |                    |             |                |          |               |       |
| 1_01                                    | 13          | 1 90                                   | < 0,3      | -o.h.      | < 0,3  |                    |             | /              | <u> </u> |               |       |
|   | 1 - h       | 4 91                                   | 0,4        | 0,4        | 0,1    |                    |             | -1             |          |               |       |
| 0.3                                     | 15          | 1 99                                   | 0,4        | 0.4        | 0,1    |                    |             | /              |          |               |       |
| -1 oh                                   | 1-306       | 1 93                                   | 0,5        | 0,5        | 0,5    |                    |             | /              |          |               |       |
|   |             | ************************************** |            | AO Pe      | derne  | ra                 |             |                |          |               |       |
| 68.005                                  | Pd 99       | 17.194                                 | 1.8        | 1,3        | 1.7.   |                    |             | -80            |          |               |       |
|   |             | - X-11                                 | Aº T       | gre        | Muest  | a Prol             | ļ           |                |          |               |       |
| 62006                                   | Tg 1.8      | 73195                                  | <0,3       | < 0,3      | < 0,3  |                    |             | 3.0            | o hom    |               |       |
| 0.3                                     | 1 1         | 1 96                                   | <0,3       | < 0.3      | <-0,3  |                    |             |                | 0,60.    |               |       |
| 03.                                     | Tg 213      | -, 93                                  | c.0.3      | < 0,3      | _0,3_  | -3                 |             |                | Super    |               |       |
| /03                                     | 1           | 5.8                                    | -0.3       | -0.3       | -0.3   |                    |             | -;             | o. Lom   |               |       |
| , 10                                    | 119 271     |  | <-0,3      | cc,3       | c.0,3  | ν.                 |             |                | Supert   | 0.4           |       |
| -1-1-1                                  | 19 2,74     | 10.0-1                                 | c.0.3.     | c.0.3_     | 0.3    |                    |             | 1              | oliom    |               |       |
| 1-5                                     | 179 - 275   | y02.                                   | <-0,3_     | C-0,3      | < 0,3  | 9                  |             |                | Super    |               |       |
| 13.                                     |             |  | <0,3       | C-C,3      | 60,3   |                    |             | 1              | o,lom.   |               |       |
| 1-11                                    | 1 1         | /O.li                                  | <0,3       | 0,3        | -0,3   |                    |             |                | 0,40 4   |               |       |
| 1 15.                                   | 19 276      |  | 0,6        | 0,5        | 0,5    | i-1                |             | 1              | Supert   |               |       |
| 1.6                                     | V           | 1 06                                   | -0,5       | 0,5        | 0.5    |                    | -           | 1              | o lion   |               |       |
| 1-1-1-1                                 | Tq - 2.17   | -ron-                                  | -0.4       | 0,1        | 0.4    |                    |             | 1              | Supert   |               | ***** |
| 1 13                                    | 1           | 08.                                    | 0,1        | 0.4        | 0.1    |                    |             | 1              | olion    |               |       |
| 111                                     | T9 278      | 1 09                                   | 20,3       | <0.3       | 0,3    | ij.                |             | 1              | Supert   | 30,3          |       |
| 1 20                                    | 1 ,         | 11                                     | -0.3       | -0.3       | -0.3   |                    |             | 1              | aliam    |               |       |

| 19        | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO |
|-----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS   | 3.0 | 3.0 | /  |    | 3.0      |
| PA'TRONES | 69  | 70  | 71 | 70 | 70.0     |

LABORATORISTA Lucani FECHA ANALISIS 29/8/7/1

Responsable





GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General

LABORATORIO Mendoza

REFOLIADO PO

RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA Mendoza



| No.          | No.  | No.                          |            | A luv      | NIO en | ppm        |             | Otros-   | Element- |                   | 200.00  |
|--------------|--|------------------------------|------------|------------|--------|------------|-------------|--|----------|-------------------|---------|
| Orden        | Muestra  | Laboratorio                  | Ira. Lect. | 2da, Lect. | Media  | Ira. Repct | 2da. Repet. | Malla  | Proj.    | Observ<br>Rep 10% | nciones |
| 68021        | Tg 239   | 77.2.12                      | < 0,3      | <0,3       | < 0,3  | 47         |             | 150  | Supert   |                   |         |
| , 22.        | -,   | 1.3.                         | 0,4        | o,li       | 0,4    | £          |             |  | 0,40.m   |                   |         |
|              | ·/   |                              |            |            |        | , -        |             |  | 0,60     |                   |         |
| 1 2 4        | Tg - 9,20  | / 15                         |            | 0,4        | 0,1    |            |             |  | 0,401    |                   |         |
| 1 9.5        | Tg - 2.21  | 1.16                         | 0,4        | _o, l      | 0,4    |            |             | -/   | Supert   |                   |         |
| 1 26         | yy   | Control of the second second |            | 0,1        | _1,0_  |            |             | <i>j</i>   | o, hom   |                   |         |
|              | 19-232   |                              |            | <0,3       | <0,3   | ,          |             | /  | 1        |                   |         |
|              | 79 2.83  |                              |            | 0,5        | 0,4    |            |             | 1  | Super    |                   |         |
|              |  |                              |            |            | < 0,3  |            |             |  | o hom    |                   |         |
| 1 30.        | Tg _ 224   | y 2.1                        | 0,5        | 0,5        | 0,5    |            |             |  | Sugart   | 0,5               |         |
| /31_         | i  | 1 9.3                        | 0,5        | 0,5        | 0,5    |            |             | /  | 0,40.112 |                   |         |
| 1 3.2        | Tg - 2.35  | 1 24                         | <0,3       | <0,3       | 0.3    | ,          |             | 1  | Superf   |                   |         |
| /33          | · /  | 1. 25                        | 0,4        | -c-li      | 0,4    |            |             |  | 0,40 m   |                   |         |
| /_3h         | Tg_266   |                              | < 0, 3     | < 0,3      | c-c,3  |            |             |  | v.       |                   |         |
| 35           | Tg - 287   |                              |            | _c,5_      | c, 5   |            |             | _/   | Supert   |                   |         |
|              | 1  | (3.0)                        |            | 0,4        | 0.4    |            |             |  | o, lom   |                   |         |
|              | Tg _ 2.88  |                              |            | 0,6        | 0,6    | ć          |             | /  | 1. 1.    |                   |         |
|              | Tg - 2.39  |                              |            |            | <0,3   | 2          |             | 1  | Sucri    |                   |         |
| / 39         | -v   | -/3.L                        | <-0,3      | 0,1        | <0,3   |            |             |  | orkam    |                   |         |
| <u> </u>     | 79-290   | 1 39                         | <0,3       | 0,4        | < 0,3  |            |             |  | Sugar    | 0,3               |         |
| 111          | 1 1  | -1-3h                        | 0.1        | 0,1        | 0,4    |            |             |  | o, lo m  |                   |         |
| 1 42         | 19-291   | 1 35                         | 0,6        | 0,6        | 0,6    | 4          |             | _/   | 0,200    | ļ                 |         |
| / 43         | 1 295  | /_36_                        | -0,1,-     | <0,3       | < 0, 3 | 3          |             | 1  | 1        |                   |         |
|              | 1 293  |                              | 1,0        | 2,11       | 0,4    | <i>-</i>   |             | _/   | - p p    |                   |         |
|              | 1 294  | SELECTION OF STREET          |            | 0,5        | 0,5_   | e          |             | /  | 11       |                   | -       |
|              | 1-295  |                              |            | 0,1        | < 0, 3 | 5          |             | /  | 1        |                   |         |
| 1 43.        |  |                              |            | 5.0        | 8,0    | >          |             |  | 111      |                   |         |
| hå.          | The second second second   |                              |            | 0,5        | 0,5    | r          |             | /  | 1        |                   |         |
| <u>, liq</u> | The second secon | 1 42                         | 0,.6       | -0,5       | 0,5    |            |             | F  | 1        |                   | _       |
| . 50         | 1-299  | 1 13                         | E,o        | -0,7_      | _F,o_  |            | ļ           | /  | 1-1-     | 0,6               |         |
| 51           | 1 300  | 1 45                         | 0,4        | 0,4        | 0,4    | >          |             | /  | 1.       |                   | _       |
| /59,         | -/ 301   | 1 46                         | -0,4-      | <0,3_      | < 0, 3 | ξ,         |             | · /  | 1        |                   |         |
|              |  | 1 1                          |            |            |        |            |             |  | ļ        |                   |         |
| N.           |  |                              |            |            |        |            |             | THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NAMED IN COLUMN TW |          |                   | -       |

| 1.00     | 1   | 2   | 3  | 4  | PROMEDIO |
|----------|-----|-----|----|----|----------|
| BLANCOS  | 3.4 | 3.3 | /  |    | 3.3      |
| PATRONES | 38  | 8.5 | 78 | 80 | 79.5     |

FECHA ANALISIS 29/2/4/L

Mz a 6/9/7/4 Lugar y Hecha

Responsable

Formulario Nr 14:



GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS Departamento Recursos Minerales División Prospección General ambienta!

PROTECCION REFOLIADO

TABORATORIO <u>Mendoza</u>

ZONA <u>Siecza Pinlada</u>

RESULTADOS ANALITICOS

PROVINCIA MELLOSZA.

|        |                                | SULIAL                    |   | UNIONE     |        |   |             | Malla          | 150  |               |
|--------|--------------------------------|---------------------------|---|------------|--------|---|-------------|----------------|--|---------------|
| No.    | No.                            | No.                       |   |            | N10 ci |   |             | Otros Element, |  |               |
| Orden  | Muestra                        | Laboratorio               | Ira. Lect.  | 2da, Leet, | Media  | Ira, Repet                              | 2da, Repet. |                | Brb 10%  | raciones<br>1 |
| 68362  |                                | 77.604                    |   | 04         |        |   |             |                | - Intara   |               |
| . 63   | Tg-305                         |                           |   | 0,4        | 0,4    | *************************************** |             |                | 1  |               |
| 164    | 1 - 308                        | 05                        |   |            | 0,4    |   |             |                |  | Malla         |
|        | 1 - 309                        | 1 05                      |   | 0,6        | (0,3/  |   | -           |                |  | I.ichia.      |
| 1 66   | 1 . 310                        | 1 03                      |   | 0,4        | 0,4    |   |             |                |  | 1             |
|        | 1 - 311                        | 2 09                      | 0,4   | 0,4        | 0,4    | *************************************** |             |                | -  | 1             |
| 1 62   | 1-319                          | 7 10                      | A 100 Company of the | 0,6        | 0,6 /  |   | 1           |                |  | 1.1           |
| 1 69   | 1 - 313                        | , 11                      |   | 0,5        | 0,5 /  |   |             |                | LIA. TITTO STATE OF THE STATE O |               |
| 15 100 | 1-314                          | 19                        |   |            | 200    | ,                                       |             |                | 2,3  |               |
|        | 1 - 315                        | 14                        | 0,3   | 1          | 03     | ł                                       |             |                | 7,3  |               |
| / 72   | 100                            | 1 15                      | 100000000000000000000000000000000000000   | 1,0        | 1,2    |   |             |                |  |               |
| , '73  | 100                            | 1 15                      | 1 1 1 1   |            | 6,3    | 1                                       |             |                |  |               |
| , 74   | 318                            |                           | 03  |            | co3 /  |   |             |                |  | Callo         |
| 1 75   |                                | , 18                      | 0,3   |            | 03     | 1                                       |             |                |  | Maila         |
| , 76   |                                | 1 19                      |   |            | 03     | 1                                       |             |                |  | 1             |
| ור ע   |                                |                           | 0,3   |            |        |   |             |                |  |               |
| 1 78   | THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO | A COLUMN TOWNS TO SERVICE |   |            | 03     | 1                                       |             |                |  |               |
| 1 79   |                                | 1 90                      | C-0,3   | 0,3        | ( 93 ' |   |             |                |  |               |
| , 80   |                                |                           |   |            | (0,3 / |   |             |                | (0,3   |               |
| 1 31   | 1 - 327                        |                           | (-0,3   |            | 603    |   |             |                |  |               |
| , 32   | 11 - 398                       |                           | C.03  | co3        | 03     | /                                       |             |                |  |               |
| . 33   | 1 329                          |                           | 5.03  | 0,3        | 03     | 1                                       |             |                | -  |               |
| 1 31.  | 1 - 330                        |                           |   | 03         |        | /                                       |             |                |  |               |
| 1. 35  | 1 -331                         | , 99                      | c 03  | 60,3       | 03     |   |             |                |  |               |
| 1 36   | 1 - 332                        |                           |   | 0,5        |        |   |             |                |  |               |
| , 37   | . 333                          | 1-1-31                    | 2,8   | 2,3        | 23 -   | ^                                       |             |                |  |               |
| 1 . 3% | -334                           | 1 32                      | 10,7  | 0,7        | 07/    |   |             |                |  | ļ             |
| 1 39   | / - 335                        | and the same of the       | 1-1-1   | 1,0        | 1,0    |   |             |                |  | -             |
| 1 90   |                                | -                         |   | 0,1        | 0,7    |   |             |                | 0,7  |               |
| 1 91   | 1 33                           |                           |   |            | 12,7   |   |             | ļ              |  |               |
| 1 92   | 332                            |                           |   | 0,7        | 0,7    |   |             |                |  |               |
| / 93   | 1 339                          |                           |   | C,O        | 0,7    |   |             |                |  |               |
| 1 94   | 1 - 340                        |                           |   | -0,9       | 1      |   | ···         |                |  |               |
| / 95   | 1.341                          | 1_40                      | 0,5   | 0,5        | 0,5    | *                                       | -           |                |  | !             |

| Harrist School | 1   | 2   | 3  | 4  | - I'ROMEDIO |
|----------------|-----|-----|----|----|-------------|
| BLANCOS        | 3,0 | 3,0 | 1  | 1  | 3,0         |
| PA TRONES      | 79  | 81  | 30 | 80 | 30,0        |

FECHA ANALISIS 30 9 74

Mza., 30 9 74.

Responsable

Formulario Nº 142





# **ANEXO 2**

Evaluación de las condiciones del terreno natural por debajo de colas sólidas del sector C







### GERENCIA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

INF-PMP\_ CMFSR\_C-001

INFORME TÉCNICO

Página 1 de 6

<u>TÍTULO:</u>

Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C".

### 1. OBJETIVO

El trabajo tiene como finalidad la evaluación de las condiciones del terreno natural ubicado por debajo de las colas de mineral, mediante la ejecución de perforaciones dirigidas.

Dichas colas de mineral están depositadas en el área denominada "Sector C" del área de residuos del CMFSR.

| Prej                        | Preparó      |                         | risó                    | Intervino calidad    | Aprobó                    |
|-----------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|
| Too, R. A. Roldsin<br>CMFSk | Lie 8 Degree | Ing A R Asenjo<br>CMFSR | Lie S Diefusz<br>CMI SR | Ing H.R. Ponte CMISR | Ing. A.R. Asenjo<br>CMFSR |

DISTRIBUCIÓN

ESTADO DEL DOCUMENTO

LIBERADO

Distribuyo:

CDD Nº: 183

Copia Nº: O1

ING. HECTOR RAUL PONTE GESTION DE CALIDAD G. M. F. SAN RAFAEL

Firma:

Fechal 4

ING. RECTON TABL PONTE GESTION DE CALIDAD C. M. F. GAN PAFAGE

NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.







CNEA

Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C".

INF-PMP\_ CMFSR\_C-001 Página 2 de 6



### INDICE

| 1. | OR  | RJETIVO                    | 1 |
|----|-----|----------------------------|---|
| 2. | AB  | BREVIATURAS Y DEFINICIONES | 3 |
|    | 1.5 | Abreviaturas               | 3 |
|    | 2.2 | Definiciones               | 3 |
|    |     | ESARROLLO                  |   |
|    |     | Introducción               |   |
|    | 3.2 | Metodología                | 3 |
|    | 3.3 | Conclusiones               | 6 |



ambienta.

FO-PR-002 r 3

CNEA

Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C".

INF-PMP\_ CMFSR\_C-001 Página 3 de 6

### 2. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

2.1 Abreviaturas

CMFSR

Complejo Minero Fabril San Rafael

STC

Sondeo o perforación de muestreo

2.2 Definiciones

LITOLOGÍA

Tipo de roca perforada y sus características.

DIAMANTINA

Sistema de perforación y muestreo.

TESTIGOS

Tipo de muestras obtenidas a distintas profundidades.

RUMBO

Dirección de la perforación con respecto al norte geográfico.

INCLINACIÓN

Ángulo de la perforación respecto a la horizontal

### 3. DESARROLLO

### 3.1 Introducción

En el mes de septiembre del año 2008 se da inicio a la ejecución de tres perforaciones dirigidas con inclinación por debajo de las colas sólidas, ubicadas en el sector C "Dique de colas sólidas", entre las coordenadas Gauss-Krueger X= 6.164.200 - 6.164.600 Y= 2.536.400 - 2.536.800, según se indica en el PLANO I adjunto - "Sector C - Sondcos Control Impacto Ambiental"

La ejecución de los trabajos son llevados a cabo con personal y maquinaria de la División Evaluación - Regional Cuyo, bajo la supervisión de la División Control Geológico y Minería del CMFSR.

### 3.2 Metodología

Las perforaciones denominadas STC1, STC2 y STC3 se realizaron por el método de diamantina, con recuperación de testigos. Se detalla a continuación la localización, descripción litológica y resultados químicos de cada una de dichas perforaciones.

### Perforación STC1

Localización

Y = 2.536.677

Z = 1036.17

Inclinación respecto a la horizontal ....... 40°

Profundidad Final ...... 35,50 m.

Avance bajo Pila ...... 10.00 m.





CNEA

Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C".

INF-PMP\_ CMFSR\_C-001 Página 4 de 6

REFOLIADO

Descripción litológica: Inicia sobre dique de diabasa

A 8,70m ...... contacto diabasa-conglomerado (muy fracturado).

A 10,00m ...... arenisea tobácea muy fracturada hasta los 13,00m

De 13,00m a 28,25m ..... conglomerado decolorado muy fracturado.

A 28,25m .... contacto conglomerado – arenisca tobácea muy fracturada.

A 35,50m ...... se abandona perforación por pérdida de inyección y dificultad de avance.

### Ensayos químicos

| Profundidad | U    | PH   | Sulfatos |
|-------------|------|------|----------|
| m.          | ppm  |      | %        |
| 1,00        | 1,97 | 8,70 | < 0.02   |
| 5,00        | 1,46 | 8,87 | < 0.02   |
| 10,00       | 2,50 | 8,45 | < 0.02   |
| 15,00       | 1,78 | 9,01 | < 0.02   |
| 20,00       | 2,98 | 8,35 | < 0.02   |
| 25,00       | 4,89 | 8,63 | < 0.02   |
| 30,00       | 0,64 | 8,31 | < 0.02   |
| 32,00       | 3,30 | 8,65 | < 0.02   |
| 34.00       | 1,72 | 8,57 | < 0.02   |
| 35,50       | 1,21 | 8,53 | < 0.02   |

### Perforación STC2

### Localización

| ALIZAC ROD                           |               |
|--------------------------------------|---------------|
| Coordenadas                          | X = 6.164.255 |
|                                      | Y = 2.536.612 |
|                                      | Z = 1030.70   |
| Rumbo                                | N 359° E      |
| Inclinación respecto a la horizontal | 350           |
| Profundidad Final                    | 40 m.         |
| Avance bajo Pila                     | 32 m.         |
| Fecha de finalización                | 26/09/2008    |
|                                      |               |

<u>Descripción litológica</u>: Inicia sobre arenisea rosada, de grano fino a muy fino, fracturada con baja recuperación de testigos basta los 6m.

De 6,00m a 7,35m ...... Areniscas tobáceas moradas

De 7,35 a 9,00m ...... Conglomerado muy fracturado y decolorado

De 9,00 a 12,80m ...... Areniscas rojizas de grano muy fino poco fracturadas

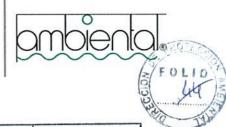
De 12,80 a 18,40m ...... Conglomerado tobáceo muy fracturado

De 18,40 a 28,30m ...... Arenisca conglomerádica bandeada grisácea, grano fino

poco fracturada. (de 24 a 26m zona de falla)

De 28,30 a 30,80m ...... Diabasa poco fracturada





CNEA

Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C".

INF-PMP\_ CMFSR\_C-001 Página 5 de 6

De 30,80 a 40,00m ...... Arenisca conglomerádica gris compacta

### Ensayos químicos

| Profundidad | £    | PH                    | Sulfatos             |
|-------------|------|-----------------------|----------------------|
| m.          | ppm  | No option or to be of | %                    |
| 1,00        | 0,15 | 8,58                  | < 0.02               |
| 3,00        | 0,58 | 8,89                  | < 0.02               |
| 5,00        | 1,34 | 8,99                  | < 0.02               |
| 10,00       | 0,89 | 8,75                  | < 0.02               |
| 15,00       | 1,13 | 8,37                  | < 0.02               |
| 20,00       | 0,80 | 9,07                  | < 0.02               |
| 25,00       | 0,93 | 9,17                  | 0,10 (Zona de falla) |
| 30,00       | 1,21 | 9,62                  | < ().06              |
| 35,00       | 0.76 | 8,99                  | 0.02                 |
| 40,00       | 1.10 | 9,42                  | < 0.02               |



### Perforación STC3

### Localización

Descripción litológica. Inicia en conglomerado hasta el final (32,00m), con intercalaciones areniscosas, muy fracturado en su totalidad.

### Ensayos químicos

| Profundidad | (I)  | PH               | Sulfatos |
|-------------|------|------------------|----------|
| m.          | ppm  | 8-40 A P 477 A P | 9/0      |
| 1,00        | 0.85 | 8,65             | < 0.02   |
| 3,00        | 0,64 | 8,28             | < 0.02   |
| 5,00        | 0,90 | 8,80             | < 0.02   |
| 7,00        | 1,15 | 8,56             | < 0.02   |
| 10,00       | 0,88 | 8,98             | < 0.02   |
| 15,00       | 0,74 | 9,18             | < 0.02   |
| 20,00       | 1,00 | 9,29             | < 0.02   |
| 25,00       | 1,12 | 9,06             | < 0.06   |
| 30,00       | 0,73 | 8,31             | < 0.02   |
| 32,00       | 0,97 | 9,01             | < 0.02   |





CNEA

Evaluación de las condiciones del terreno natural, por debajo de las colas sólidas, en el Sector "C".

INF-PMP\_ CMFSR\_C-001 Página 6 de 6

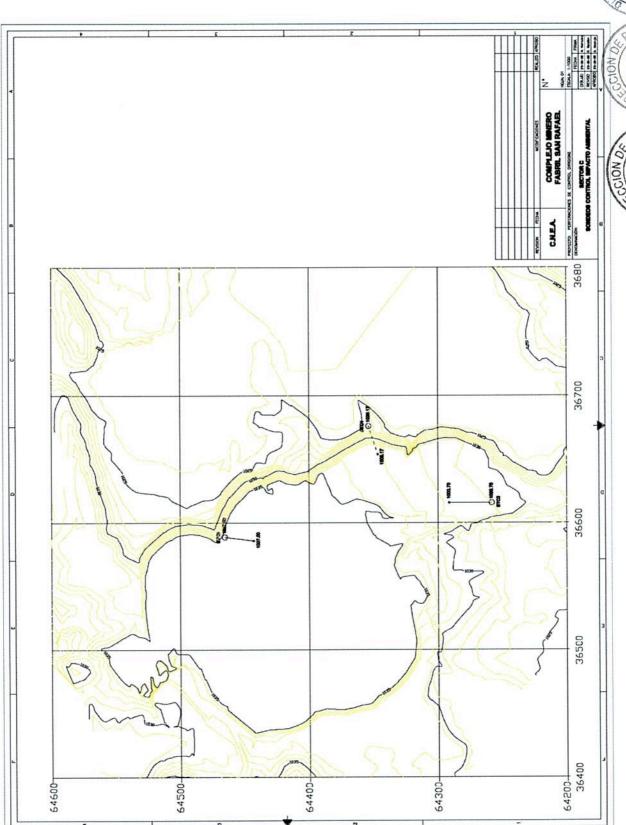
REFOLIADO

3.3 Conclusiones

Los resultados de los análisis químicos que anteceden efectuados en los laboratorios de este CMFSR, indican para los terrenos subyacentes del área de "Diques de colas sólidas" valores normales de fondo para los etementos estudiados.













# ANEXO 3 Composición de los Residuos Sólidos en disposición temporal