



CUERPO X

## IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA ADMINISTRATIVA

Número	Letra	Año	Código y descripción ámbito iniciador	Tipo
1169	D	2014	03834 - DPA	E

### INICIADOR

Cuit o Documento	Apellido y Nombre o Razón Social Primer Iniciador
30-5466671-0	Comisión Nacional de Energía Atómica

### ASUNTO

Código	Texto del Asunto
	Ref: 11614 Complejo Minero Telsil San Rafael Etapa Remediación - Fase 1

### OTROS DATOS

Cantidad de Fojas	Fecha Iniciación



## **Descripción del Patrimonio Cultural de la zona de estudio.**

Dr. Gustavo Neme

### **ANTECEDENTES REGIONALES**

El sur de la provincia de Mendoza fue uno de los primeros lugares de la región en contar con trabajos arqueológicos sistemáticos (Lagiglia 1968; Semper y Lagiglia 1968). Es justamente aquí donde hacia finales de la década del 50 se realizan los hallazgos más importantes de la provincia, en la llamada Gruta del Indio (Figuras 1 y 2). Una serie de fechados radiocarbónicos mostró la existencia de poblaciones humanas de más de 10.000 años en las proximidades de San Rafael, asociados a restos de fauna extinta de caballo, milodon y macrauquenia, entre otros (Lagiglia 1968; Long *et al.* 1998; Lagiglia y García 1999). Además de estos antiguos restos, la gruta del indio contenía una secuencia de ocupación que se continuaba hasta la llegada de los primeros agricultores a estas latitudes cerca de 2000 años AP. Restos de zapallo, poroto, quinoa y maíz fueron recuperados en este sitio arqueológico en asociación a restos de animales y plantas silvestres, restos de fogones e instrumentos de piedra (Semper y Lagiglia 1968; Lagiglia 1980a).

P D R



Figura 1. Gruta del Indio.

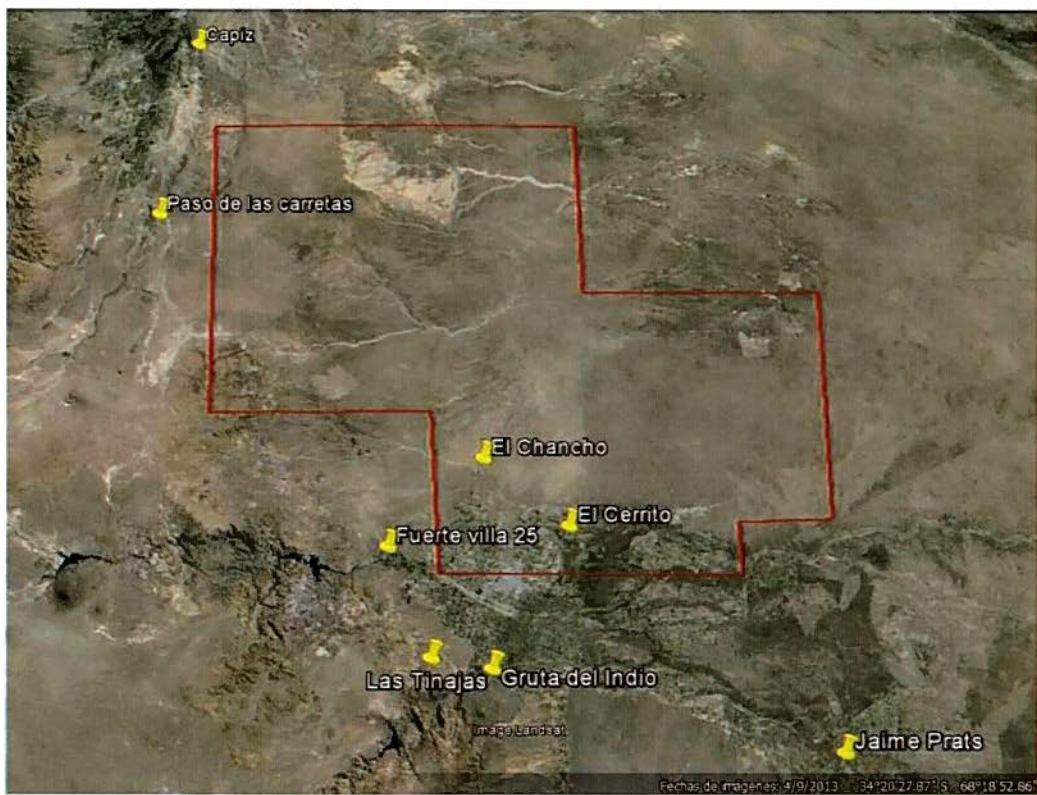


Figura 2. Área San Rafael con los sitios arqueológicos más importantes mencionados en el texto.

P 28



También durante esa época, otros sitios arqueológicos en la localidad de Los Coroneles, fueron localizados y caracterizados como pertenecientes a ocupaciones muy antiguas (Lagiglia 1980b). Sin embargo hoy estos han sido re caracterizados como sitios de canteras para la extracción de materias primas, y no como un reflejo de productos terminados de edades muy antiguas y de características toscas.

Posteriormente otro sitio arqueológico localizado en los campos de dunas que rodean San Rafael por el norte, mostro la presencia de restos arqueológicos de gran antigüedad, con fechados de 11.000 años AP (Tripaldi et al. 2009). Si bien aún no se cuenta con trabajos detallados publicados, las características de este sitio arqueológico denominado El Chancho (Figuras 2 y 3), sugieren la presencia de pequeños grupos humanos haciendo uso de materias primas locales y con eventos de corta permanencia en el lugar (Tripaldi et al 2009).

Al igual que en la mayor parte del sur de la provincia, después de estas ocupaciones humanas tempranas, el registro arqueológico desaparece o se hace muy escaso en la planicie de San Rafael. De esta forma, entre los 7000 y 4000 años AP, en lo que denominamos Holoceno medio, no han sido descubiertos sitios arqueológicos (Neme y Gil 2008, 2012). Esto ha sido interpretado de diferentes maneras, las cuales pueden resumirse como:

- a. Un hiatus de ocupaciones humanas producto de problemas de muestreo (García 2005)
- b. Un aumento en la frecuencia de eventos volcánicos que habrían impactado fuertemente en el ambiente y por ende en los recursos de la región (Durán y Mikkan 2010)
- c. Un proceso de aridez muy fuerte que habría disparado procesos de abandono de la región y/o, cambios en la movilidad que dificultan la localización de materiales arqueológicos (Zárate et al 2005; Neme y Gil 2008).

P  
de P



Figura 3. Excavación arqueológica del sitio El Chancho.

Hacia los últimos 4000 años AP, las ocupaciones humanas vuelven con fuerza a la región, multiplicándose los sitios arqueológicos en todos los ambientes del sur de Mendoza (Neme y Gil 2008; 2012). Al mismo tiempo, y especialmente hacia los últimos 2000 años, se diversifica el uso de animales y plantas para la subsistencia, así como la explotación de materias primas líticas de muy buena calidad (Giesso et al. 2011; Neme y Gil 2012). Otros desarrollos tecnológicos se abren paso en la región, como son los casos del arco y la flecha y la incorporación de la tecnología cerámica.

Numerosos sitios arqueológicos dentro y en los alrededores del área muestran manifestaciones de arte rupestre tales como las de la Cueva del Indio, la Gruta de Las Tinajas (Figura 4), Salto el Morado y El Cerrito entre muchos otros (Lagiglia 1968; Schobinger 2002).

Finalmente es importante destacar que en las inmediaciones del área San Rafael han sido encontrados numerosos entierros y cementerios, algunos de ellos de gran impacto dentro de la arqueología local. El cementerio de Jaime Prats,

P 28 P



(Figura 2) con más de 150 individuos, constituye un claro ejemplo de la importancia de esta región dentro de la cosmología regional (Lagiglia 1994). Cañada seca y Gruta del Indio son también buenos ejemplos del potencial regional para el hallazgo de restos humanos en contextos de entierro.



Figura 4. Arte rupestre en la Gruta de Las Tinajas.

#### EL REGISTRO ARQUEOLÓGICO EN EL ÁREA SAN RAFAEL

Como se mencionó en la sección de antecedentes regionales, el área San Rafael cuenta con una serie de sitios arqueológicos importantes, como los de los médanos del arroyo seco de El Chancho (Tripaldi et al 2009), o las pinturas rupestres de El Cerrito (Figuras 5 y 6). Otros trabajos de rescate arqueológico para tendidos eléctricos y trazados de rutas en los alrededores de San Rafael, permitieron identificar concentraciones de materiales arqueológicos en Los Coroneles.



Figura 5. Vista de El Cerrito.



Figura 6. Pinturas rupestres en El Cerrito.

En el marco de estos estudios se realizaron prospecciones en aquellos lugares que no contaban con trabajos previos. Sin dudas, la presencia del río

R DR N



Diamante en medio de un área desértica, ha sido una atracción para las poblaciones prehispánicas que habitaron la región, generando una gran cantidad de sitios arqueológicos. Durante los estudios se priorizó muestrear los distintos tipos de ambientes que caracterizan el área San Rafael. De esta manera, en el oeste del área se realizaron transectas y prospecciones dirigidas en tres tipos de ambientes diferentes, mientras que en el este se realizaron otras dos transectas. Todas tuvieron un largo de dos kilómetros y cubrieron un ancho de cuatro metros.

En primer lugar se recorrió el arroyo El Chancho (Transecta 1), en las proximidades del sitio arqueológico de El Chancho (ver figuras 7 y 8). En esta transecta no se identificaron materiales arqueológicos en superficie. Sin embargo, se revisaron perfiles, identificándose huesos enterrados en un sector de la barranca.

La transecta 2 apuntó a monitorear el comportamiento de los materiales arqueológicos en los sectores más altos de la planicie mendocina. De esta forma se pudo localizar la presencia de una concentración de materiales arqueológicos que denominamos Divisadero 1 (Figura 7 y 9). Esta concentración tenía cerámica, lascas y núcleos de sílice, basalto y riolita, manos de moler y cascarras de huevo de ñandú (Figuras 10 y 11).



Figura 7. Localización de las transectas (banderas) y sitios arqueológicos (pines amarillos) dentro del área San Rafael.

PDRK

1826



Figura 8. Vista del río seco El Chancho durante la Transecta 1.

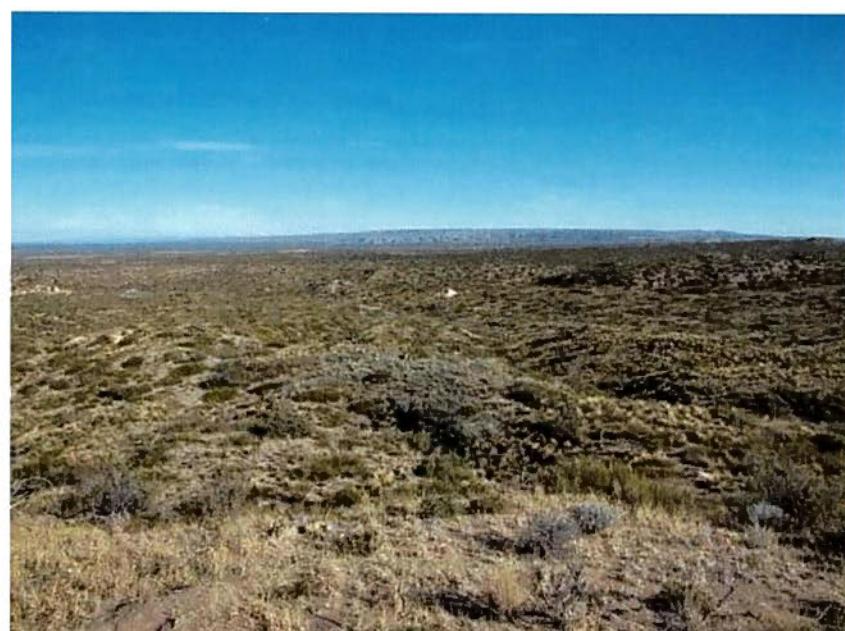


Figura 9. Sitio arqueológico Divisadero 1

Pdep



Figura 10. Núcleo de riolita y cerámica en el sitio arqueológico Divisadero 1.



Figura 11. Cerámica tipo arbólito en Divisadero 1.

La tercer transecta del sector oeste del área se realizó en las proximidades de las nacientes de río seco de Las Peñas. En este lugar, termina el bloque de San

P de 16



Rafael, y allí afloran numerosas vertientes que se secan poco después de dejar la Sierra Pintada (Figura 12). Esto hace que se convierta en un área con concentración de sitios arqueológicos, algunos de los cuales fueron localizados a lo largo de la transecta realizada (Transecta 3). De esta forma se identificaron cuatro sitios arqueológicos, Las Peñas 1, Las Peñas 2, Las Peñas 3 y Las Peñas 4.

Las Peñas 1 corresponde a una concentración de elementos de molienda y lascas de sílice que fue impactada por el paso de una picada de acceso a los campos del lugar (Figura 13). En el sitio Las Peñas 2 se encontraron lascas de sílice (Figura 14), en las Peñas 3 un núcleo de sílice y en Las Peñas 4 una punta de proyectil triangular de base recta de obsidiana (Figura 15).



Figura 12. Vertiente en las proximidades del nacimiento del río seco Las Peñas.

P  
de  
P

1879



Figura 13. Elementos de molienda en el Sitio Las Peñas 1.



Figura 14. Lasca de sílice en el Sitio Las Peñas 2.

P28P



Figura 15. Punta de proyectil de obsidiana en el sitio arqueológico Las Peñas 4.

En el sector este del área, se eligieron dos ambientes distintos, uno en las proximidades de la reserva de Ñacuñan, al norte del área, con un ambiente de monte cerrado y sin fuentes de agua próximas (Transecta 4) y otro al sur, más próximo al río Diamante, en un sector de paleocauces (Transecta 5).

En la transecta 4 no se identificaron materiales arqueológicos, sin embargo es importante destacar que la visibilidad superficial era muy mala debido a la fuerte cobertura vegetal del lugar (Figura 16).

Por último en el sector sur este del área San Rafael se realizó la transecta 5 a lo largo de la cual se encontró una concentración de material arqueológico a la que denominamos sitio Monte Coman 1 (Figuras 17 y 18).

P  
J  
de  
R

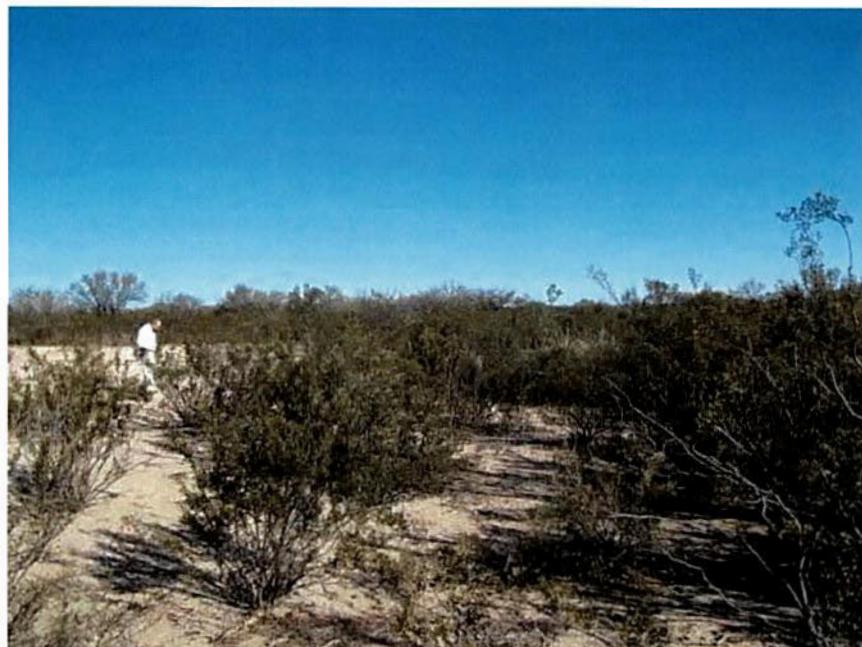


Figura 16. Vista de uno de los sectores donde se realizó la transecta 4.



Figura 17. Panorámica del área de la transecta 5.

P  
DE  
P

A handwritten note consisting of three stylized letters: 'P', 'DE', and 'P' stacked vertically. The 'P' on the left is tall and thin, the 'DE' in the middle is wider, and the 'P' on the right is shorter and wider.

1987



Figura 18. Lascas en la transecta 5. Sitio arqueológico Monte Coman 1.

#### MAPA DE SENSIBILIDAD ARQUEOLÓGICA DEL ÁREA SAN RAFAEL

En base a los antecedentes arqueológicos publicados e inéditos del área San Rafael, así como a las prospecciones realizadas para el presente informe, se puede elaborar un mapa preliminar de sensibilidad arqueológica. Es necesario tener en cuenta que dado el gran tamaño del área informada, de realizarse tareas de prospección o sísmica en algún sector del área San Rafael, primero será necesario realizar un trabajo arqueológico de mayor detalle.

Los resultados indican que las áreas de mayor sensibilidad son aquellas con cuerpos de agua permanentes (Figura 18). En este sentido hay dos sectores en el sur del área que son atravesados por el río Diamante. Trabajos previos indican que en las márgenes de los ríos Atuel y Diamante se concentraron asentamientos de distintos tipos. Ejemplos de estos son los sitios de Rincón del Atuel, Gruta del Indio, Las Tinajas, el cementerio de Jaime Prats y el de Cañada seca, solo para mencionar algunos.

El otro sector de alta sensibilidad está localizado en el oeste, y allí se concentran vertientes que emanan del límite norte de la Sierra Pintada. Aquí se

P 28 18



localizaron diversos sitios arqueológicos en las nacientes del arroyo Las Peñas. Además, se detectó la presencia de cuevas y aleros que potencialmente pudieron ser utilizados como refugio por parte de los grupos humanos prehispánicos. El sitio arqueológico de El Cerrito (con materiales arqueológicos y arte rupestre) también fue considerado como de sensibilidad alta, al igual que el Divisadero 1.

Sectores con sensibilidad media son los que bordean los cauces secos como los de Las Tosca, Las Peñas, El Chancho, etc. Las transectas realizadas en estos lugares casi no aportaron materiales arqueológicos, sin embargo en trabajos previos se detectaron algunas concentraciones como la del sitio arqueológico de El Chancho, de alrededor de 11.000 años de antigüedad.

También se consideró de sensibilidad media el sector donde afloran conos volcánicos, dado que es esperable que este tipo de expresiones geológicas en medio de la planicie sean de alguna forma rasgos del paisaje que puedan haber atraído grupos humanos, tal como lo fue el caso de El Cerrito.

El resto del área puede ser considerada en forma preliminar como de baja sensibilidad, según se pudo generalizar a partir del resultado de las transectas realizadas.

A handwritten mark consisting of three stylized letters: a vertical line with a loop at the top, followed by a double-lined 'B' shape, and finally a vertical line with a loop at the bottom.

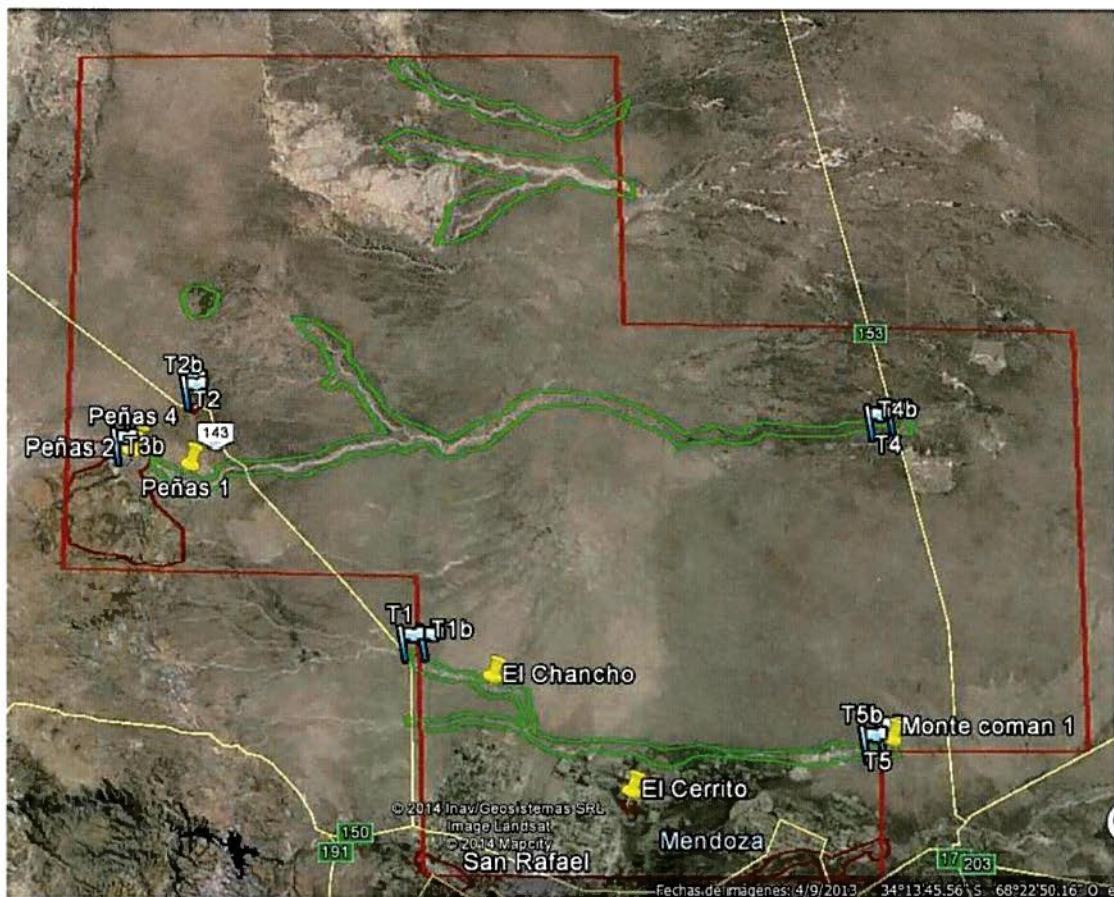


Figura 18. Mapa de sensibilidad arqueológica del área San Rafael. Trazos en morado; sensibilidad alta, trazos en verde sensibilidad media, el resto; sensibilidad baja.

P  
de  
n



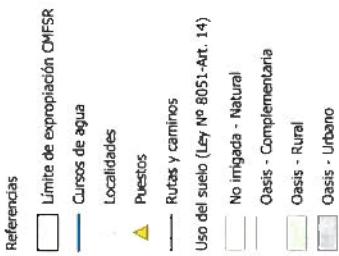
Comisión Nacional de Energía Atómica  
Gerencia de Producción de Materias Primas  
Complejo Minero Fabril San Rafael

## **ANEXO XI**

### **Respuesta al Dictamen**

-Mapa de clasificación de usos del suelo.

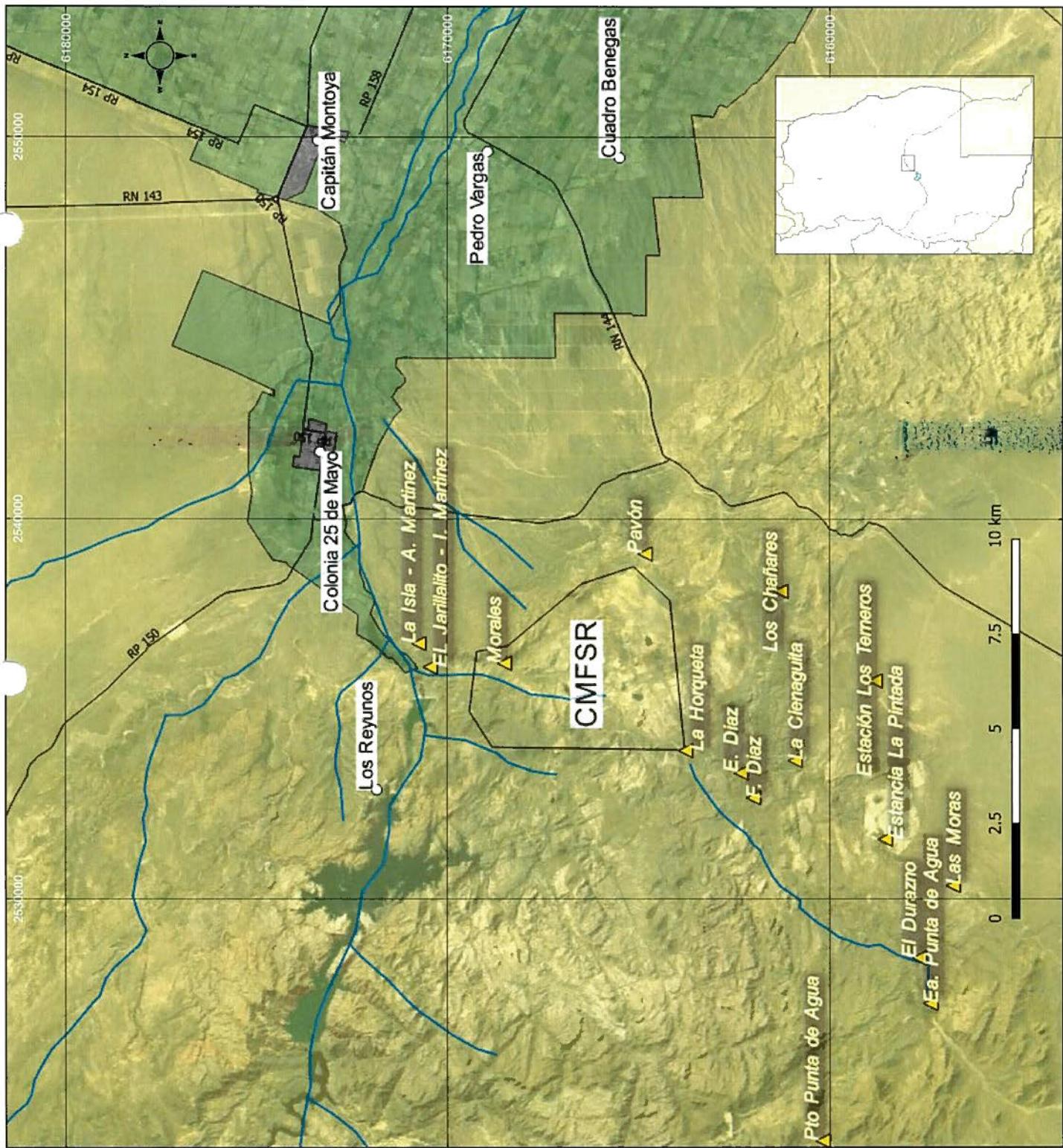
**CLASIFICACIÓN DE USOS  
DEL SUELO**  
(Ley N° 8051-Art. 14)  
**AREA DE INFLUENCIA**  
**COMPLEJO MINERO FABRIL  
SAN RAFAEL**



Comisión Nacional de Energía Atómica  
Gerencia Exploración de Materias Primas  
Complejo Minero Fábril San Rafael

PROYECCIÓN Gauss Kruger - Argentina - Fila 2  
SISTEMA DE COORDENADAS POSGAR94 (WGS84)  
EDICIÓN Año 2017.

1886  
FUENTE: Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial  
de la Prov. de Mendoza



D  
RS  
D



Comisión Nacional de Energía Atómica  
Gerencia de Producción de Materias Primas  
Complejo Minero Fabril San Rafael

## ANEXO XII

# Respuesta al Dictamen

Publicaciones Paleontológicas

- Krapovickas et al 2.015
- Mancuso et al. 2.016



## Tetrapod and invertebrate trace fossils from aeolian deposits of the lower Permian of central-western Argentina

Verónica Krapovickas<sup>a\*</sup>, Claudia A. Marsicano<sup>a</sup>, Adriana C. Mancuso<sup>b</sup>, Marcelo S. de la Fuente<sup>c</sup> and Eduardo G. Ottone<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Cs. Geológicas, FCEN, Universidad de Buenos Aires, IDEAN-CONICET, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina; <sup>b</sup>IANIGLA-CONICET, Mendoza, Argentina; <sup>c</sup>Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza, Argentina

(Received 25 September 2013; accepted 12 March 2014; first published online 29 April 2014)

Abundant tetrapod footprints are described from the Early Permian Yacimiento Los Reyunos Formation including both collected and *in situ* specimens. The slabs come from several quarries at the Sierra Pintada and Sierra de las Peñas area, south-west of Mendoza, Argentina. The trace fossil assemblage, which constitutes one of the oldest known from Gondwana, comprises excellent-preserved tetrapod tracks (*Chelichnus duncani*, *Chelichnus gigas* and 'pear-like' footprints) and invertebrate simple sub-horizontal (*Palaeeophycus tubularis*) and vertical (*Skolithos* isp.) burrows formed in a aeolian dune field. The analysis of the tetrapod track producers indicates the presence of at least three different taxa of sprawling to semi-erect therapsids, thus suggesting the presence of members of this clade, or closest relatives, in the Early Permian of southern Gondwana. Moreover, a series of measurements and simple indexes were developed to estimate body proportions and locomotion styles of the putative trackmakers. The new assemblage, analysed in the context of other known Permian assemblages from Pangea, is one the few known in Gondwana to be present in an aeolian environment. The evaluation of the assemblage, in the light of aeolian ichnofacies (*Chelichnus*, *Octopodichnus* and *Entradichnus*), shows that it has common elements with the *Chelichnus* and *Entradichnus* ichnofacies.

**Keywords:** *Chelichnus*; Therapsida; Yacimiento Los Reyunos Formation; locomotion; *Chelichnus* ichnofacies; *Entradichnus* ichnofacies

### Introduction

In Laurasia, footprints and trackways preserved in aeolian facies are common during most of the Permian. The first mentioned records are those from the Upper Permian of Scotland, well known as they constitute the first scientific report of tetrapod tracks (e.g. Buckland 1828; Duncan 1831; Jardine 1850; McKeever 1991; McKeever and Haubold 1996; Pemberton and Gingras 2003; Lucas and Hunt 2006). In continental Europe, tetrapod footprints in aeolian facies were only described from the Middle–Upper Permian of Germany (e.g. Haubold 1971; Lucas and Hunt 2006). In North America, there is an extensive record of tracks associated with aeolian deposits described from several localities in the southwest of the USA. They were first described by Lull (1918) and Gilmore (1926, 1927, 1928) from the Lower Permian Coconino Sandstone that crops out in Arizona, but later they were also mentioned from equivalent levels in Utah, Colorado and New Mexico (e.g. Lockley and Madsen 1993; Lockley and Hunt 1995; Lockley et al. 1995, 1998; Lucas and Hunt 2006).

Conversely in Gondwana, Permian tetrapod footprints are, in general, fairly scarce and more striking when those preserved on aeolian facies are only considered. In

general, Gondwanan Permian footprint records include those from Lower and Upper Permian of Morocco (Voigt et al. 2010, 2011), the Upper Permian of South Africa (Smith 1993), the Upper Permian of southeastern Brazil (Costa da Silva et al. 2012) and the Lower Permian of Argentina, where these are the only known Gondwanan Permian tracks associated with aeolian deposits. These records include relatively small footprints recently described from fluvial–aeolian deposits of the Early Permian Patquia Formation, La Rioja Province (Krapovickas et al. 2010), and the footprints and trackways described herein from the Early Permian Yacimiento Los Reyunos Formation. This unit includes several footprint-bearing levels related to dune deposits that were for the first time described by Cei and Gargiulo (1977) who studied a single slab from Dr Baulés quarry in the San Rafael area (Mendoza province). Subsequently and from the same locality, Aramayo and Farinati (1983) studied another single slab. After that, several slabs were gathered from several small quarries located at the Dr Baulés area and several kilometres northwards, in the Sierra de las Peñas area (see Figure 1(a)). At present, all this material is housed in the collections of the Museo de Historia Natural of San Rafael and was collected by one of its former

\*Corresponding author. Email: [vkapovickas@gl.fcen.uba.ar](mailto:vkapovickas@gl.fcen.uba.ar)

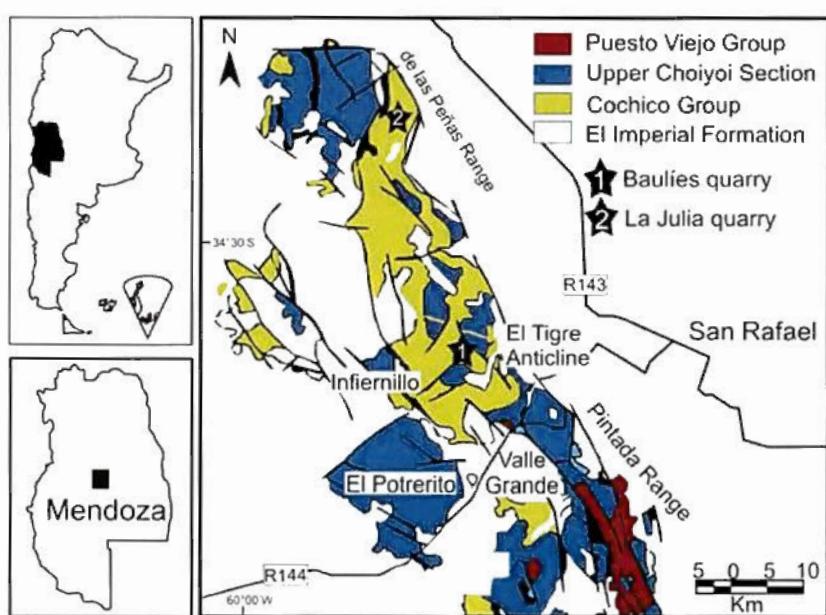


Figure 1. (Colour online) Geological map of the San Rafael Block, central-western Argentina showing the study area (stars). Source: Modified from Kleiman and Japas (2009).

directors, Dr H. Lagiglia. Recently, only part of these tracks were briefly described and figured by Melchor (1997, 2001), without mention of the invertebrate traces associated.

The main goal of the present contribution is for the first time to accurately describe all known materials from the Yacimiento Los Reyunos Formation, including that previously mentioned in the literature plus undescribed collected specimens and also *in situ* trackways. Moreover, the identity of the putative trackmakers and their body proportions and locomotion styles are discussed. As this assemblage is one of the oldest known from Gondwana, comparisons with other Permian track records from Pangea are presented. Finally, an evaluation of all known aeolian ichnofacies is also included in the light of the new ichnoassemblage described herein.

### Geological setting

The late Paleozoic in the San Rafael Block (south of the Mendoza province) is mainly represented by a complex Permian volcano-sedimentary succession (the Choiyoi succession) related to the Gondwanic orogeny (Figure 1). It is divided into two sections; one deposited during the Early Permian (the Cochicó Group) and the second mainly during the Middle–Late Permian (The Upper Choiyoi Section) (Kleiman and Japas 2009; Rocha-Campos et al. 2011). This Permian volcano-sedimentary succession rests unconformably on the glaciomarine deposits of the El Imperial Formation, deposited during the Late Carbon-

iferous–Early Permian (Azcué et al. 1999; Rocha-Campos et al. 2011) and is covered by the Triassic Puesto Viejo Group, composed of continental sediments, rhyolites, ignimbrites and basalts (Stipanicic et al. 2007; Rocha-Campos et al. 2011). The Cochicó Group alternates sedimentary and volcanic rocks such as andesitic breccias, subvolcanic bodies, dacitic to rhyolitic ignimbrites, and continental deposits of alluvial–fluvial and aeolian deposits derived from the reworking of ignimbrites. The Late Permian rhyolites, dacites, and basalts of the Agua de los Burros Formation and the Cerro Carrizalito Group compose the Upper Choiyoi Section (Kleiman and Japas 2009; Rocha-Campos et al. 2011).

The material described herein was exhumed from Early Permian aeolian beds included in the Yacimiento Los Reyunos Formation (Cochicó Group), which consists of alluvial and fluvial deposits with aeolian facies-associated and pyroclastic deposits (Figure 1). The succession is overlying by conglomerates, volcanic breccias, dacites and ignimbrites of the Arroyo Punta del Agua Formation (López-Gamundi 2006).

The Yacimiento Los Reyunos Formation is divided into three members, the Psefítico (Maloberti 1983 *fide* Lardone et al. 1993), Areniscas Atigradas (Holmberg 1948; Lardone et al. 1993) and Toba Vieja Gorda (Rodríguez and Valdiviezo 1970; Ortega Furlotti et al. 1974; Lardone et al. 1993). The lowermost member is characterised by polymictic fanglomerate and conglomerate with dominance of blocks and angular pebbles. The matrix is reddish silty sandstone, which gives the general reddish colour to the Psefítico Member (Llambías et al.

1993). To the top, some yellow cross-stratified sandstone intercalations occur. Greyish yellow, fine- to coarse-grained arkosic sandstones and subordinate siltstones with horizontal and cross-bedded stratification dominate the overlying Areniscas Atigradas Member (Spalletti and Mazzoni 1972), which is covered by the greyish purple porphyritic tuffs of the Toba Vieja Gorda Member (Lardone et al. 1993; Llambías et al. 1993). Laterally, the members are interfingered to each other with a dominance of ignimbrite deposits to the west and the siliciclastic deposits towards the east. Some authors recognise a fourth member named Andesítico (Meza 1988 *fide* Lardone et al. 1993; Llambías et al. 1993). The Andesítico Member is composed of porphyry, lava and breccias intermediate in composition, mainly darker grey epiclastic breccias with dimly stratification (Lardone et al. 1993). However, this member is not recognised in the study area. The Yacimiento Los Reyunos Formation was interpreted as alluvial fan deposits that pass to aeolian sandstones deposited in an erg environment with a dominance of the ignimbrites to the western depocentres (Polanski 1964; Spalletti and Mazzoni 1972; Llambías et al. 1993). Recently, an ignimbrite close to the base of the Yacimiento Los Reyunos Formation was dated ( $281.4 \pm 2.5$  Ma, Rocha-Campos et al. 2011), as Kungurian (Early Permian), according to the latest International Chronostratigraphic Chart (2013).

The tetrapod footprints, both collected and *in situ*, come from two series of outcrops located in the sierra Pintada-de las Peñas, west of San Rafael. The first locality corresponds to Yacimiento Dr Baulíes-Los Reyunos ( $34^{\circ}40'43.5''S$ ,  $68^{\circ}35'37.3''W$ ): an area with several sandstone quarries exploited because of its uranium content (La Caverna, Cuesta de los Terneros, Dr Baulíes, Los Reyunos) by the Comision Nacional de Energía Atomica (Figure 1). The second locality is situated farther north (approximately 50 km) in the sierra de las Peñas (La Tosca stream), at La Julia quarry ( $34^{\circ}18'54.5''S$   $68^{\circ}45'00.5''W$ ) (Figure 1).

The tetrapod and invertebrate trace fossils described herein were found in sandstone levels from the Psefítico and Areniseas Atigradas members. At Dr Baulíes quarry, the section starts with the Psefítico Member (Figure 2). It consists of poorly sorted, clast-supported, angular and subangular pebble- to cobble-conglomerate and pebbly medium red sandstones. The conglomerate bodies are of lenticular geometry (up to 1 m thick) with erosive contacts. Internally, they show trough cross-stratification (Gt), planar cross-stratification (Gp) and clast imbrication. These bodies grade upwards and laterally to massive tabular pebbly red sandstone and lenticular pebbly red sandstone (30 cm thick) with planar cross-stratification (Sp) and clasts imbrication. The massive red sandstone records locally abundant trace fossils corresponding to sub-horizontal dwelling structures assigned to *Palaeophy-*

*cus tubularis* (Figure 2). These deposits of conglomerate and associated red sandstones are interpreted as distributary channel and overbank deposits. Interbedded with the overbank sandstone are preserved lenses of greyish yellow well-sorted fine sandstone. Internally, they show trough cross-bedded stratification (St), inverse grading and are interpreted as aeolian in origin. These aeolian deposits record isolated *Chelichnus gigas* footprints and correspond to the lowest track-bearing levels in the column (Figure 2). Altogether these deposits represent an environment with fluvio-aeolian interaction within a distal alluvial fan context (Rey 2011). The Areniscas Atigradas Member consists of greyish yellow to greyish pink cross-bedded well-sorted fine, medium and coarse-grained sandstone forming strata of 4.5 m thick in average. The sandstone beds are composed almost exclusively of subangular to subrounded clasts of quartz and feldspar. The sandstone levels present trough cross-stratification (St), planar cross-stratification (Sp) and wind-ripple lamination (Sr), often with inverse-graded lamina, and local mottling. The trace fossils recorded in these deposits correspond to tetrapod footprints assigned to *Chelichnus duncani* and *C. gigas* and invertebrate traces to *P. tubularis*, and *Skolitos* isp. In polished slabs, the mottles reveal to be calcitic in composition and thus the mottled levels are interpreted as incipient paleosol formation (Freytet and Plaziat 1982). The sandstone sedimentary structures indicate wind ripples, grainfall and grainflow deposits caused by wind traction and gravity-driven processes associated with aeolian dune migration in a dune field environment (Mountney 2006).

At the La Julia quarry area crops out only the Areniscas Atigradas Member. It consists of greyish yellow cross-bedded well-sorted medium and coarse sandstones. As occurring in Dr Baulíes area, the sandstone beds are composed of subangular to subrounded clasts of quartz and feldspar. Planar cross-stratification (Sp) dominates the succession with ripple lamination (Sr), and inverse grading. Most of the slabs with footprints housed at the San Rafael museum come from this locality and they correspond to *C. duncani*, *C. gigas* and the Pear-like footprints. The sedimentological features of the bearing levels also suggest, as occurring in the Baulíes area, that they were deposited during dune migration in a dune field environment (Mountney 2006).

## Materials and methods

The studied material comprises single tracks, isolated *manus-pes* sets and trackways with up to 12 consecutive *manus-pes* sets, preserved in both concave epirelief and convex hyporelief, associated with scarce invertebrate traces.

D. De la Torre  
A. Gómez

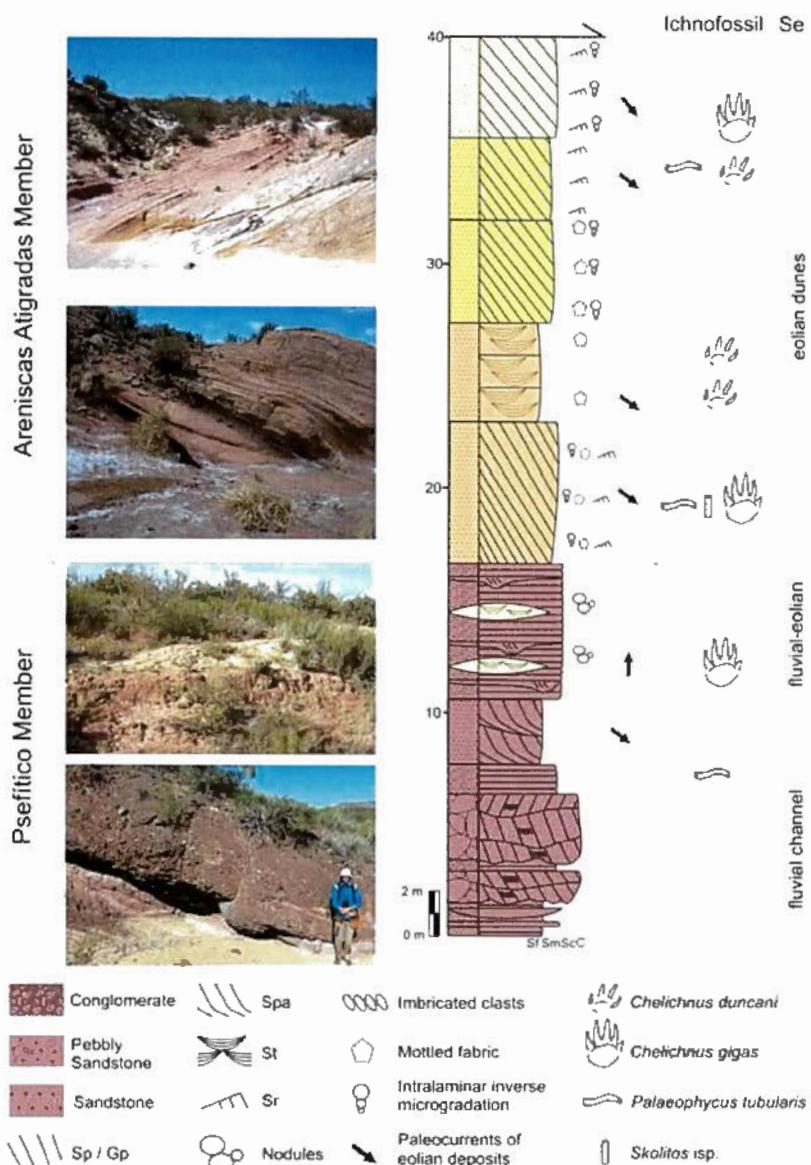


Figure 2. (Colour online) Stratigraphic section of Yacimiento Los Rayunos Formation in Yacimiento Dr Baulies-Los Reyunos area. Se: sedimentary environment.

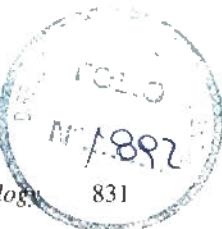
In order to infer body proportions and locomotion styles of their trackmakers, we elaborate a series of measurements and simple indexes from the trackways. The pes-width/inner trackway-width ratio (PW/ITW) embodies the distance between limbs of each side of the body in a given posture and indirectly represents the relative stance width in relation to the trackmaker size. The pes-length/stride-length ratio (PL/SL) is a good indicator of the limb length of the trackmaker in relation to the length of the body (gleno-acetabular distance) for quadrupeds; this is evidenced by variations in the distance between manus-pes sets. In all cases and where available, the average value

was used for each measurement. The (PL/SL) ratio has a similar meaning to that of the 'coupling value' proposed by Peabody (1959). The latter was determined analysing living animals, but in the case of fossil trackways the resultant values are of questionable utility (Leonardi 1987).

#### **Institutional abbreviations**

MMHNSR/PV, Museo de Historia Natural de San Rafael; MSJ, Museo de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de San Juan; PV UNS, Vertebrate Paleontology collection Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

P  
D  
M  
S  
J



### Systematic ichnology

Ichnogenera are placed in the alphabetical order and the preservational nomenclature of Seilacher (1964) is followed.

### Invertebrate trace fossils

Ichnogenus *Palaeophycus* Hall, 1847

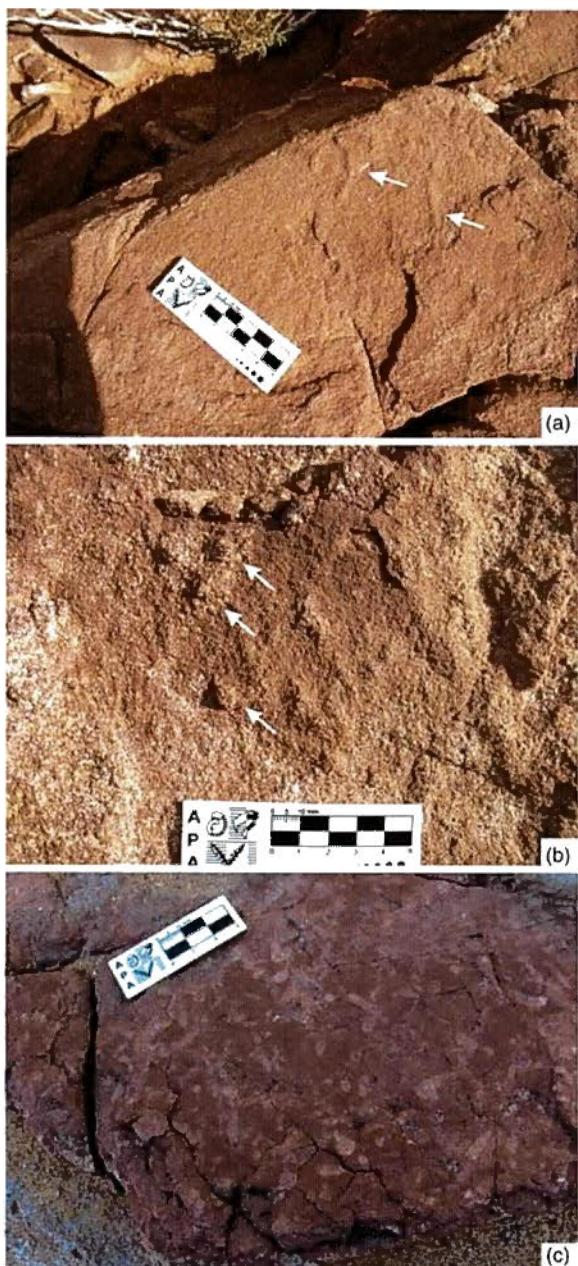


Figure 3. (Colour online) Invertebrate trace fossils. (a) *P. tubularis* preserved in aeolian deposits; (b) *Skolithos* isp. preserved in aeolian deposits; (c) *P. tubularis* preserved in overbank deposits.

### *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847

(Figure 3a)

*Material.* Material preserved in the field.

*Horizon and locality.* The material is preserved at the Dr Baulies quarry in greyish yellow, fine- to coarse-grained sandstones and massive red sandstones.

*Description.* Horizontal to sub-horizontal, straight to slightly curved, unbranched tubular trace fossils. The sections are circular to elliptical and of 5–10 mm in diameter. The infill is similar to the host rock and the lining is smooth. Preserved as full relief.

*Remarks.* *Palaeophycus* differs from *Planolites* by the presence of a wall lining and infill similar to that of the host rock (Pemberton and Frey 1982). The ichnospecies *P. tubularis* is distinguished from the other ichnospecies of *Palaeophycus* by its thin burrow lining and lack of conspicuous wall ornamentation, according to Pemberton and Frey (1982).

### Ichnogenus *Skolithos* Haldeman, 1840

*Skolithos* isp

(Figure 2b)

*Material.* Material preserved in the field.

*Horizon and locality.* The material is preserved at the Dr Baulies quarry in greyish yellow, fine- to coarse-grained sandstones.

*Description.* Simple, elongate and cylindrical vertical trace fossils. The wall is smooth and the infill is similar to the host rock. The diameter is 5–10 mm. The examples are short tubes with unknown lower end. Preserved as full relief.

*Remarks.* Specimens are typically preserved in bedding plane view. No ichnospecific assignment can be made for the studied material due to its incomplete preservation.

### Vertebrate trace fossils

Ichnogenus *Chelichnus* Jardine, 1850

*Chelichnus duncani* (Owen, 1842)

(Figure 4)

*Material.* Two trackways were measured and photographed in the field (Table 1). One trackway (Tw1) includes 12 manus–pes sets and the second trackway (Tw2) includes 10 manus–pes sets. All materials are preserved as concave epirelief.

*Horizon and locality.* Both trackways are preserved at the top of greyish yellow, fine- to coarse-grained sandstones; Tw1 is recorded at Dr Baulies quarry and Tw2 at the La Julia quarry.

P.S.J.

1893

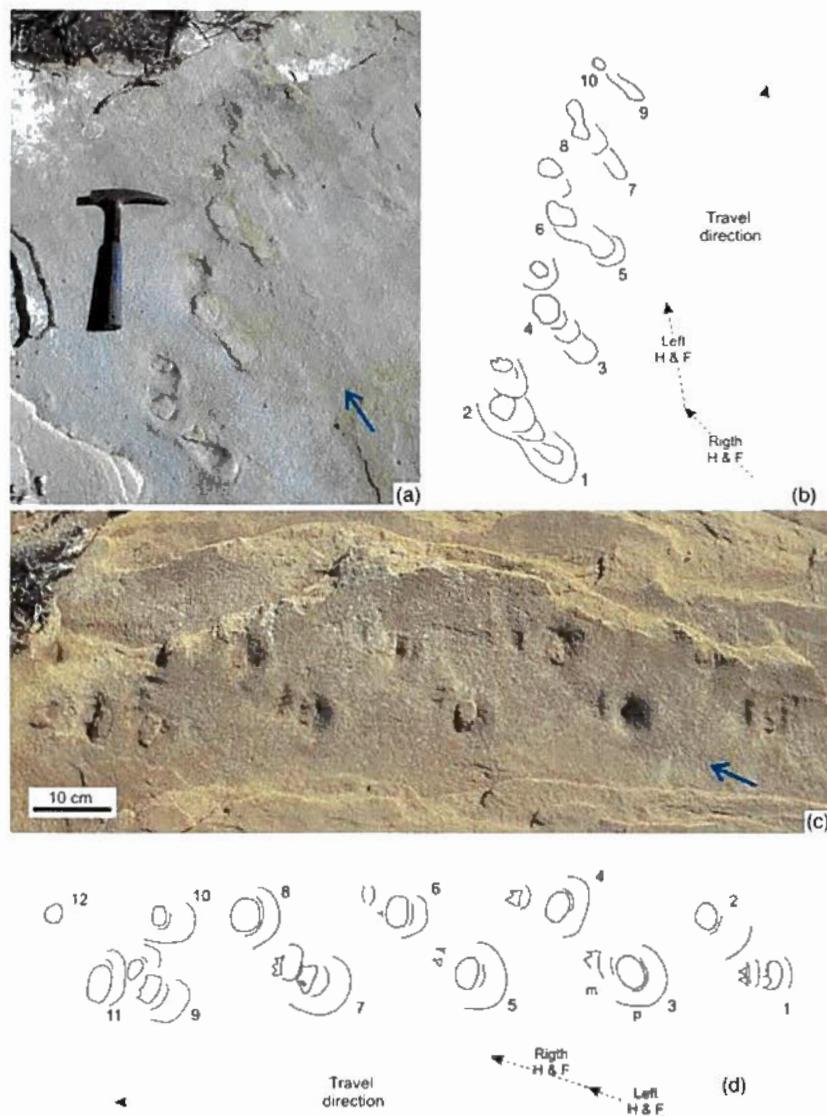


Figure 4. (Colour online) Trackways of *C. duncani*. (a) Tw2 preserved at La Julia quarry, the arrow indicates the upslope direction. (b) Diagram of Tw2 with the travel direction and feet orientation indicated. (c) Tw1 preserved at the Dr. Baulies quarry, the arrow indicates the upslope direction. (d) Diagram of Tw1 with the travel direction and feet orientation indicated. m, manus; p, pes; H&F, hind foot and forefoot, numbers correspond to *manus–pes* set number.

**Description.** The trackways represent the quadrupedal progression of a plantigrade homopod animal. The *manus* prints are relatively smaller than the *pes* prints (Table 1). In the best-preserved trackway, the average length and width of the *manus* is 15.3 and 27.9 mm, respectively, while in the *pes* they are 27.3 and 38.6 mm, respectively (Figure 4). In both, *manus* and *pes*, the palm and sole pads are wider than long. The digit impressions are mostly evidenced by a maximum of usually three short parallel grooves with pointed ends, which consist mostly on digit scratch marks of the three inner digits (II–IV) (Figure 4). Commonly, the imprints preserve an infill that partially obscures the footprint morphology.

In the trackways, the *manus–pes* sets show a regular pattern with the *manus* impressions located just in front of the *pes*. In both trackways, the *manus–pes* sets of one side (left side on Tw1 and right side on Tw2) are facing inwards, meanwhile the sets of the other side (right side on Tw1 and left side on Tw2) are directed slightly outwards in relation to the trackway midline (Figure 3(b),(d)).

Another common feature observed in all the imprints is the presence of rims of displaced sediment (sand crescents). In Tw1 (Dr Baulies quarry), the rounded sand crescent is present backward and slightly outward on the left-side sets, where they are more evident than on the right side of the trackway (Figure 4(c),(d)). In contrast, in Tw2

P  
P  
D  
S

Table 1. Track and trackway measurements of *C. duncani*.

Tw #	TL		TW		Pace	Stride	Pace α
	m	p	m	p			
Tw 1-1	12	30	23	44	—	—	—
Tw 1-2	n.d.	30	n.d.	32	107	—	—
Tw 1-3	15	20	26	33	128	184	90
Tw 1-4	n.d.	30	n.d.	34	113	183	90
Tw 1-5	13	33	26	43	134	175	90
Tw 1-6	n.d.	23	n.d.	34	121	182	90
Tw 1-7	17	25	29	39	116	175	90
Tw 1-8	n.d.	30	n.d.	41	102	162	90
Tw 1-9	18	28	32	45	127	166	90
Tw 1-10	n.d.	n.d.	n.d.	36	82	99	90
Tw 1-11	17	30	31	44	83	55	45
Tw 1-12	15	21	28	38	n.d.	n.d.	45
Average	15.3	27.3	27.9	38.6	111.3	153.4	81
Tw 2-1	n.d.	47	n.d.	51	—	—	—
Tw 2-2	35	51	n.d.	52	130	—	—
Tw 2-3	n.d.	62	n.d.	58	195	220	80
Tw 2-4	n.d.	64	n.d.	n.d.	125	225	80
Tw 2-5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	195	225	80
Tw 2-6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	130	230	80
Tw 2-7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	175	n.d.	n.d.
Average	35	56.0	47	53.7	158.3	225.0	80
Total average	17.8	34.9	30.3	41.6	128.9	175.5	81

Notes: Tw, trackway; TL, track length; TW, track width; p, pes; m, manus. Measurements in mm and degrees.

(La Julia quarry) the sand crescents are well defined on both sides of the trackway. On the left-side sets, the sand-crescents are developed on the inner border of each imprint, while on the right-side sets are positioned behind the footprints (Figure 4(a),(b)).

**Remarks.** The taxonomic assignment of the footprints described follows McKeever and Haubold's review on the Permian Laurasian tetrapod footprints (McKeever and Haubold 1996). According to the size of the footprints and the general structure of the trackways combined with the high manoeuvrability of the trackmaker expressed, as evidence of uphill movement, they are here ally to *C. duncani*. Characteristically, the manus–pes sets of each side of the trackway are always separated from each other in the material from Mendoza.

#### *Chelichnus gigas* Jardine, 1850

(Figures 5 and 6)

**Material.** Twelve slabs (MMHNSR/PV 245, MMHNSR/PV 247, MMHNSR/PV 248, MMHNSR/PV 345, MMHNSR/PV 346, MMHNSR/PV 347, MMHNSR/PV 348, MMHNSR/PV 349, MMHNSR/PV 359, MMHNSR/PV 490, MSJ 175 and PV UNS 10501) were measured and numerous individual footprints and scarce trackways were studied and photographed in the field. The material is preserved as both concave epirelief and convex hyporelief.

**Horizon and locality.** The material is preserved at the top of greyish yellow, fine- to coarse-grained sandstones and recorded at both the Dr Baulies and La Julia quarries.

**Description.** The trackways represent the quadrupedal progression of a plantigrade homopod animal. The *manus* and *pes* imprints are nearly of the same size and equally orientated; the digit impressions are sub-parallel and anteriorly directed. The *manus* and *pes* imprints are longer than wide (Table 2). The average size of the *manus* is 91.4 mm in length and 85.4 mm in width; the average size of the *pes* is 97.7 mm in length and 91.3 mm in width. In some cases, the *manus*–*pes* sets are difficult to identify as all the imprints in the series are rather equally close to each other (Figures 5 and 6). Nevertheless, occasionally, the *pes* imprints slightly overlap the *manus* at its posterior margin. All trackways show that the *manus* prints are somewhat imprinted closer to the midline than the *pes*. Both *manus* and *pes* tracks have a rather transversely orientated oval palm and sole pads, separated from the digit impressions. In well-preserved imprints, the sole impression is slightly inclined to the trackway midline. The *manus* have the three inner digits (II–IV) anteriorly directed and approximately of the same size; the outer digits (I and V) are shorter and of similar size. All digit imprints are preceded by claw drag marks that are frequently preserved as long, sharply incised grooves. All of the *pes* have the digits II–V anteriorly directed and sub-equal in size, digit I is shorter and imprinted slightly

P  
J

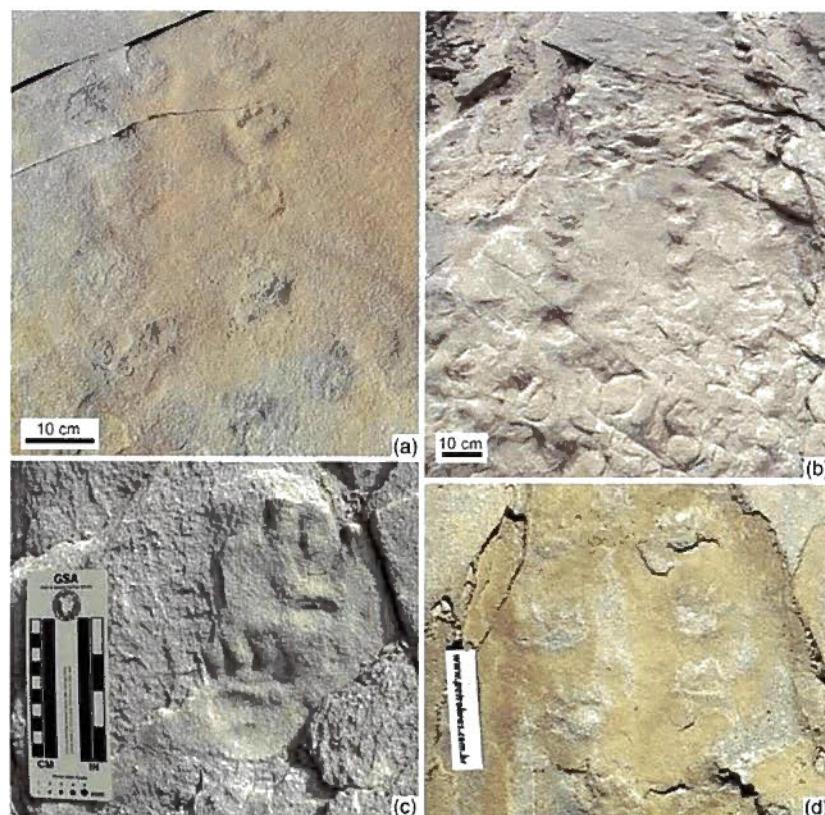


Figure 5. (Colour online) Tracks and trackways of *C. gigas* preserved in the field. (a) Trackway preserved at La Julia quarry. (b-d) Trackways preserved at Dr. Baúlies quarry.

behind digit II; all digits show deep claw drag marks, similar to those of the *manus* prints.

The trackway pattern indicates a regular progression of the trackmaker with short steps (average pace 225.4 mm and average stride 245.8 mm) moving with a sprawling gait. The *manus* and *pes* imprints are rather separated from the midline of the trackway (pace angulation average 66°) and, the internal trackway width is at least as wide as the *pes* imprints (Figure 5(a)–(c)). In none of the observed specimens is evidence of tail and/or belly drag marks, although most tracks are deeply impressed in the sediment.

**Remarks.** According to the size and general structure of the tracks and trackways, the described material is assigned to *C. gigas* (*sensu* McKeever and Haubold 1996). In the material from Mendoza, the size of the *manus* is equal to the *pes*, thus differing from the diagnosis of *Chelichnus* ichgen. where it was stated that the *manus* impressions are usually slightly smaller in size and, apparently, more digitigrade than the *pes* impressions (McKeever and Haubold 1996, p. 1012).

Part of the *C. gigas* specimens (Figure 6(c)) was originally considered the type of *Paredichnus rodreguenzi* (Aramayo and Farinati 1983) that was later synonymised with *Chelichnus*, as was most of the collected material from San Rafael, by Melchor (2001).

#### Pear-like footprints

##### (Figure 7)

**Material.** Only one trackway measured and photographed in the field (Table 3). It includes eight *manus*–*pes* sets and the material is preserved as a concave epirelief.

**Horizon and locality.** The trackway is preserved at the La Julia quarry, at the top of greyish yellow, fine- to coarse-grained sandstones.

**Description.** The trackway consists of a series of *manus*–*pes* sets of a plantigrade quadruped animal with heteropody. The *manus* are smaller than the *pes*, with the average size of the *manus* is 62.9 mm in length and 67 mm in width: the average size of the *pes* is 84.4 mm in length and 64.6 mm in width (Figure 7). In each set, the *pes* is imprinted in front of the *manus*. All *manus* are preserved as a single rounded impression where the digits are not discernible from the palm. The *pes* imprints are more triangular with the posterior margin elongated, which probably relates to the presence of a ‘heel’ impression. Individual digit impressions are not visible, although in some prints the anterior border is indented showing three lobules that might correspond to the three inner digits. These digital impressions indicate that the *pedes* were directed forward (Figure 7).

*P. Krapovickas*

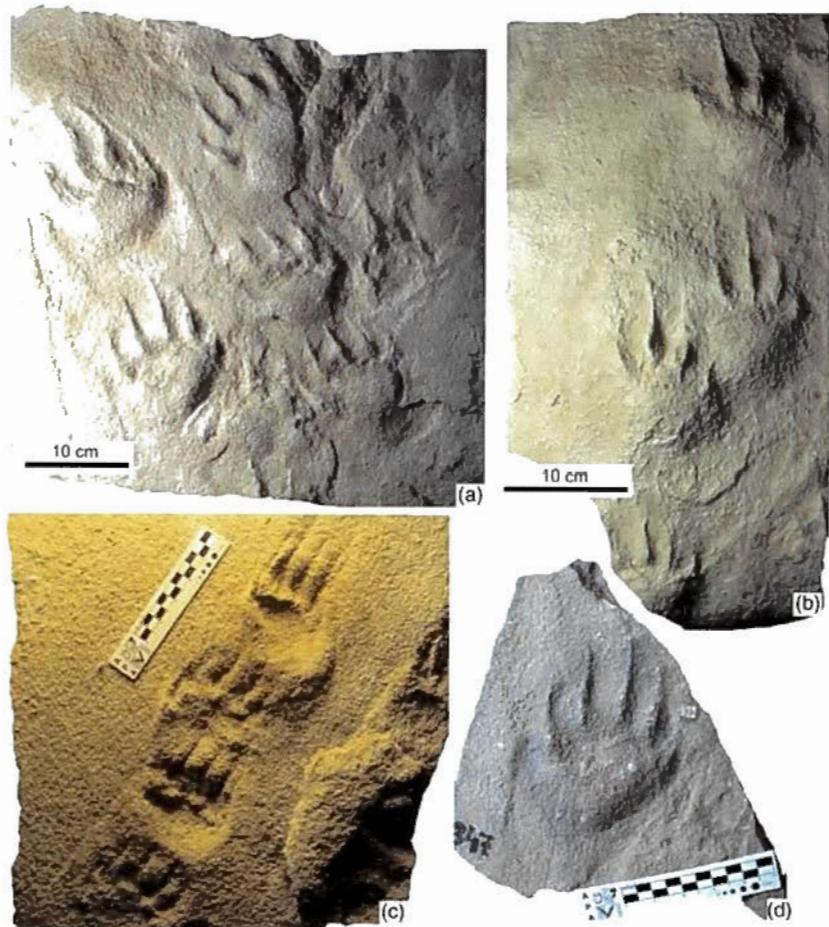


Figure 6. (Colour online) Tracks and trackways of specimens of *C. gigas* housed on museum collections. (a) MMHNSR/PV 348; (b) MMHNSR/PV 490; (c) MSJ 175, courtesy of S. Aramayo; (d) MMHNSR/PV 347.

Table 2. Track and trackway measurements of *C. gigas*.

Tw #	TL		TW		Pace	Stride	Pace α
	m	p	m	p			
MMHNSR/PV 348-1	86	77	88	93	—	—	—
MMHNSR/PV 348-2	81	94	78	93	170	—	—
MMHNSR/PV 348-3	n.d.	84	n.d.	90	210	240	74
MMHNSR/PV 346-1	81	n.d.	72	n.d.	—	—	—
MMHNSR/PV 346-2	89	76	94	93	n.d.	—	—
MMHNSR/PV 346-3	n.d.	94	n.d.	104	n.d.	225	60
MMHNSR/PV 490-1	n.d.	n.d.	95	n.d.	—	—	—
MMHNSR/PV 490-2	87	107	103	91	n.d.	—	—
MMHNSR/PV 490-3	n.d.	95	n.d.	92	n.d.	250	n.d.
MMHNSR/PV 349-1	97	n.d.	80	n.d.	—	—	—
MMHNSR/PV 349-2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	—	—
MMHNSR/PV 349-3	106	120	95	80	n.d.	250	n.d.
Field specimen-1	99	108	80	78	—	—	—
Field specimen-2	89	111	80	93	271	—	—
Field specimen-3	99	97	84	90	244	276	66
Field specimen-4	n.d.	109	n.d.	99	232	234	57
Average	91.4	97.7	86.3	91.3	225.4	245.8	64.3

Notes: Tw, trackway; TL, track length; TW, track width; p, pes; m, manus. Measurements in mm and degrees.

M. A. J.

1897

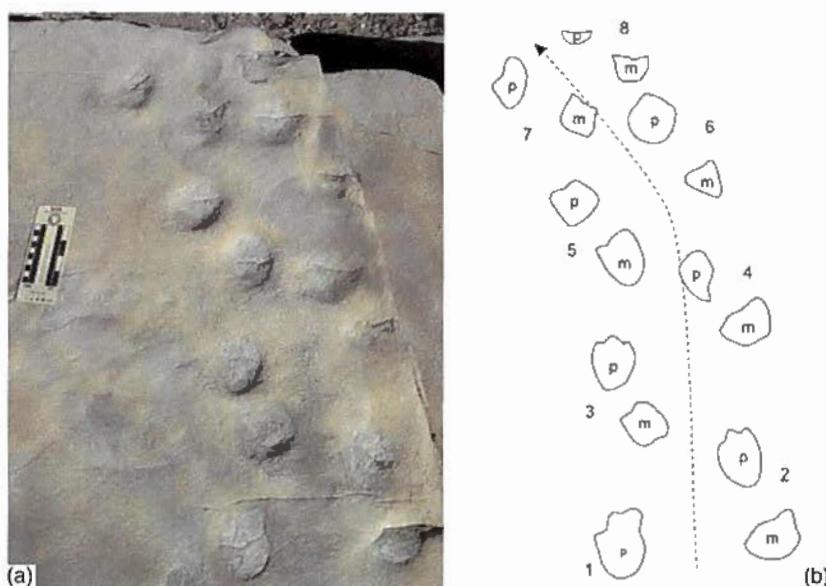


Figure 7. (Colour online) (a) Trackway of Pear-like footprints at La Julia quarry. (b) Diagram of Pear-like footprints, arrow indicates travel direction. m, manus; p, pes, numbers correspond to manus–pes set number.

The trackway pattern shows that the animal was moving with relatively short steps and *manus* and *pes* imprints were separated from the midline of the trackway (average pace angulation 68°), suggesting an animal with a sprawling gait (Table 3). On the left side of the trackway, the *manus* are directed inwards in relation to the *pes* prints. Conversely, on the right side, the *manus* are facing outwards in relation to the *pes* direction. Moreover, the pace length change alternatively in between short and long paces (average short pace length = 181.5 mm; average long pace length = 218 mm) (Figure 7(b)). This pattern is more evident on the second half of the trackway where the animal seems to be turning to the left. This change in progression seems to be affected by the position of the pectoral girdle that was apparently not aligned with the

pelvic one, therefore the *manus* imprints appears to be displaced to the opposite side of the turn direction. Sand crescents are preserved around the posterior margin of each print.

**Remarks.** These footprints are characterised by the presence of a ‘heel’ impression and the regular location of the *pes* in front of the *manus*, both uncommon characters among other Early Permian taxa. In *Baropezia* Gilmore, the ‘heel’ is more laterally impressed just behind digits I–II. Another difference is that in *Baropezia*, the *manus* impression is in front of the *pes* in each set. The footprints assigned to *Dimetropus* Romer and Price (1940) are also relatively large but with a remarkable elongated heel impression, not comparable with the material described herein.

Table 3. Track and trackway measurements of Pear-like footprints.

Tw #	TL		TW		Pace	Stride	Pace α
	m	p	m	p			
Tw1-1	59	93	70	68	—	—	—
Tw1-2	57	84	85	71	198	—	—
Tw1-3	62	87	66	64	214	248	65
Tw1-4	51	80	73	52	185	269	75
Tw1-5	79	79	63	65	221	250	70
Tw1-6	61	80	55	71	175	256	75
Tw1-7	71	88	57	61	219	233	60
Tw1-8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	168	220	65
Average	62.9	84.4	67.0	64.6	197.1	246.0	68.3

Notes: Tw, trackway; TL, track length; TW, track width; p, pes; m, manus. Measurements in mm and degrees.

P  
pes



Table 4. Body proportion and locomotion ratios measured on trackways.

	<i>C. duncani</i> Tw1	<i>C. duncani</i> Tw2	<i>C. gigas</i>	Pear-like footprints
PL/SL	0.18	0.25	0.38	0.34
PW/ITW	1	—	0.75	0.98

Note: PW/ITW, pes-width/inner trackway-width ratio; PL/SL, pes-length/stride-length ratio.

## Discussion

### Body proportions and locomotion styles of the trackmakers

All the San Rafael trackways indicate the presence of quadrupedal pentadactyl animals progressing with a wide-gauged stance, evidenced by the PW/ITW. The calculated ratio is 1 in *C. duncani*, representing the smaller limb span, while *C. gigas* occasionally located the limbs reaching

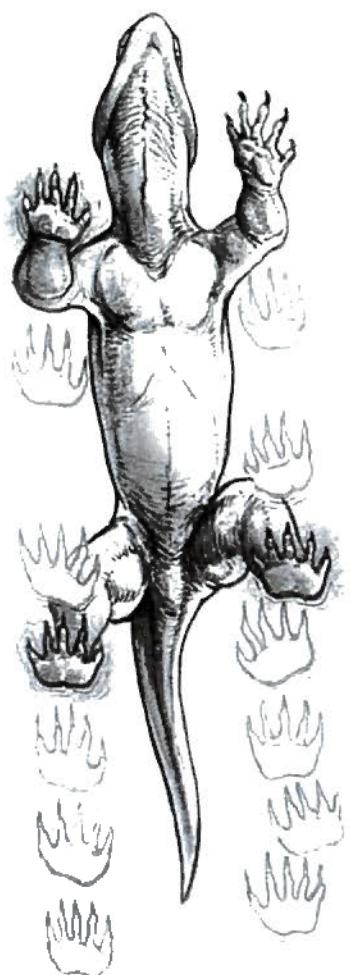


Figure 8. Reconstruction of a trackway surface showing the putative therapsid producer of *C. gigas* during progression.

wider positions (Table 4). In addition, all *manus* and *pes* prints are anteriorly directed and in most cases the claw trailing marks are straight, thus suggesting that at the beginning of the 'swing phase' of the stride, the limbs moved forward without marked outward excursions, as seen in other sprawling tetrapods, such as salamanders and lizards (Figure 8) (e.g. Peabody 1959; Farlow and Pianka 2000; Ashley-Ross and Bechtel 2004).

The main differences among the ichnotaxa described herein consist of the relationship between the length of the stride relatively to the *pes* length, evidenced by variations in the distance between *manus*–*pes* sets of the same side in the trackways (Table 4). In *C. duncani*, the *manus*–*pes* sets are well separated from each other and have an alternate position in relation to the midline. The forefeet in each set are slightly smaller than the hind feet. The PL/SL is 0.18 and the pace angulation is ca. 90°. This ichnotaxon represents the smallest trackmaker with an approximate gleno-acetabular length of 140 mm (Figure 9). In contrast, *C. gigas* and the Pear-like footprints have a similar PL/SL ratio, 0.38 and 0.34, respectively, and average pace angulation, 64° and 68°, respectively. Nevertheless, the trackmakers were of different size. The calculated gleno-acetabular distance for the *C. gigas* trackmaker is approximately 450 mm and for the Pear-like footprints approximately 300 mm. In both ichnotaxa, the succession of prints in the trackways is regular and almost continuous. This makes it very difficult to identify *manus*–*pes* sets, particularly in *C. gigas*. In the case of Pear-like footprints, this is facilitated by the heteropody expressed by the presence/absence of heel impression in the prints. The mentioned trackway structure suggests that the trackmakers of *C. gigas* and the Pear-like footprints possessed relatively shorter limbs in relation to the trunk length than the *C. duncani* trackmaker (Figures 8 and 9).

A common feature observed in most of the study specimens from San Rafael is the presence of rims of displaced sand around the prints. These rims correspond to gravitational or downslope avalanche structures produced when the animal cross the foreset of the sand dune. Accordingly, the dip of the foreset at the moment of imprinting can be inferred by observation of the position of the sand crescents preserved around the imprints. This type of preservation and the oblique up-dune progression has been well documented in many examples of footprints emplaced in aeolian facies (e.g. Leonardi 1987; Fornós et al. 2002; Hunt and Lucas 2005; Loope 2006).

When the two trackways of *C. duncani* (see description of trackways and Figure 3(b),(d)) are compared with respect to the position of the rims, they are different. The rims are located in the Dr Baulies material nearly behind each print in contrast to the La Julia material, where they are laterally located. It is most likely that this is the result of an increase in the slope angle between the two surfaces. The major slope angle corresponds to the La Julia tracking



Figure 9. Reconstruction of a trackway surface showing the putative therapsid producer of *C. duncani* during progression.

surface (Tw2) while the Dr Baulies tracking surface (Tw1) had a lower slope angle. Consequently, the trackways of these animals indicate that when they were moving across the incline surface, the forefoot and the hindfoot of the downslope side of the body were aligned with the dip of the foreset; conversely, the upslope sets were almost parallel to the direction of movement (Figure 3(b),(d)).

In the case of the Pear-like footprints, sand crescents are preserved around the posterior margin of each print indicating that the animal was moving uphill across the foreset of the dune.

#### *Identification of the trackmakers*

Original speculations about *Chelichnus* trackmaker affinities regarded it as a chelonian (see Jardine 1850; McKeever 1994). Subsequent discussions (Lull 1918; Gilmore 1928) including new material from North America considered the putative trackmakers difficult to determine, so that both reptilian and/or amphibian origin were alternatively suggested. In subsequent years, several revisions including both the European and North American specimens explored the possible affinities of the *Chelichnus* (= *Laoporus*) trackmaker and thus several different groups of tetrapods were proposed. In his extensive revisions on tetrapod ichnology, Haubold (1971, 1984) recognised caseid synapsids ('pelycosaurs') as the possible trackmakers of *Chelichnus*, although more recently he considered them more conservatively just as synapsids (Haubold 2000). McKeever (1994) proposed three different groups of tetrapods as responsible for the Scottish *Chelichnus* footprints, mainly based on comparisons with the known Late Permian skeletal record of southern Africa and Europe. Thus, this author related the trackmakers to pareiasaurs, non-therapsid synapsids ('pelycosaurs') and anomodont therapsids (McKeever 1994, p. 485).

It is important to remark that in the Northern Hemisphere, the *Chelichnus* track-bearing levels span most of the Permian (Lucas and Hunt 2006), thus probably making trackmaker interpretations so vague.

In the context of the present study, all *Chelichnus* trackways denote the presence of quadrupedal animals moving with a sprawling gait. There is no evidence of body/tail dragging thus indicating their relatively more upright posture during progression when compared with other sprawling animals, such as salamanders and lizards (e.g. Peabody 1959; Farlow and Pianka 2000). In general, the *manus* and *pes* impressions in the trackways do not present a markedly heteropody, apart for the 'heel' impression in the Pear-like *pes* prints. Therefore, *manus* and *pes* were quite similar, symmetrical and anteriorly directed. The digits were relatively short and sub-equal in size that bore sharp narrow claws.

Perry

Recent phylogenetic analysis of the Synapsida (Hopson 1991; Sidor and Hopson 1998; Rubidge and Sidor 2001; Amson and Laurin 2011) and discussions related to limb posture and *manus/pes* evolution in non-mammalian therapsids (Hopson 1995; Blob 2001) provides a framework for interpreting the possible trackmakers of these footprints. The similar anteriorly directed autopodia, combined with the sub-equal clawed digits, relate the trackmaker to Therapsida. Moreover, in the evolution of therapsids, the increasing symmetry in the autopodia, associated with a more forward position of the *manus* and *pes*, characterised the increasingly less sprawling posture in the group (Hopson 1995; Rubidge and Sidor 2001). These improved locomotor abilities in therapsids, correlated with several synapomorphies in the postcranial skeleton of the group, differentiate them from the most basal synapsids, the 'pelycosaurs' (see Rubidge and Sidor 2001). A recent phylogeny on basal therapsids suggest the origin of the group as early as the beginning of the Permian (Amson and Laurin 2011) thus in accordance with the Early Permian age of the Yacimiento Los Reyunos footprints described herein.

#### **Comparison with other Early Permian tetrapod footprints from South America and the Northern Hemisphere**

Early Permian tetrapod footprints in South America are known from three different late Paleozoic basins of Argentina. Apart from the material described herein, levels of the Patquia Formation in the Paganzo Basin (La Rioja Province) record tetrapod trace fossils preserved in aeolian sand-sheet facies (Krapovickas et al. 2010). The aeolian facies host a low-diversity and low-abundance association composed of *C. duncani* Jardine, 1850, undistinguishable oval digit imprints, short parallel grooves and sinusoidal grooves. The footprints are preserved in a trampling surface that record scarce autopodium impressions and is mostly composed of digital and tail impressions and scratch marks. The material was tentatively assigned to the ichnogenus *Chelichnus* but it differs from the one described herein by its relatively longer digits (Krapovickas et al. 2010).

The third record corresponds to the Carapacha Basin of central Argentina (Melchor and Sarjeant 2004). The footprints are recorded in levels of the Carapacha Formation, considered to span from the upper Early Permian to the lower Late Permian, based on its paleofloristic content (*Glossoptris* flora, Melchor and Césari 1991). The tetrapod ichnotaxa recognised are *Batrachichnus salamandroides* (Geinitz, 1861), *Hyloidichnus bifurcates* Gilmore, 1927, cf. *Amphisauropus* isp., cf. *Varanopus* isp., two forms of vertebrate swimming traces and a putative fish trail (Melchor and Sarjeant

2004). This association greatly differs from the tetrapod association presented herein. On the first place, the Carapacha tracks were interpreted to represent the activity of a more diverse community of small tetrapods that imprinted in substrates subject to frequent water-table changes in ephemeral shallow-lake and playa-lake mudflats settings. This ichnoassociation would correspond to the *Batrachichnus* ichnofacies *sensu* Hunt and Lucas (2007).

Finally, there is a single slab housed in the collection of the Museo de Historia Natural de San Rafael (Mendoza Province, Argentina) labelled as collected from Permian rocks of the Sauce Grande Basin (south of the Buenos Aires province) in eastern Argentina. Melchor (1997) tentatively assigned these footprints to the ichnogenus *Batrachichnus*, although later he considered that the lithology do not correspond to that of the referred locality and, on the other hand, the lithology and track morphology are similar to the slabs that bears the well-known ichnogenus *Ameghinichnus* Casamiquela, 1964 from the Middle Jurassic of Patagonia (Melchor and Sarjeant 2004). There are no other Early Permian records of tetrapod tracks and trackways known in Gondwana.

Permian footprints assigned to *Chelichnus* have been recognised principally from North America and Europe. Classical ichnoassemblages are that of the Coconino Sandstone of Arizona (Gilmore 1926, 1927, 1928) and from the Corncamble, Lochabriggs and Hopeman Sandstone of Scotland (Duncan 1831; McKeever 1991; McKeever and Haubold 1996). *Chelichnus* footprints are also recorded in the Permian DeChelly Sandstone of Arizona, the Lyons Sandstone of Colorado, the Cedar Mesa Sandstone of Utah and the Cornberg Sandstein of Germany (Loope 1984; Lockley and Madsen 1993; Lockley and Hunt 1995; McKeever and Haubold 1996; Lockley et al. 1998). The American and European footprints are highly comparable with those of Yacimiento los Reyunos in both autopodia morphology and locomotion patterns expressed on trackways. Furthermore, *Chelichnus* footprints are mostly, if not exclusively, preserved in aeolian facies and all shows recurrent behaviours of their trackmakers as, for example, the record of oblique up-dune progressions with downslope sand crescents.

#### **Ichnofacies**

Overbank deposits of Yacimiento los Reyunos consist of locally intensely bioturbated (BI 3) massive red sandstones. These deposits are characterised by an infaunal invertebrate assemblage of low diversity, composed exclusively by domichnion structures, most likely produced by insects and/or oligochaete worms. The assemblage is composed of horizontal to inclined simple trace fossils (*P. tubularis*) and



constitutes an impoverish example of the *Scoyenia* ichnofacies. The assemblage corresponds to a soft ground suite of the *Scoyenia* ichnofacies with traces showing no ornamentation. This ichnofacies characterises low energy deposits periodically exposed to air or periodically inundated, situating it as intermediate between aquatic and non-aquatic environments (Frey et al. 1984). The Yacimiento los Reyunos ichnoassemblage represents an example of the *Scoyenia* ichnofacies in overbank deposits of a fluvio-aeolian succession.

Aeolian dune strata of the Yacimiento los Reyunos consist of cross-bedded sandstones with mostly low, but occasionally medium, (BI 1–3) bioturbation intensity. The ichnocoenosis is mainly composed of superficial imprints (*C. duncani*, *C. gigas* and Pear-like footprints), produced by tetrapods (therapsid synapsids), and very few domichnion structures (*P. tubularis* and *Skolithos* isp.) most likely produced by arthropods. The correspondence between *Chelichnus* footprints and aeolian environments is such that Lockley et al. (1994) and McKeever and Haubold (1996) proposed a widespread Early Permian aeolian ichnoassemblage, named originally the *Laoporus* ichnofacies. Later, the ichnoassemblage was renamed as the *Chelichnus* ichnofacies because of the synonymy of the two ichnogenera (*Chelichnus* = *Laoporus*) (Lockley et al. 1995; Morales and Haubold 1995; McKeever and Haubold 1996; Hunt and Lucas 2005, 2006). Recently, Hunt and Lucas (2007) proposed the *Chelichnus* ichnofacies for tetrapod associations recurrent in dune facies of aeolian environments from the Permian to the Jurassic, including *Brasilichnus*, an ichnogenus originally described from the Cretaceous of Brazil (Leonardi 1981; Fernandes and Carvalho 2008), which resemble *Chelichnus* and also *Ameghinitchnus*. In the same contribution, Hunt and Lucas (2007) erected the *Octopodichnus* ichnofacies for aeolian invertebrate trace-fossil associations dominated by arthropod locomotion traces, mainly spiders and scorpions (e.g. *Octopodichnus* and *Paleohelcura*); they also emphasised the close correspondence between their aeolian ichnofacies *Chelichnus* and *Octopodichnus* (Hunt and Lucas 2007, p. 67). Coincidentally, Ekdale et al. (2007) defined the *Entradichnus* ichnofacies also for aeolian invertebrate trace-fossil associations but represented by simple shallow burrows of vertical (e.g. *Skolithos* and *Arenicolites*) and horizontal (e.g. *Palaeophycus*) disposition, in addition to meniscated traces (e.g. *Entradichnus*) produced by arthropod inhabitants of deserts.

Buatois and Mángano (2011) attempted to integrate the available aeolian ichnofacies models, and combined other two invertebrate ichnofacies in the *Octopodichnus*-*Entradichnus* ichnofacies. Accordingly, Krapovickas et al. (2010) expressed that the trace-fossil association preserved in the Patquia Formation from the Lower Permian of Argentina shows elements of the three presently proposed aeolian ichnofacies (*Chelichnus*,

*Octopodichnus* and *Entradichnus* ichnofacies) and suggested the possible integration of these separate ichnofacies into a single model. Finally, Ekdale and Bromley (2012) in a recent review on aeolian ichnology also discussed the validity of the three mentioned ichnofacies. The Yacimiento los Reyunos trace-fossil assemblage described herein constitutes an example of aeolian ichnofacies, with components of the *Chelichnus* and *Entradichnus* ichnofacies, although there is no evidence of surficial arthropod locomotion traces (*Octopodichnus* ichnofacies) until now. This absence can be the result of a taphonomical bias due to the predominance of medium- to coarse-grained sandstone in the studied succession that could have precluded the preservation of delicate arthropod tracks.

### Acknowledgements

We are indebt with Sergio Dieguez (Assistant Manager) of the Complejo Minero Fabril de Sierra Pintada CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) for his support during this project. We are also profoundly grateful to Sr. Santiago Ferron, the owner of the La Julia quarry field, who generously opened the doors of his house and lands, and to L. Dario Benedito and Cecilia Benavente for their assistance during field work. V.K. and C.A. M. thank Matthew Carrano, Charyl Ito and Amanda Millhouse (Smithsonian Institution Natural History Museum), and Mark Goodwin and Patricia Holroyd (University of California Museum of Paleontology), for allowing them to study the Coconino Sandstone footprint collections under their care. This is the contribution R-99 of the Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber.

### Funding

Funding for this research was provided by projects UBACyT 20020100100728 (C.A.M.), PICT 07-373 (M.S.D.L.), PICT-2011-2334 (V.K.), PIP CONICET 0709 (E.G.O.) and PIP CONICET 11420090100209 (A.C.M.).

### References

- Amson E, Laurin M. 2011. On the affinities of *Tetraceratops insignis*, an Early Permian synapsid. Acta Palaeontol Pol. 56(2):301–312.
- Aramayo S, Farinati E. 1983. "Paredichnus rodriguezi" n. sp. Nuevas icnitas de tetrápodos de la Formación Los Reyunos (Grupo Cochicó). Pérmico inferior, Mendoza. Mundo Ameghiniano. 4:47–58.
- Ashley-Ross M, Bechtel BF. 2004. Kinematics of the transition between aquatic and terrestrial locomotion in the newt *Taricha torosa*. J Exp Biol. 207:461–474.
- Acuy CL, Carrizo HA, Caminos R. 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas. Famatina. Precordillera. Cordillera Frontal. Bloque de San Rafael. Geol Arg An Inst Geol Rec Min. 29:26–318.
- Blob RW. 2001. Evolution of hindlimb posture in nonmammalian therapsids: biomechanical tests of paleontological hypotheses. Paleobiology. 27(1):14–38.
- Buatois LA, Mángano MG. 2011. Ichnology: the role of organism-substrate interactions in space and time. New York: Cambridge University Press.
- Buckland W. 1828. Note sur les Traces de Tortues observées dans les grès rouge. Ann Sci Nat. 13:85–86.
- Casamiquela RM. 1964. Estudios icnológicos. Problemas y métodos de la icnología con aplicación al estudio de pisadas mesozoicas (Reptilia).



- Mammalia) de la Patagonia. Buenos Aires: Colegio Industrial Pio IX.
- Cci R, Gargiulo J. 1977. Icnitas de tetrápodos Pérmicos del sur de Mendoza. *Ameghiniana*, 14:127–132.
- Costa da Silva R, Sidor FA, Sequeira Fernandes C. 2012. Fossil footprints from the Late Permian of Brazil: an example of hidden biodiversity. *J South Amer Earth Sci.* 38:31–43.
- Duncan H. 1831. An account of the tracks and footmarks of animals found impressed on sandstone in the quarry of Corncockle Muir, in Dumfriesshire. *Trans Roy Soc Edin.* 11:194–209.
- Ekdale AA, Bromley RG. 2012. Eolian environments. In: Knauth D, Bromley RG, editors. *Trace fossils as indicators of sedimentary environments: developments in sedimentology*. Vol. 64. Amsterdam: Elsevier; p. 419–437.
- Ekdale AA, Bromley RG, Loope DB. 2007. Ichnofacies of an ancient erg: a climatically influenced trace fossil association in the Jurassic Navajo Sandstone, southern Utah, USA. In: Miller W, editor. *Trace fossils: concepts, problems, prospects*. Amsterdam: Elsevier; p. 562–574.
- Farlow JO, Pianka ER. 2000. Body form and trackway pattern in Australian desert monitors (Squamata: Varanidae): comparing zoological and ichnological diversity. *Palaios*, 15:235–247.
- Fernandes MA, Souza Carvalho I. 2008. Revisão diagnóstica para a ienosepécie de tetrápode Mesozoico *Brasilichnium elusivum* (Leonardi, 1981) (Mammalia) de Formação Botucatu, Bacia do Paraná, Brasil. *Ameghiniana*, 45(1):167–173.
- Fornós JJ, Bromley RG, Clemmensen LB, Rodriguez-Perce A. 2002. Tracks and trackways of *Myotragusbalearicus* Bate (Artiodactyla: Caprinae) in Pleistocene aeolianites from Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Palaeogeogr Palaeoclim Palaeoec.* 180:277–313.
- Frey RW, Pemberton SG, Fagerstrom JA. 1984. Morphological, ethological and environmental significance of the ichnogenera *Scyenia* and *Ancorichnus*. *J. Paleontol.* 58:511–528.
- Freytet P, Plaziat JC. 1982. Continental carbonate sedimentation and pedogenesis. Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France. In: Purser BH, editor. *Contributions to sedimentology*. Vol. 12. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verl.; p. 1–213.
- Geinitz HB. 1861. *Dyas oder die Zechsteinformation und das Rhotliegende*. Heft I. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Gilmore CH. 1926. Fossil footprints from the Grand Canyon. *Smith Misc Coll.* 77:1–41.
- Gilmore CH. 1928. Fossil footprints from the Grand Canyon: third contribution. *Smith Misc Coll.* 80:1–16.
- Gilmore CW. 1927. Fossil footprints from the Grand Canyon: second contribution. *Smith Misc Coll.* 80(3):1–78.
- Haldeman SS. 1840. Supplement to number one of "A monograph of the Limnidae, or fresh-water univalve shell of North America", containing descriptions of apparently new animals in different classes, and the name and characters of the subgenera in *Paludina* and *Anculosa*. Philadelphia (PA): J. Dobson.
- Hall J. 1847. *Paleontology of New York*. Vol. I: Containing descriptions of the organic remains of the Lower Division of the New York System (equivalent to the Lower Silurian rocks of Europe). Albany (NY): C. van Benthuysen.
- Haubold H. 1971. *Ichnia amphibiorum et Reptiliorum fossilia*. In: Kuhn O, editor. *Handbuch der Paläioherpetologie* No. 18. Stuttgart: Fisher-Verlag; p. 1–122.
- Haubold H. 1984. *Saurierführten*. Wittenberg Lutherstadt: A. Ziems Verlag.
- Haubold H. 2000. Tetrapodenfährten aus dem Perm-Kenntnisstand und Progress 2000. *Hallesches Jahrb Geowiss* B, 22:1–16.
- Holmberg E. 1948. *Geología del Cerro Bola. Contribución al conocimiento de la tectónica de la Sierra Pintada*. Bol Dir Nac Geol Min, 68:313–361.
- Hopson JA. 1991. Systematics of the non-mammalian Synapsida and implications of evolution in synapsids. In: Schiltze HP, Trueb L, editors. *The origin of higher groups of tetrapods: controversy and consensus*. Ithaca (NY): Cornell University Press; p. 635–693.
- Hopson JA. 1995. Patterns of evolution in the *Manus* and *Pes* of non-mammalian therapsids. *J Vertebr Paleontol.* 15(3):615–639.
- Hunt AP, Lucas SG. 2005. Tetrapod ichnofacies and their utility in the Paleozoic. In: Buta RJ, Rindsberg AK, Kopaska-Merkel D, editors. Pennsylvanian footprints in the black warrior basin of Alabama, Alabama: Alabama Paleontological Society; Monograph 1, p. 113–119.
- Hunt AP, Lucas SG. 2006. Permian tetrapod ichnofacies. In: Lucas SG, Cassinis G, Schneider JW, editors. *Non-marine permian biostratigraphy and biochronology*. Vol. 265. London: Geol Soc Spec Publ; p. 137–156.
- Hunt AP, Lucas SG. 2007. Tetrapod ichnofacies: a new paradigm. *Ichnos*, 14:59–68.
- Jardine W. 1850. Note to Mr. Harness's paper "On the position of the impressions of footsteps in the Bunter sandstones of Dumfriesshire". *Ann Mag Nat Hist*, 6:208–209.
- Kleinman LE, Japas MS. 2009. The Choiyoi volcanic province at 34°–36°S (San Rafael, Mendoza, Argentina): implications for the late Paleozoic evolution of the southwestern margin of Gondwana. *Tectonophysics*, 473:283–299.
- Krapovickas V, Mancuso AC, Areucci A, Caselli A. 2010. Fluvial and eolian ichnofaunas from the Lower Permian of South America. *Geol Acta*, 8:449–462.
- Lardone L, Meza JC, Salaverri JA. 1993. Yacimiento Cranífero. In: Ramos V, editor. *Relatorio*. Vol. 4(5). Mendoza: Geología y Recursos Naturales de Mendoza; p. 537–542.
- Leonardi G. 1981. Novo ienogênero de tetrápode Mesozoico da Formação Botucatu, Araraquara, SP. *An Acad Bras Cienc.* 53:793–805.
- Leonardi G. 1987. *Glossary and manual of tetrapod footprint paleoichnology*. Brasília: República Federativa do Brasil. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral.
- Liambás EJ, Kleinman LE, Salavarri JA. 1993. El Magmatismo Gondwaniano. In: Ramos V, editor. *Relatorio*. Vol. 1(6). Mendoza: Geología y Recursos Naturales de Mendoza; p. 53–64.
- Lockley MG, Hunt AP. 1995. *Dinosaur tracks and other fossil footprints of the Western United States*. New York: Columbia University Press.
- Lockley MG, Hunt AP, Haubold H, Lucas SG. 1995. Fossil footprints in the DeChelly Sandstone of Arizona: with paleoecological observations on the ichnology of dune facies. *Bull New Mexico Mus Nat Hist Sci*, 6:225–233.
- Lockley MG, Hunt AP, Meyer C. 1994. Vertebrate tracks and the ichnofacies concept: implications for paleoecology and palichnestrigraphy. In: Donnan S, editor. *The palaeobiology of trace fossils*. London: John Wiley; p. 241–268.
- Lockley MG, Hunt AP, Meyer CA, Rainforth EC, Schultz RJ. 1998. A survey of fossil footprint sites at Glen Canyon National Recreation Area (western USA): a case study in documentation of trace fossil resources at a national preserve. *Ichnos*, 5:177–211.
- Lockley MG, Madsen JH, Jr. 1993. Early Permian vertebrate trackways from the Cedar Mesa Sandstone of eastern Utah. *Ichnos*, 2:147–153.
- Loope DB. 1984. Eolian origin of upper Paleozoic sandstones, southeastern Utah. *J Sed Petrol.* 54:563–580.
- Loope DB. 2006. Dry-season tracks in dinosaur-triggered grainflows. *Palaios*, 21:132–142.
- López-Gamundi OR. 2006. Permian plate margin volcanism and tuffs in adjacent basins of west Gondwana: age constrains and common characteristics. *J South Amer Earth Sci.* 22:227–238.
- Lucas SG, Hunt AP. 2006. Permian tetrapod footprints: biostratigraphy and biochronology. In: Lucas SG, Cassinis G, Schneider JW, editors. *Non-marine permian biostratigraphy and biochronology*. Vol. 265. London: Geol Soc Spec Publ; p. 179–200.
- Lull RS. 1918. Fossil footprints from the Grand Canyon of the Colorado. *Am J Sci.* 45:337–346.
- McKeever PJ. 1991. Trackway preservation in eolian sandstones from the Permian of Scotland. *Geology*, 19:726–729.
- McKeever PJ. 1994. A new vertebrate trackway from the Permian of Dumfries and Galloway. *Scot J Geol.* 30:11–14.
- McKeever PJ, Haubold H. 1996. Reclassification of vertebrate trackways from the Permian of Scotland and related forms from Arizona and Germany. *J Paleontol.* 70:1011–1022.
- Melchor RN. 1997. Permian tetrapod ichnofaunas from Argentina: further evidence for redbed shallow lacustrine and aeolian vertebrate ichnofacies. In: *Workshop ichnofacies and ichnotaxonomy of the terrestrial Permian*. Abstracts and Papers. Halle: Martin Luther



- University, Halle-Wittenberg Institute of Geoscience and Geiseltal-museum; p. 59–60.
- Melchor RN. 2001. Permian tetrapod footprints from Argentina. *Hallesches Jahrb Geowiss.* 23(B):35–43.
- Melchor RN, Césari S. 1991. Algunos elementos paleoestorísticos de la Formación Carapacha (Pérmino Inferior). Prov. de La Pampa, Rep. Argentina. *Ameghiniana.* 28(3–4):347–352.
- Melchor RN, Sarjeant WAS. 2004. Small amphibian and reptile footprints from the Permian Carapacha Basin, Argentina. *Ichnos.* 11:57–78.
- Morales M, Haubold H. 1995. Tetrapod tracks from the Lower Permian DeChelly sandstone of Arizona: systematic description. *Bull New Mexico Mus Nat Hist Sci.* 6:251–261.
- Mountney NP. 2006. Eolian facies models. In: Posamentier HW, Walker RG, editors. *Facies models revisited.* Vol. 84. Tulsa: SEPM Special Publication; p. 19–83.
- Ortega Furlotti A, Rodriguez Pujada EJ, Prieto AG, Prieto A. 1974. El nuevo Distrito Uranofero de Sierra Pintada, provincia de Mendoza (República Argentina). *Actas Quinto Congr Geol Arg Buenos Aires.* 2:267–284.
- Owen R. 1842. Report on British fossil reptiles: part 2. Report of the British Association for the Advancement of Science (for 1841). Plymouth: British Association for the Advancement of Science; p. 60–204.
- Peabody FE. 1959. Trackways of living and fossil salamanders. *Univ California Publ Zool.* 63:1–72.
- Pemberton SG, Gingras M. 2003. The Reverend Henry Duncan (1774–1846) and the discovery of the first fossil footprints. *Ichnos.* 10:69–75.
- Pemberton SG, Frey RW. 1982. Trace fossil nomenclature and the *Planolites Palaeophycus* dilemma. *J Paleontol.* 56:843–881.
- Polanski J. 1964. Descripción geológica de la hoja 26c La Tosea, provincia de Mendoza. *Bol Dir Nac Geol Min.* 98:1–94.
- Rey FM. 2011. Variaciones paleoclimáticas y Paleoambientales en la Formación Yacimiento Los Reyes (Cisuraliano), Cuenca de San Rafael, Mendoza Argentina [master's thesis]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Rocha-Campos AC, Basel MA, Nutman AP, Kleiman LE, Varela R, Llambías E, Canile FM, da Rosa OR. 2011. 30 million years of Permian volcanism recorded in the Choiyoi igneous province (W Argentina) and their source for younger ash fall deposits in the Paraná Basin: SHRIMP U-Pb zircon geochronology evidence. *Gondwana Res.* 19:509–523.
- Rodríguez EJ, Valdivieso A. 1970. Informe sobre resultados de la investigación geológica semiregional (perfiles y planos geológicos) en el área de las manifestaciones nucleares de Sierra Pintada, Mendoza. Comisión Nacional de Energía Atómica. Informe interno, RM-O-M-135.
- Romer AS, Price LJ. 1940. Review of the Pelycosauria. *Geol Soc Am Spec.* 28:1–538.
- Rubidge BS, Sidor CA. 2001. Evolutionary Patterns among Permo-Triassic Therapsids. *Annu Rev Ecol Syst.* 32:449–480.
- Seitacher A. 1964. Biogenic sedimentary structures. In: Imbrie J, Newell N, editors. *Approaches to paleoecology.* New York: John Wiley and Sons, Inc.; p. 296–316.
- Sidor CA, Hopson J. 1998. Ghost lineages and “mammalness”: assessing the temporal pattern of character acquisition in the Synapsida. *Paleobiology.* 24:254–273.
- Smith R. 1993. Sedimentology and ichnology of floodplain paleosurfaces in the Beaufort Group (Late Permian), Karoo Sequence, South Africa. *Palaios.* 8:339–357.
- Spalletti L, Mazzoni M. 1972. Paleocorrientes del Miembro medio de la Formación Yacimiento Los Reyes, Sierra Pintada, provincia de Mendoza, Rev Asoc Arg Miner Petrogr Sedimentol. 3:77–90.
- Stipanicic PN, González Díaz EF, Zavattieri AM. 2007. Grupo Puesto Viejo nom. transl. por Formación Puesto Viejo González Díaz, 1964, 1967: nuevas interpretaciones paleontológicas, estratigráficas y cronológicas. *Ameghiniana.* 44:759–761.
- Voigt S, Hminna A, Saber H, Schneider JW, Klein H. 2010. Tetrapod footprints from the uppermost level of the Permian Ikakern Formation (Argana Basin, Western High Atlas, Morocco). *J Afr Earth Sci.* 57:470–478.
- Voigt S, Saber H, Schneider JW, Hmich D, Hminna A. 2011. Late Carboniferous-Early Permian Tetrapod Ichnofauna from the Khenifra Basin, Central Morocco. *Geobios.* 44:399–407.

PK  
D  
M



## TETRAPOD TRACKS TAPHONOMY IN EOLIAN FACIES FROM THE PERMIAN OF ARGENTINA

ADRIANA CECILIA MANCUSO,<sup>1</sup> VERONICA KRAPOVICKAS,<sup>2</sup> CLAUDIA MARSICANO,<sup>3</sup> CECILIA BENAVENTE,<sup>1</sup> DARIO BENEDITO,<sup>2</sup> MARCELO DE LA FUENTE,<sup>3</sup> AND EDUARDO G. OTTONE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IANIGLA, CCT-CONICET-Mendoza, Avda. Ruiz Leal s/n Parque Gral. San Martín (5500) Mendoza, Argentina

<sup>2</sup>Departamento de Cs. Geológicas, FCEN, Universidad de Buenos Aires, IDEAN-CONICET, Argentina

<sup>3</sup>Museo de Historia Natural de San Rafael, IANIGLA, Mendoza, Argentina

email: amancu@mendoza-conicet.gov.ar

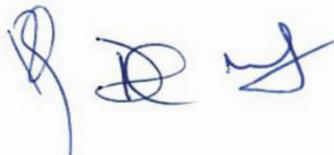
**ABSTRACT:** Ancient desert deposits preserve a copious ichnofossil record, particularly Permian-age deposits where the record of tetrapod footprints is present and abundant in almost all desert settings. We propose to analyze, from a taphonomic perspective, Permian footprints preserved in eolian deposits from Argentina with a detailed sedimentological study of the trackway-bearing levels, in order to find evidence of processes that may have enhanced their preservation. We defined four taphonomic modes based on preservation quality, and the morphological and extra-morphological features of the footprints. Mode 1 includes footprints with detailed impressions of the palm, digits and claws. Mode 2 includes tracks with palm and digit impressions associated with small bulbous-shape marginal rims. Mode 3 includes tracks characterized by large, bulbous, marginal rims and randomly preserved palm impressions. Mode 4 includes footprints with shallow digit and palm impressions associated with sand-crescent marginal rims. The Los Reyunos footprints suggest preservation in: (1) dry sand, evidenced by sediment slipping down-slope structures and (2) subsurface damp sand, evidenced by digit impressions and claw drag traces. Also, we found vertical water content variations along the dune foresets, evidenced by a varying amount of sediment slipping down-slope in the same trackway. Moreover, differences in the time of entombment are suggested by the morphology of rims (bulbous-shape or sand-crescent). The stratigraphic genetic framework resulting from the Los Reyunos taphonomic analysis supports changes in the interstitial subsurface water and rapid entombment of the tracking surface due to a high rate of sediment supply as the main factor for footprint preservation.

### INTRODUCTION

Ancient eolian environments exhibit abundant trace fossils despite the misconceptions that deserts are nearly barren of life and that preservation in loose sandy substrates of mobile dunes requires exceptional conditions. In fact, desert trace fossils are abundant and widespread in Permian strata on a nearly global scale (Krapovickas et al. 2016). Ichnoassemblages are known from outcrops in North America, in the Pennsylvanian–Permian Weber Sandstone, the Permian Coconino, DeChelly, Lyons, Cedar Mesa, and Casper sandstones (Gilmore 1926, 1927, 1928; Brady 1947, 1961; Hanley et al. 1971; Lockley and Madsen 1993; Sadler 1993; Braddy 1995; Lockley and Hunt 1995; Lockley et al. 1998; Chure et al. 2014). They also occur in the Permian of Europe, in the Corockle, Lochabriggs, and Hopeman sandstone of Scotland, and the Cornberg Sandstone of Germany (Duncan 1831; McKeever 1991, 1994; Haubold et al. 1995; McKeever and Haubold 1996), and in South America, in the Patagua and Yacimiento los Reyunos formations of Argentina (Aramayo 1993; Melchor 2001; Krapovickas et al. 2010, 2015). All these Permian eolian deposits contain essentially the ichnogenus *Chelichnus* occurring with other rare tetrapod footprints. Superficial arthropod locomotion structures are the dominant invertebrate trace fossils, particularly those produced by spiders and scorpions, and subsurface invertebrate activity is evident although to a lesser degree (Ekdale and Bromley 2012; Krapovickas et al. 2016).

This important record of eolian trace fossils with outstanding preservation is difficult to explain. During the last century the discussion about the preservation of tracks in cross-bedded sandstones mostly focused

on the origin (eolian vs. subaqueous) of the bearing levels (McKee 1947; Brand 1979). Accordingly, unusual locomotion patterns observed in the Coconino Sandstone trackways influenced Brand and Tang (1991) to propose an underwater origin for the succession. The current consensus among researchers is a subaerial origin for the Coconino Sandstone trackways and that some of the unusual locomotion patterns represent sideways, oblique upslope, and downslope progression in dunes (Lockley 1992; Loope 1992; Milán et al. 2008). Ichnologists have proposed that just enough humidity (i.e., not too dry, not too moist) can produce sufficient cohesion within sand grains that favors the preservation of tracks and traces (Paul and Roberts 1951; McKeever 1991; Lea 1996; Bordy and Catuneanu 2002; Fornós et al. 2002). The presence of infiltrated clays, sun-cracked surfaces, and raindrop imprints points to moist sands with the necessary cohesiveness to allow track preservation in some examples (Loope 1986; McKeever 1991). However, this is not the case for numerous track-bearing beds where the presence of moisture has not been demonstrated. Thus, significant information about trackway morphology, formation, and survivorship under variable substrate conditions has been produced through experimental trackways made in controlled laboratory conditions (McKee 1947; Davis et al. 2007; Scott et al. 2010). However, some questions remain unanswered. What provides cohesion to the eolian loose sand grains to allow preservation of delicate features usually observed in the tracks, trails and burrows? Why are delicate tracks made in dunes not obliterated by the deposition of the next sand lamina? Is there an agent acting as a glue?





The aim of the present contribution is to analyze, from a taphonomic perspective, a case study from the Permian of Argentina where footprints are preserved in eolian deposits. A detailed sedimentological study of the trackway-bearing levels was performed to find biological and/or mineral evidence (e.g., biofilms, bioglares, clay/smectite coating of sand grains) that might have enhanced preservation. Finally, the preservational conditions are evaluated in a stratigraphic genetic framework.

#### GEOLOGICAL SETTING

The studied trace fossils were recovered from the early Cisuralian Yacimiento Los Reyunos Formation, southern Mendoza Province, Argentina (Fig. 1). The unit is part of the extensive Choiyoi silicic volcanic province, included in the Gondwanic dystrophic cycle (late Paleozoic–early Mesozoic).

The Yacimiento Los Reyunos Formation consists of alluvial, fluvial, and eolian facies associated with pyroclastic layers interpreted as alluvial fan deposits that pass to eolian sandstone and it is attributed to a sand sea setting (Polanski 1964; Spalletti and Mazzoni 1972; Llambias et al. 1993). The unit is divided into four laterally interfingering members: the Psefítico (Maloberti 1983 *fide* Lardone et al. 1993), the Andesitic (Lardone et al. 1993; Llambias et al. 1993), the Arenicas Atigradas (Holmberg 1948; Lardone et al. 1993), and the Toba Vieja Gorda members (Rodríguez and Valdovieso 1970; Ortega Furlotti et al. 1974; Lardone et al. 1993). Of these, the Andesitic Member is not recognized in the study area. The Psefítico Member is characterized by polymictic conglomerate and conglomerate dominated by blocks and angular pebbles with interbedding of yellow cross-stratified sandstone (Llambias et al. 1993). Grayish yellow, fine- to coarse-grained arkosic sandstone and subordinate siltstone with horizontal and cross-bedded stratification dominate the overlying Arenicas Atigradas Member (Spalletti and Mazzoni 1972). Finally, the Toba Vieja Gorda Member is mainly formed by grayish purple porphyritic tuff (Lardone et al. 1993; Llambias et al. 1993). The continental alluvial, fluvial, and eolian sedimentary rocks, known as the Psefítico and Arenicas Atigradas members, derived from reworking of ignimbrite known as the Toba Vieja Gorda Member (Rocha-Campos et al. 2011).

A recent SHRIMP U-Pb dating ( $281.4 \pm 2.5$  Ma) from an ignimbrite close to the base of the Yacimiento Los Reyunos Formation constrain its deposition to the Kungurian (Cisuralian) (Rocha-Campos et al. 2011).

#### TRACK TAPHONOMY

##### Sedimentology of Track Bearing Levels

Footprints from the Yacimiento Los Reyunos Formation were found in outcrops situated in the Sierra Pintada and Sierra de las Peñas, West of San Rafael city (Fig. 1). Footprint-bearing levels are located in sandstone quarries exploited for their uranium content (Dr. Baulies quarry;  $34^{\circ}40'43.5''S$ ,  $68^{\circ}35'37.3''W$ ) or for construction (La Julia quarry,  $34^{\circ}18'54.5''S$ ,  $68^{\circ}45'00.5''W$ ), each in different stratigraphic levels of the Psefítico and Arenicas Atigradas members (Fig. 1).

In the Dr. Baulies quarry (Fig. 2), the Psefítico Member consists of poorly sorted, clast-supported, angular and subangular pebble- to cobble-conglomerate and pebbly medium-grained red sandstone. The conglomerate forms lenticular bodies (up to 1 m thick) with erosive basal contacts and grades upward and laterally to pebbly sandstone. The conglomerate lenses present planar cross-stratification (Gp), trough cross-stratification (Gt) (Fig. 3A), and clast imbrication (Fig. 3B). The sandstone units form massive tabular strata that laterally pass to lenses with planar cross-stratification (Sp) with 30-cm-thick cosets and clast imbrication. The massive red sandstone presents locally trace fossils assigned to *Palaeophycus tubularis* (Krapovickas et al. 2015, fig. 3C). The conglomerate and sandstone beds are interpreted as distributary channel and overbank deposits. Lenses of grayish yellow well-sorted fine-grained sandstone are

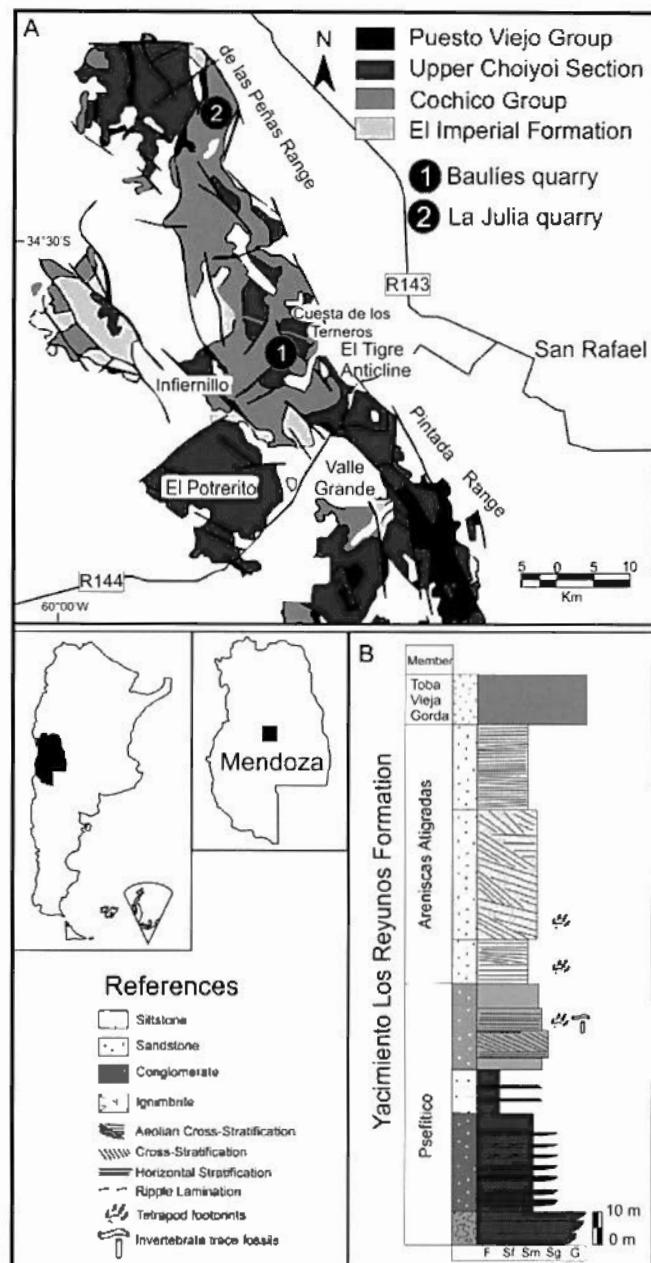


Fig. 1.—A) Geological map of the San Rafael Block, central-western Argentina showing the study area (cycles). B) Generalized stratigraphic section of Yacimiento Los Reyunos Formation showing track-bearing levels.

interbedded in the red sandstone of the overbank (Figs. 2, 3C). The grayish yellow sandstone shows trough cross-bedded stratification (St), inverse grading, and corresponds to the lowest of the footprint-bearing levels (Figs. 2, 3C). The grayish yellow sandstone is interpreted as eolian in origin, and together with distributary channel and overbank deposits it represents a fluvio-eolian interaction within a distal alluvial fan setting (Rey 2011).

The Arenicas Atigradas Member, in the same area, consists of grayish yellow to grayish pink, well-sorted, fine- to coarse-grained arkosic sandstone (Figs. 2, 3D–3F). These texturally mature sandstone are composed almost exclusively of subangular to subrounded clasts of quartz and feldspar, with minor clastic calcite and biotite content and scarce lithic

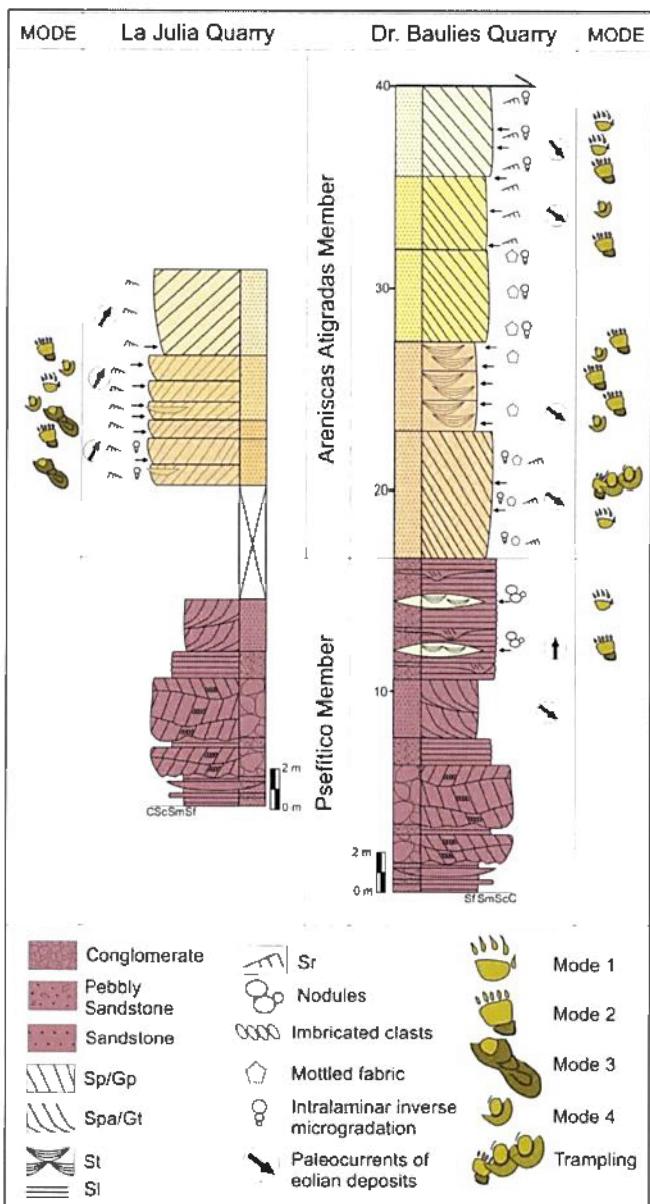


FIG. 2.—Schematic section of the Yacimiento Los Reyunos Formation at Dr. Baulies and La Julia quarries including the track-bearing levels and footprint taphonomic modes.

fragments (Fig. 3G, 3H). The strata are tabular with 4.5 m average thickness. Fine-grained sandstone may contain trough cross stratification (St), planar cross stratification (Sp), ripple lamination (Sr) and mottling (Fig. 3I). The medium- to coarse-grained sandstone presents planar cross stratification (Sp) and wind-ripple lamination (Sr) with inverse-graded laminae (Fig. 3J). The sandstone fabric is texturally mature and grain-supported, however, thin-section analysis reveals an upward increase of clays cementing the siliceous grains (Fig. 3K). Also towards the top of the succession, the grain size of the siliceous clasts increases from 10–30  $\mu\text{m}$  to 10–70  $\mu\text{m}$ . In polished slabs, mottles are revealed to be calcitic in composition, rounded, and about 1 cm in diameter (Fig. 3L). Differential accumulation of minerals can be recognized in some of the samples. No textural features indicating microbial-mediated precipitation of carbonate

have been observed. *Palaeophycus tubularis* and *Skolitos* isp. occur in these deposits (Krapovickas et al. 2015, fig. 3A, 3B).

**Interpretation.**—Sedimentary structures of the sandstone indicate wind ripples, grainfall, and grainflow deposits caused by saltation and gravity-driven processes. All these features indicate eolian dune migration in a dune field environment (Mountney and Jagger 2004; Mountney 2006). Mottled levels suggest incipient paleosol formation (Freytet and Plaza 1982) or vegetated dune deposits (Alonso-Zarza et al. 2008). The mineralogical zonation in some of the samples might indicate a perched groundwater table favored by low permeability subsurface of the El Imperial Formation basement. The lack of microbial textures in the samples rules out an enhanced preservation of tracks by rapid biomimeticization as has been observed in other cases, as around the margin of recent saline lakes (Scott et al. 2007, 2010) and other environments (Seilacher 2008).

At the La Julia quarry, the Yacimiento Los Reyunos Formation is only represented by the Areniscas Atigradas Member. Grayish yellow, cross-bedded, well-sorted medium- and coarse-grained sandstone characterize the unit. The sandstone, as occurs in the Dr. Baulies section, are composed of subangular to subrounded grains of quartz and feldspar with minor calcite and biotite content and scarce lithic fragments. Planar cross stratification (Sp) and very low angle lamination (Sl) dominates the succession, with common ripple lamination (Sr) with inverse grading (Fig. 3J). A minor, reddish-brown clay component occurs in sandstone from the La Julia log (Fig. 3K). Some of the clasts show signs of corrosion in their margins by calcite and other clasts show fragmentation. In addition, a 10% biotite crystalline intergrowth is identified as a cement along the entire section. Sedimentologic features, such as lithology, sedimentary structures, and stratal geometry, suggest that this succession represents dune migration in a dune field environment (Mountney 2006) as in the Dr. Baulies section.

The Yacimiento Los Reyunos Formation represents the initial sedimentary fill in the San Rafael Basin associated with arc magmatism developed eastward to Andes West front (López-Gamundi 2006; Kleiman and Japas 2009). The Los Reyunos alluvial and eolian environments occurred downwind of the Andes West front, in a region with relatively low rainfall where a rain shadow might have existed.

#### Taphonomic Modes

In the present study, four taphonomic modes of track preservation are defined based on the preservation quality of the footprints, and the presence or absence of different morphological and extra-morphological features, such as palm/sole-pads, digit impressions, digit scratch traces, and marginal rims, among others (see Table 1, Fig. 4, and Krapovickas et al. 2015 for detailed descriptions). Only the most complete trackway for each taphonomic mode was selected to calculate the speed of the track-maker, therefore there are no calculations for most of the tracks included in the taphonomic modes. Speeds were estimated using Alexander's formula (Alexander 1976) as a relationship between speed  $u$ , body size (expressed by  $h$ , the height at the hip) and the stride length  $\lambda$  such that:

$$\lambda/h = 2.3(u^2/gh)^{0.3}$$

In addition, we followed McKeever (1994) to estimate the hip height ( $h$ ) of Permian therapsids as 1.5 times the length of the pes whereas the hip height for erect reptiles was estimated at four times the length of the pes.

Special cases are discussed separately due to their importance in the general context of the Los Reyunos footprint record.

All the tracks described occur at the base of the foresets of the sand-dune.

P  
D  
M



FIG. 3.—Outcrop and binocular low magnification photographs, and thin section microphotograph from the Yacimiento Los Reyunos Formation. A) Photograph of the conglomerate lenses showing Gp and Gt and an erosive base. B) Detail of the clasts imbrication present in the conglomerate lenses. C) Yellowish fine sandstone with St interbedded with reddish sandstone. D) Arkosic sandstone of the Areniscas Atigradas Member showing the grayish yellow to grayish pink coloration. E) Detail of the sandstone showing St. F) Detail of the sandstone in D with Sp. G) Areniscas Atigradas sandstone under binocular microscope where quartz and feldspar clasts can be seen. H) Microphotograph of the Areniscas Atigradas sandstone where minor elastic calcite can be identified showing high birefringence along with scarce lithic fragments. I) Lateral variation of the sandstone showing white mottling interpreted as a rhizohaloc. J) Detail of an inverse-graded laminae in the medium to coarse sandstone. K) Microphotograph in which a change in patterns can be recognized (blue arrow), from minor cement content below the arrow to higher cement content towards the top of the thin section. L) Polished slab showing the calcitic rhizohaloes disrupting the reddish fabric of the sandstone.

**Mode 1.**—The footprints included in this category are present in cross-stratified, sub-angular to sub-rounded well-sorted fine- to coarse-grained sandstone (Table 1, Figs. 2, 5). Some levels show an alternation of pink medium-grained and gray coarse-grained sandstone. The measured dip

angles are  $20^\circ$  for the surfaces of the eolian dunes and  $15^\circ$  for the fluvial system dunes (Psefítico Member).

This taphonomic mode includes several footprints previously figured by Krapovickas et al. (2015) because they have the best preservation and show

P D S



TABLE 1. Morphological and extra-morphological features that characterize the taphonomic modes and the special cases of the footprints from Cisuralian Yacimiento Los Reyunos Formation.

	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Trampling	Museum
Palm outline	Oval	Circular or irregular	Irregular	Oval or irregular	Circular or irregular	Oval
Palm-digit connection	Separated	Connect	No info	Connect	Connect	Separated
Digit impressions	Yes	Yes	No	No	Few	Yes
Claw drag trace	Yes	No	No	No	Very few	Yes
Presence of rim	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Few
Rim size		Small	Large	Large	Large	Small
Rim shape		Bulbous-shape	Bulbous-shape	sand crescent-shape	Bulbous-shape	Semicircle
Rim location		Down-slope	Down-slope	Down-slope	Down-slope	Posterior
Texture and color	Grayish yellow fine-grained, pink medium-grained and gray coarse-grained sandstone	Grayish yellow fine-grained, pink medium-grained and gray coarse-grained sandstone	Grayish yellow coarse-grained sandstone	Gray fine- to coarse-grained sandstone	Red medium- to coarse-grained sandstone	Grayish yellow coarse-grained sandstone
Type lamination	Grainfall Wind-rippled Inverse graded	Grainfall Wind-rippled Inverse graded	Wind-rippled Inverse graded	Grainfall Wind-rippled Inverse graded	Inverse graded	
Dip angle surface	15° 20°	15° 20°	20°	20°	20°	
Infill sediment	Following level	Following level	Bearing level	Following level	Following level	No info

detailed morphological features. The material remains *in situ* at both Dr. Bañales and La Julia quarries (Fig. 1) and includes well-preserved tracks and trackways attributed to *Chelichnus gigas* (Krapovickas et al. 2015, fig. 5A, 5C). They are represented by isolated *manus-pes* sets and series of *manus-pes* sets forming trackways. The speed of the track-maker inferred by one trackway included in this mode is 2.5 km/h. Good preservation is evident in details of the digit and palm/sole impressions (Fig. 5). The palm/sole impressions have oval outline and are separated from the digit impressions. In most cases, footprints have five digit impressions associated with claw drag traces (Fig. 5). They are preserved as long, sharply incised grooves with a very well-defined border that delimits deep grooves of the claw trace. The marginal ridge is produced by sediment displacement due to compression by the animal foot during the step cycle. In this mode, the marginal ridge is mostly absent, but when present, it occurs as a small bulbous-shape recorded in a lateral-posterior position of the track, and generally is documented only in tracks located in up-slope positions within the trackway.

**Interpretation.**—The preservation of both digit impressions and claw drag traces suggests at least some plasticity in the sediment. The size and deepening of the tracks are related to the size and weight of the track-maker. The size of the track is directly related to the producer bodyweight but the footprint depth is related to both the bodyweight of the animal and the substrate consistency (e.g., Marsicano et al. 2010). The marginal rim is caused by the compression of the plastic soft ground by the foot during the step cycle (Allen 1997; Manning 2004; Milán et al. 2004). The inferred speed suggests that the animal was walking slowly accordingly to McKeever (1994), therefore facilitating the observed morphological details.

**Mode 2.**—Footprints included in this mode occur in grayish yellow, gray or pink, cross-stratified, sub-angular to sub-rounded well-sorted medium- to coarse-grained sandstone (Figs. 2, 6). The measured dip

angles are 20° for the eolian dunes and 15° for the surface of the Psefítico Member (dunes in the fluvial system). This category includes some footprints attributed to *Chelichnus gigas* by Krapovickas et al. (2015, fig. 5D). Tracks and trackways of this type are also *in situ* in both studied localities (Fig. 1). The tracks show a well-defined circular to slightly irregular palm, the digit impressions are short and shallow grooves with well-defined but smooth borders (Fig. 6). Occasionally, some digit imprints are missing. The tracks present a well-developed asymmetric marginal rim formed by the displaced sediment (Fig. 6). The marginal rims present a bulbous-shape and are located latero-posteriorly to each print. They are more developed in the prints produced uphill, with lengths from 2 to 5 cm (Fig. 6).

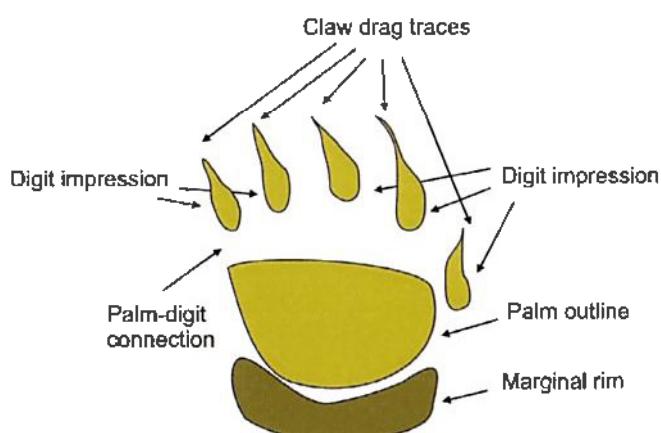


FIG. 4.—Morphological features recognized in the tracks that together with the extra-morphological features defined the taphonomic modes.

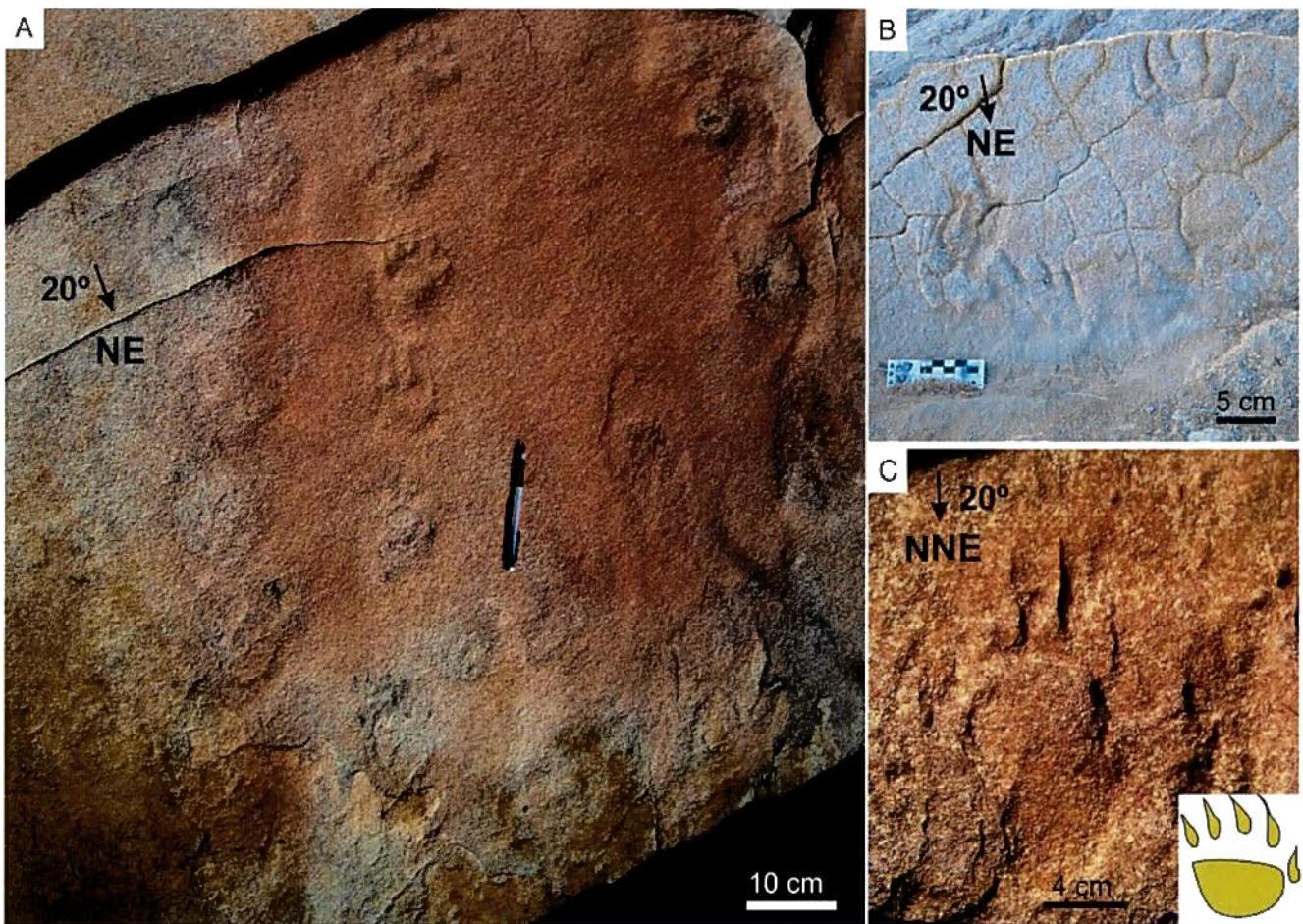


FIG. 5.—Field photos of the surfaces with footprints recognized as taphonomic mode 1. A) Trackway in surface from La Julia quarry. B) Three tracks in surface from Dr. Baulies quarry. C) Isolate manus-pes in surface from Dr. Baulies quarry.

**Interpretation.**—The displaced sediment of the rims corresponds to structures produced when the animal crossed the foreset of the sand-dune. The rim position is always according to the dip of the foreset and not according the direction of the animal progression.

**Mode 3.**—The track-bearing levels for this mode consist of grayish yellow, sub-angular to sub-rounded well-sorted coarse-grained sandstone. The measured dip angle of the surfaces is 20°. This category includes several trackways, one of them already described and attributed to *Chelichnus duncani* by Krapovickas et al. (2015, Tw2, fig. 4A). Most of the material included in this taphonomic mode (Figs. 2, 7) remains *in situ* in both studied localities (Dr. Baulies and La Julia quarries). Some trackways are recognized mostly as a pattern of two parallel lines (Fig. 7). In a few cases, the tracks preserve an irregular palm impression with slight digit evidence. The speed inferred of the track-maker in the best preserved trackway (*Chelichnus duncani* Tw2, Krapovickas et al. 2015) is 4.23 km/h. The main feature observed in the footprints included in this category is the presence of a large bulbous asymmetric marginal rim developed latero-posteriorly (Fig. 7). Marginal rim sizes observed in these tracks are variable, showing significant differences among and throughout the trackways, but in all cases the displaced sediment covers either partially or totally the previous footprint (Fig. 7). Consequently, the imprints preserve an infill that partially obscures the footprint morphology.

**Interpretation.**—Each rim was produced when the soft sand was pushed behind each footprint and covered or completely obliterated the previous footprint in the trackway. The amount of obliteration by the avalanche structures would depend on the angle of slope and the direction of the animal progression. The inferred speed suggests that the animal was trotting during implantation (see McKeever 1994) while crossing the dune.

**Mode 4.**—Footprints included in this category are present in gray, cross-stratified sub-angular, well-sorted fine- to coarse-grained sandstone. The measured dip angle of the surfaces is 20°. Some of the footprints were attributed to *Chelichnus duncani* (Tw1) and another to pear-like footprints (Krapovickas et al. 2015, fig. 4C). Both Dr. Baulies and La Julia quarries contain *in situ* tracks and trackways of this category (Figs. 2, 8). The tracks are preserved as well-defined oval or irregular impressions with a deep shaft and a marginal rim, however, there is no clear evidence of digits or the complete palm/sole dimensions (Fig. 8). The speed inferred of the track-maker in the more complete trackway (*Chelichnus duncani* Tw1 of Krapovickas et al. 2015) is 5 km/h. The track impressions are variable in size with lengths from 1.5 to 8.4 cm and the marginal rim range from 1 cm wide and 2 cm height to 6 cm wide and 4 cm height. The main feature of the footprints is the presence of marginal rims of displaced sediment with sand crescent shape (Fig. 8). They are located around the postero-lateral margin of each imprint. Several footprints show a shaft infill that

P. DE M.

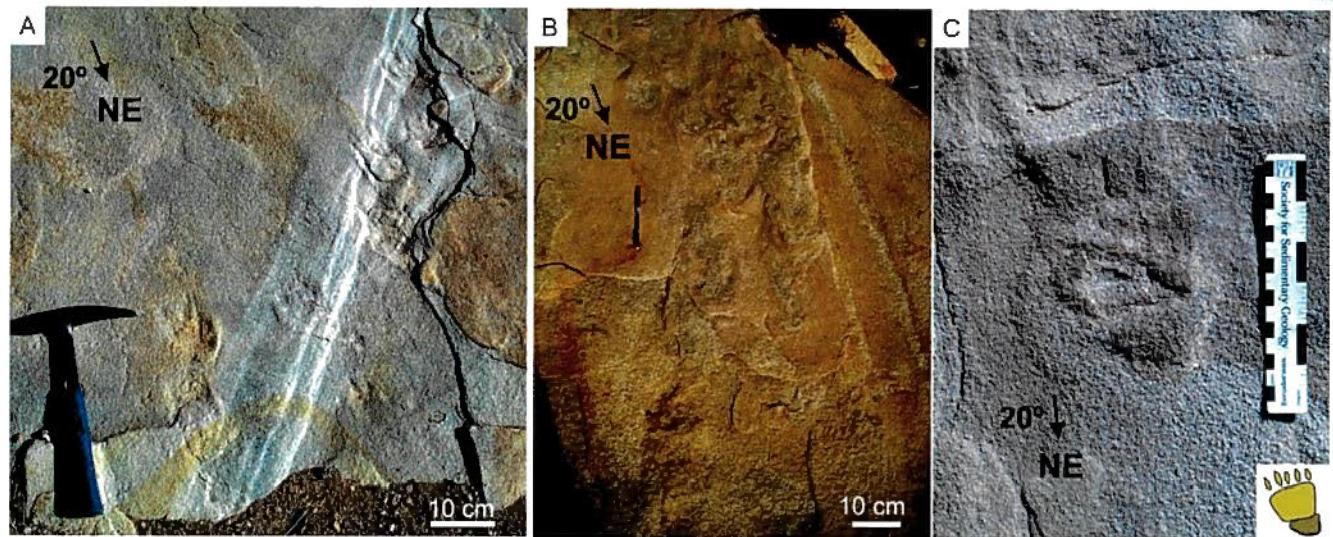


FIG. 6.—Field photos of the surfaces with footprints recognized as the taphonomic mode 2. A, B) Trackways in surface from La Julia quarry. C) Isolate footprints in surface from Dr. Baulies quarry.

corresponds to the sediment of the overlain sandstone level in the succession.

**Interpretation.**—The location of the rims is linked mainly to the slope angle (they point down the slope of the foreset) and to a lesser degree to the direction of progression. Different studies in eolian deposits suggest that the avalanche structure that a footprint displaces in soft sand invariably is directed down-slope on the depositional surface (e.g., Fornós et al. 2002; Krapovickas et al. 2015). The inferred speed suggests that the animal was running (see McKeever 1994) while crossing the dune foreset.

#### Special Cases

**Trampling Surface.**—This surface occurs on a red, cross-stratified, sub-angular to sub-rounded, well-sorted medium- to coarse-grained sandstone showing white mottling and scarce horizontal (*Palaeophycus tubularis*) and vertical (*Skolitos* isp.) invertebrate trace fossils (Krapovickas et al. 2015). The trampling surface was only identified at the Yacimiento Dr. Baulies quarry and the measured dip angle of the surfaces is 20°. The bearing surface includes abundant tracks and only few of them are well defined (Fig. 9). In general, the tracks show a



FIG. 7.—Field photos of the surfaces with footprints recognized as the taphonomic mode 3. A) Trackway in surface from La Julia quarry. B) Detail of trackway presented in A. C) Isolate footprints in surface from La Julia quarry.

P.S. M.

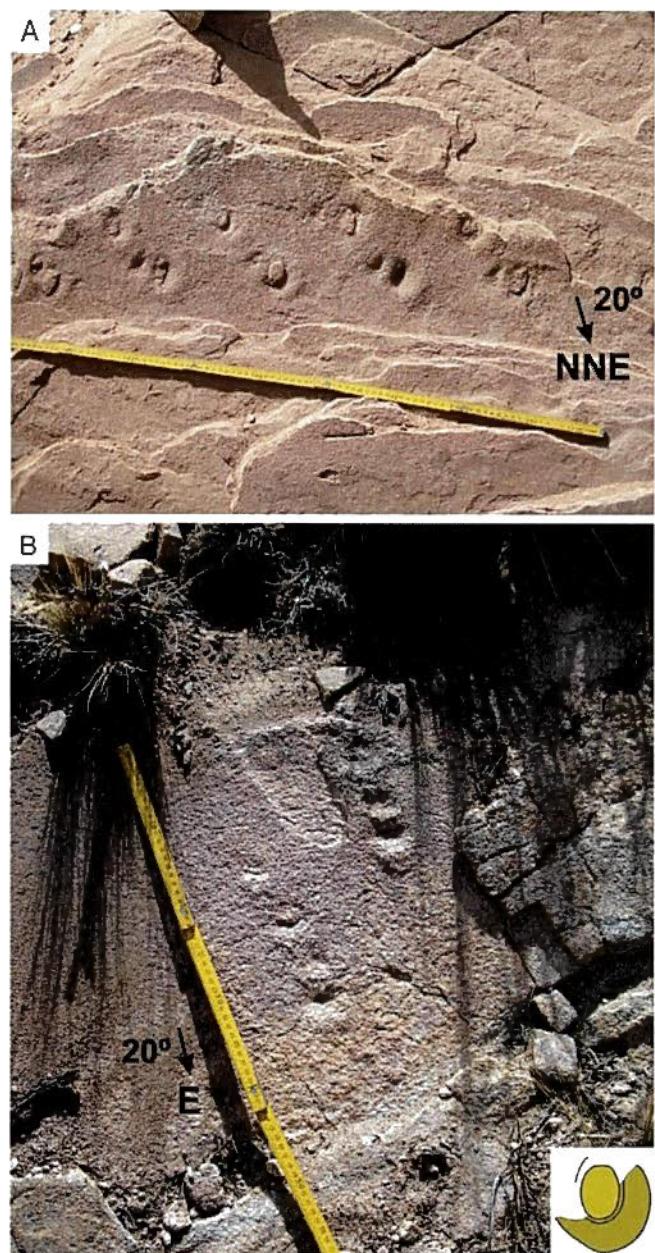


FIG. 8.—Field photos of the surfaces with footprints recognized as taphonomic mode 4. A, B) Trackways in surface from Dr. Baulies quarry.

pronounced circular to irregular shaft with well-developed asymmetric marginal rims that are systematically positioned NNE according to the present location of the tracks (Fig. 9). Only a few tracks preserve faint digit impressions that are less impressed than other footprints in this surface (Fig. 9). The impressions are variable in size with lengths from 1.5 to 8.4 cm and the rims are from 4.5 cm wide and 1.5 cm height to 9.5 cm wide and 5 cm height. As previously mentioned, the marginal rim of all footprints is in NNE direction, independent of the direction of the animal progression (Fig. 9). Two different track preservational patterns are recognized. In the area where the highest concentration of tracks occurs (in the center of the surface) (Fig. 9A, 9C), each one shows a deep shaft with greater depth in the heel area close to the

marginal rim. In contrast, the other pattern presents best-defined tracks with shallower depth in the impressions, but with deeper digit impressions, not near the rims (Fig. 9B). The tracks display a shaft infill characterized by pink muddy medium-grained sandstone (Fig. 9D) from the overlying bed.

**Interpretation.**—The two different patterns recognized in this surface could be related to a change in the surface conditions between their imprinting, with some time occurring between them. These differences between patterns were also recognized in alluvial and freshwater successions (e.g., Bromley and Asgaard 1979, 1991; Gierlowski-Kodesch 1991; Buatois et al. 1996, 1997; Krapovickas et al. 2008). In the four modes described in this contribution, the marginal rims are in NNE position and oriented downslope.

**Museum Slabs.**—Several slabs with footprints are hosted in the collections of the Museo de Historia Natural de San Rafael, which consist of grayish yellow subangular well-sorted coarse-grained sandstone. Most of this material was previously described by different authors due to their good preservation and detailed features (Aramayo and Farinati 1983; Aramayo 1993; Melchor 2001; Krapovickas et al. 2015, fig. 6) and comes from several quarries at La Julia, Cuesta de los Terneros, and Dr. Baulies areas (Fig. 1). In general, they consist of isolated *manus-pes* sets and series of *manus-pes* sets. The tracks are characterized by a good preservation with oval palm/sole pads generally separated from the digit impressions (Fig. 10). The digit impressions are all associated with deep claw drag traces, without collapse of the sediment (Fig. 10). The marginal rim around the prints is uncommon, and when it is present is located at the posterior area of the print (Fig. 10).

**Interpretation.**—The absence of collapse of the sediment among digit impressions and the claw drag traces suggests a plastic condition of the sediment. Nevertheless, Manning (2004) proposed that the amount of moisture in the sand was less than 25% because more liquid in the sediment would have caused the track features to collapse. The museum slabs could be considered part of the taphonomic mode 1, or could be considered the only report of footprints in horizontal deposits in the area (interdune). Unfortunately, the original bearing levels of the slabs are unknown, so it cannot be attributed to one mode or another.

**Tracks in Cross Section.**—Tracks in cross sections were also recorded on different levels of the Areniscas Atigradas Member at Dr. Baulies quarry. They are imprinted in different beds, including red medium- to coarse-grained sandstone, gray coarse-grained sandstone, and pink medium- to coarse-grained sandstone (Fig. 11A–11D). The tracks are visible in transverse and longitudinal cross sections in some of the studied outcrops. They can be observed across the digits (Fig. 11A, 11B), but also across the palm/sole impression (Fig. 11C, 11D). In these vertical sections, several deformed layers are also observed that can be correlated with tracks in cross section.

**Interpretation.**—The identification as footprints in cross section is evidenced by the size-frequency distribution of the deformation structures, regular deformation, and compression of the lower layers in the deformation, as was reported by Loope (1986) for Cenozoic eolian deposits from Nebraska.

## DISCUSSION

### True Track, Undertrack, and Eroded Track

The exceptional therapsid footprint record from the Yacimiento Los Reyunos Formation involves isolate tracks and trackways of one



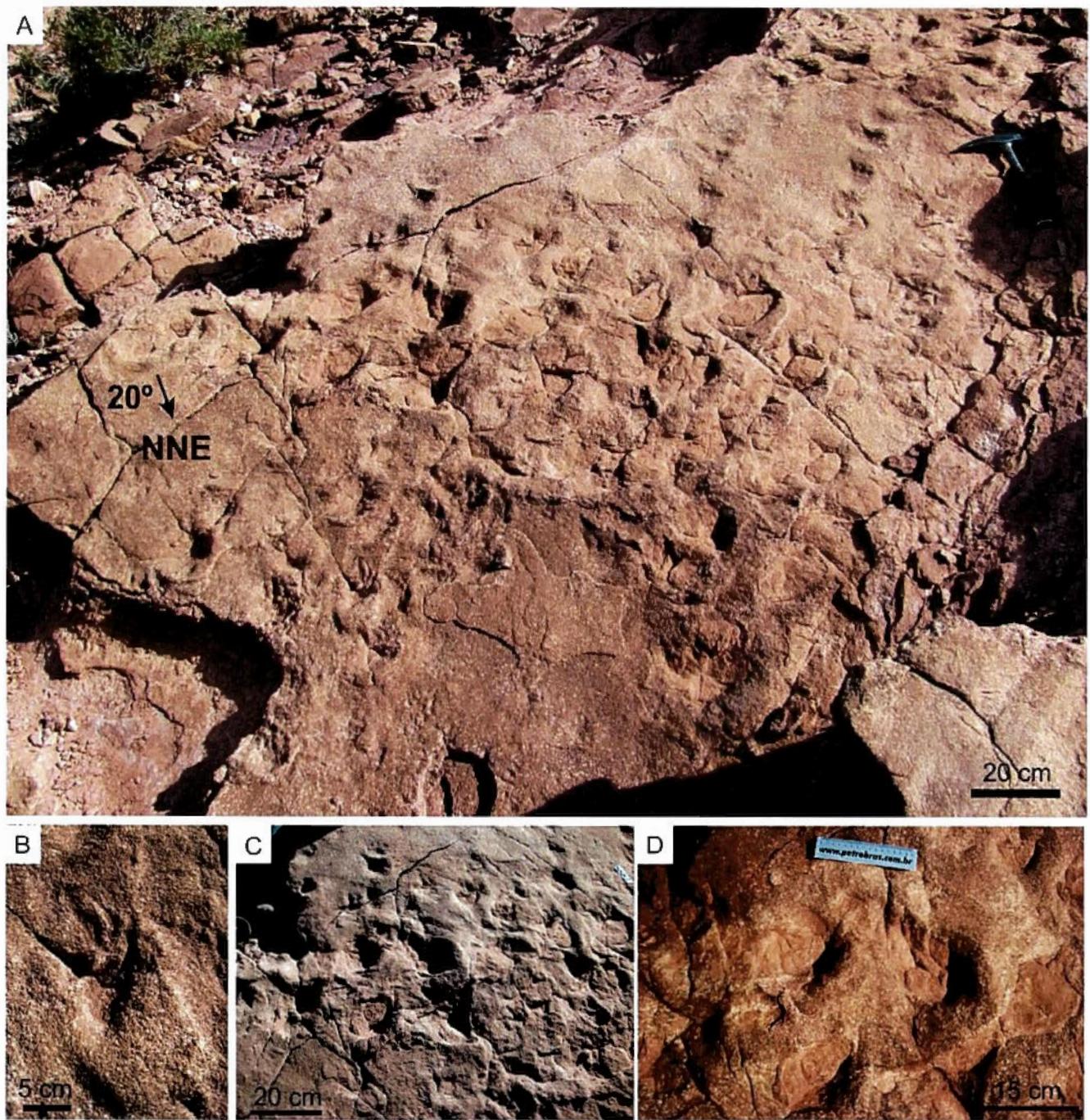


FIG. 9.—Field photos of the Trampling surface from Dr. Baufies quarry. **A)** Overview of trampling surface. **B)** Detail of footprint showing digit impressions and marginal rim. **C)** Crossing of two different track preservational patterns. **D)** Detail of footprint showing deep irregular shaft with well-developed asymmetric marginal rims.

ichnogenus with a variety of preservations. In addition to the four different taphonomic modes recognized above, the features shown by the tracks allow further distinctions. Our samples include true tracks as well as undertracks and eroded tracks, all of them recorded *in situ*.

The tracking surface is the actual level where the footprint was produced (i.e., the surface on which the animal walked) and these tracks are recognized as “true tracks” (Fornós et al. 2002). In contrast, the

undertracks are those formed by the transmission of the deformation produced by the foot in the underlying sediment (Thulborn 1990).

The features that characterize true tracks are: (1) the presence of distinctive sediment infilling the track (whereas infilling of undertracks would cover not only the depression of the footprint but also the surface surrounding it as an unique layer); (2) the presence of marginal rims (see Allen 1997 and Fornós et al. 2002) and a well-preserved drag trace; and (3)

*R. Mancuso*

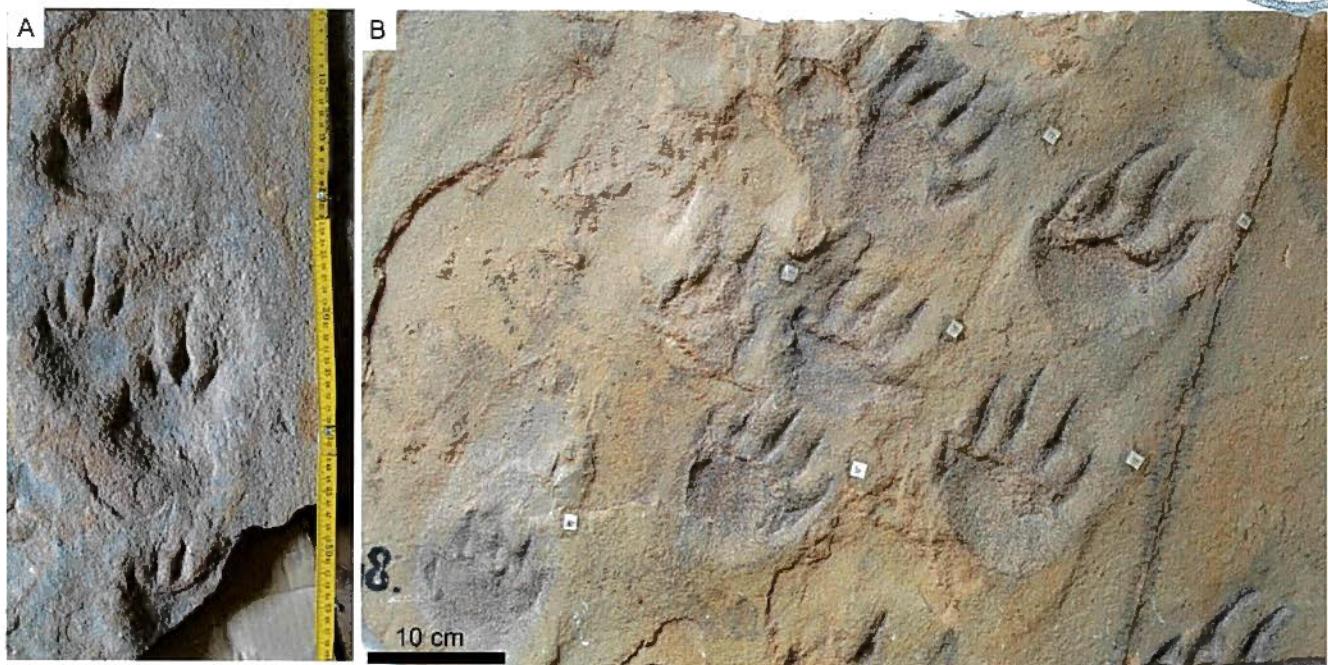


FIG. 10.—Photos of museum slabs. A) MHNSR-PV 490. B) MHNSR-PV 348. Both views show tracks with oval palm/sole pads separated from the digit impressions and claw drag traces.

the presence of avalanche structures produced by the sediment displaced by the animal (Fig. 6).

Most of the tracks analyzed in the present study are considered true tracks even though they exhibit varying degrees of morphological detail expressed by the taphonomic modes in which they are included: detail impression of the palm, digits and claws reported in modes 1 and 2 (Figs. 5, 6, respectively); small or large bulbous-shape marginal rims of displaced sediment documented in modes 2 and 3 (Fig. 7), and sand-crescent marginal rims in mode 4 (Fig. 8). The variation of the morphological detail in the footprints and the shape/size of the marginal rims are mostly explained by the substrate consistency and by the track-maker speeds.

Direct evidence of undertracks was recognized in an individual trackway included in taphonomic mode 2 (Fig. 11A). This trackway consists of nine tracks preserved in two levels; six of them are preserved as true tracks in the tracking surface and three as undertracks in the underlying level (Fig. 12A). The lack of marginal rims (of displaced sediment) and gently sloping walls on these undertracks was observed in laboratory experiments by Milán and Bromley (2006). Surprisingly, these transmitted imprints show more morphological detail (digit impression) and also are smaller and less deep than the true tracks (Fig. 12A). This is in contrast with what was observed by Milán and Bromley (2006) on firm substrates, where successive undertracks show a gradual increase in horizontal dimension and a steady degradation of the morphology of the true track. However, as the tracking surface includes the true tracks with infilling that covered them; it is not possible to know the degree of morphological detail that the true tracks present (Fig. 12A).

At present, the track-bearing surfaces are in an inclined position and it is likely that this condition caused all studied surfaces to be somewhat eroded. There are some footprints where a degree of erosion is marked ("eroded tracks", Fig. 12B, 12C). These are characterized by separate impressions of the deepest printed trace as sharp digits separated from the palm (see Milán and Bromley 2006). The footprints interpreted as eroded tracks are included in the taphonomic mode 1 due to the detailed preservation of the palm, digit, and claw impressions. Moreover, they are characterized by preservation on a coarse fraction of sand. This condition has been attributed to the microtopographic depression produced by the tracks that can become a deflation lag caused by the removal of the fine-grained sediment and light mineral fraction and preserves a thin layer of the coarse sediment and heavy minerals (Buynevich et al. 2011).

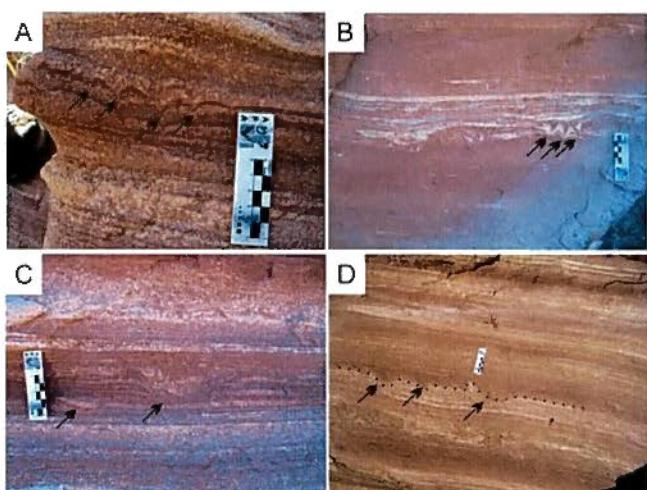


FIG. 11.—Tracks in cross-section from Dr. Bailes quarry. A, B) Digital impressions. C, D) Palm/sole and rim deformed layers. Arrows mark the deformation in layers.

#### *Substrate Consistency and Preservation*

Several contributions discuss the preservation of tracking surfaces, including both field and laboratory information (e.g., McKee 1947; Thulborn 1990; Manning 2004). A range of conditions is established for

DR. J. M. BAILLIE  
JULY 2013

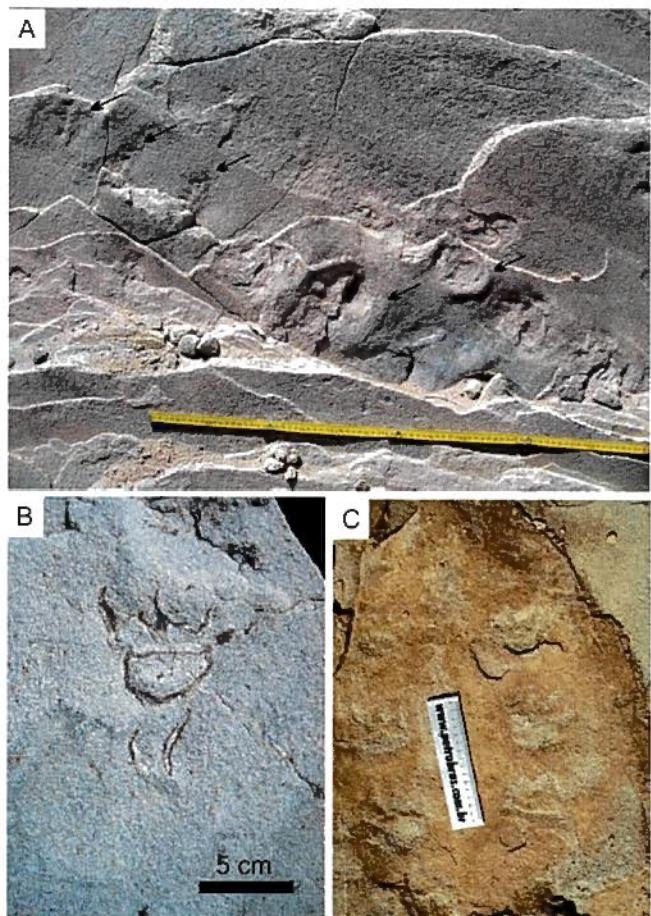


FIG. 12.—A) True tracks and undertracks in a surface from Dr. Baulies quarry showing in the true track marginal rims and sediment displaced is infilled the impressions, in the undertracks smaller size and lower depth of the track and digit impression can be seen. B) Eroded track in surface from La Julia quarry showing concentration of heavy particles. C) Eroded track in surface from Dr. Baulies quarry showing concentration of the coarse-grained fraction.

the best preservation potential for a foot print and a significant role in this matter is played by rheological stratigraphy as grain size, mineralogy, and moisture content at the moment of implantation (e.g., McKee 1947; Allen 1997; Manning 2004). Nevertheless, quick burial of the tracks is also a very important factor for their preservation. Also, the time-scales on which accretion-erosion occur modify preservation, producing partial or total infilling or erosion before final entombment, and/or modification by trampling (Allen 1997).

Particularly in eolian deposits, the main discussion about the genesis and preservation of prints concerns fluid content of the sand (dry, damp, wet, or underwater) and the dip of the sandy surface. In laboratory experiments McKee (1947) concluded that the best conditions for track preservation was when animals walked over dry sand that was subsequently moistened and then later covered by more dry sand, and also after the sand was dampened (e.g., during a heavy downpour) (McKeever 1991). Others discussed that sand under water, or totally saturated, cannot offer good footprint preservation (e.g., Scrivner and Bottjer 1986; McKeever 1991). Related to other preservation factors, some authors have also included in this discussion the presence of clay partings within the sand (Harkness 1850), or smectite coating (Loope 1986). Nevertheless, all cases indicate that the amount of water in sand needed for the best preservation of tracks is restricted to a narrow preservation window, much narrower, for example, than in mud (e.g., Laporte and Behrensmeyer 1980; Scrivner and Bottjer 1986).

In the present analysis, we document several sloped surfaces showing similar dip ( $\sim 20^\circ$ ) with abundant tetrapod tracks from sandstone that show a texturally mature and grain-supported fabric. Sandstone is included in a succession that comprises the consistent development of large-scale cross-stratification, wind-ripple lamination with inverse-graded laminae, and a geometry of beds that, as a whole, characterize it as a dune field with sets of dune migration (Mountney 2006). The Los Reynos succession in the studied areas presents common mottled levels, which suggest incipient paleosol formation (Freytet and Plaziat 1982; Alonso-Zarza et al. 2008) in the dune deposits. Their development indicates a pause during sedimentation and a slightly wetter condition (Alonso-Zarza et al. 2008) linked probably to a high water table; which is supported also by the presence of invertebrate traces (Krapovicas et al. 2015).

Typical interdune facies having horizontal, sabkha-type laminations, desiccation cracks, rhizoliths, high degree of bioturbation (Kocurek 1981; Mountney 2006; Seiler and Chan 2008) are not present in the studied sections (Dr. Baulies and La Julia quarries). However, the interdune facies (horizontal laminated dark mudrock) was identified (Spallati and Mazzoni 1972; Rey 2011) in another section (Cerro Bola quarry; Fig. 13) but footprints have not been reported from this facies.



FIG. 13.—A) Location of the interdune facies Cerro Bola quarry (1) and the studied area without interdune facies Dr. Baulies quarry (2). B, C) Detail of interdune facies showing horizontal laminated dark mudstone interbedded with horizontal laminated yellow sandstone.

*S* *S* *S*



FIG. 14.—Field photos of recent dune sand in Talampaya National Park. A) Human footprint with bulbous-shape rim and small animal footprints with sand crescent-shape rims. B) Human footprints with bulbous-shape rims.

The Los Reyunos tracks present a wide preservation range, from very good with clear digit impressions and claw drag traces (taphonomic modes 1 and 2), up to poor preservation, where only the general trackway pattern can be recognized (taphonomic modes 3 and 4). Sedimentologic analysis of the bearing-levels (e.g., texture, type lamination, dip angle surface) has shown that there are not significant differences among them. Polished slabs and thin sections show that all levels lack fundamental elements that can improve preservation of footprints in eolian environments (e.g., Harkness 1850; Loope 1986; McKeever and Haubold 1996; Seilacher 2008), such as bacterial or algal mats or clay (Fig. 3). The very low content of clay in Los Reyunos succession can be associated with the close proximity of the basin to the source area.

Observations made by Loope (2006) for Jurassic dinosaur tracks in dune deposits indicated that the tracks produced in moist sand generate breccia blocks in unlithified sand (Loope 2006, fig. 9). These structures, produced at the air-water interface on subaerial sand deposits (Doe and Dott 1980); the sand below is dry and cohesionless as is evidenced by the free movement of the sand grains. The Los Reyunos tracks present no association with breccia. The absence of breccia suggests the tracks occurred without a superficial film of water, such as morning dew.

The trampling surface displays variations in the track preservation on the same single level, thus recording different times of impression with

different local moisture in the subsurface and/or track-maker speed. The relationship between the different preservation tracks and trackways, suggests that the sequence of events started with the impression of the well-defined tracks (shallow digit impressions and small marginal ridge) followed by the print of the deeper tracks with a strong developed marginal rim, since these crosscut the well-preserved trackways (see Fig. 9). This observation suggests a progressive loss of firmness in the tracking surface. It is in contrast with the general condition where the progressive firmness relates to dewatering of the sediment (e.g., Bromley and Asgaard 1979, 1991; Gierlowski-Kodesch 1991; Buatois et al. 1996, 1997; Krapovickas et al. 2008). The progressive loss of firmness in the tracking surface is related to a rise in interstitial water, which could be caused by local storms or subsurface flow. Particularly in the trampling case, the loss of firmness is more likely related to interstitial water rise associated with a storm in the source/catchment area, since a local storm would obliterate the printed tracks.

Los Reyunos tracks were imprinted on inclined surfaces evidenced not only by the sedimentary structures that show similar dip angle surface ( $\sim 20^\circ$  angle) in all of them, but also by the down-slope structures (rims of displaced sediment) associated with the prints. The latter are interpreted as gravity-induced during the animal movement; their latero-posterior position suggests the animals were walking uphill (e.g., McKee 1947; McKeever 1994; Fornós et al. 2002; Krapovickas et al. 2015).

We document two different types of rims, the bulbous-shaped (modes 1–3, Figs. 5–7) and the sand crescent-shaped (mode 4, Fig. 8). All of them are developed down-slope of the track but the main difference between them is their general morphology. Whereas the bulbous-shape rims present sharp boundaries, which distinguish them from the bearing sediment (Figs. 6, 7), the sand crescent-shaped rims are continuous with the bed sediment (Fig. 8). The bulbous-shaped rims show different degrees of sediment slipping down-slope (see modes 1–3). This variation suggests that the Los Reyunos dunes had different substrate consistency, or different slope, or different track-maker speed, or a combination of them, at the time of imprinting. The same dip angle ( $\sim 20^\circ$ ) of the different track-bearing surfaces of the taphonomic modes, suggest that this parameter is not particularly important in the preservation of the Los Reyunos tracks. The major development of rims reported on upslope tracks of trackways directed uphill of taphonomic modes 1 and 2 (Figs. 5, 6), indicate that the increase of sediment slipping down-slope could be associated to loss of moisture in the sediment upwards. About the track-maker speed, unfortunately few complete trackways allowed us inferring the speed, so the speeds inferred were not enough to discuss this factor in the preservation of the footprints.

Direct observation in modern dunes shows the development of bulbous-shaped rims (Fig. 14A, 14B) on the top of the surface without any evidence of moisture. However, we observed on the same single surface the presence of the two kinds of rims: the bulbous-shaped rims in the human footprints and sand crescent-shaped rims in the small animal footprints that were printed previously (see Fig. 14A). This observation suggests that substrate consistency and slope angle do not play a primary role in producing these two types of rims as they occur under the same conditions (same single surface). Thus, the differences between the observed shapes could be related instead to the pressure exerted by bodyweight of the track-maker and/or to the time between their impressions that allowed the wind to smooth the surface. However, the range of sizes recorded in Los Reyunos footprints is not sufficient to suggest it played a central role. Moreover, footprints of equivalent sizes present the two types of rims. Therefore, we propose that the differences in the rim shape (reported between mode 4 and modes 1 to 3) are related to differences in time of exposure before entombment where wind action occurred. Accordingly, the sand crescent-shaped rims suggest more time involved before entombment than the bulbous-shaped ones.

8  
20  
MS



FIG. 15.—Summary of relationship between preservational conditions and taphonomic mode recognized and defined in this contribution showing the narrow preservational window.

Therefore, the Los Reyunos footprints indicate preservation (Fig. 15) in dry sand (down-slope structure; lack of breccia and tension cracks, in modes 2–4), damp sand (digit impressions and claw drag traces, pedogenic features, invertebrate trace fossils, in mode 1 and museum slabs). Additionally, they show change of substrate consistency throughout the slope and among different surfaces (varying in the degree of the sediment slipping down-slope, in modes 2–4; increase in moisture content, evidenced on the trampling surface), and time of entombment (morphology of rims, in modes 1–3 vs. mode 4).

Speed calculations performed on trackways of taphonomic modes 1, 3, and 4 exhibit an inverse relationship between morphological detail and rim development with the speed. Mode 1 presents high morphological detail on footprint while walking (low speed), and modes 3 and 4 show low morphological detail while trotting or running (high speed). Unfortunately, only one trackway for taphonomic mode 1, 3, and 4 allowed us to infer the track-maker speed. Therefore, we only suggest that this factor affected preservation of the Los Reyunos footprints though we believe it is an important factor that should be considered.

#### Stratigraphic Genetic Framework

In general, preservation of footprints in eolian environments depends on a combination of three variables: water content of the sediment, slope, and time of exposition. Erg construction is a function of sediment supply, sediment availability, and transport capacity of the wind. Preservation is a function of accommodation space (subsidence and water table) and sediment supply (Mountney 2006). An eolian system is dry if sediment supply exceeded the preservation space (subsidence + water table or only subsidence). An eolian system is wet if the sediment supply does not exceed the preservation space and also when the sediment supply does exceed the preservation space but this is compensated by a very high water table (Mountney 2006).

The evidence of damp sand by pedogenic features (mottling) in dune deposits and the presence of invertebrate trace fossils, suggests a relatively high water table in Los Reyunos system, despite the scarcity of interdune deposits in the outcrops and particularly in the sections containing footprints. Moreover, the well-preserved footprints reported in taphonomic modes 1 and 2 suggest damp sand below the surface, and without a superficial film of water (breccia structure is not observed). The high content of interstitial water could be related to local storms or subsurface flow water from source/catchment area. The porosity of the coarse-grained sand of the Los Reyunos probably promoted water drainage parallel to bedding, with water accumulating in the lowermost

sand; therefore, more water would have collected in the lower sand than in sand higher on the slope. The evidence of loss of interstitial humidity uphill explains the increased development of rims in a single trackway (Fig. 6) and can explain part of the variability of rims among the preservation modes from 1 to 3. Therefore, the trampling case is an example of change in the subsurface interstitial water and not in the slope angle, so we report different possibilities with the change of the substrate consistency (throughout the slope and subsurface interstitial water drains).

In the stratigraphic genetic framework, we propose that a rise in interstitial water promoted preservation of the Los Reyunos footprints (without superficial film of water) at the lower part of the dune slope, and the rapid entombment on the tracking surface due to a high rate sediment supply. The scarce record of interdune facies suggests that the sequence was located in the erg center with subsurface interstitial water drain and high rate of coarse-grained sediment supply, which promoted the rapid entombment. The effect of a subsurface interstitial water drain accumulating within the lowermost parts of the dunes and not only restricted to the interdunes (Mountney 2006). Therefore, we interpret the Los Reyunos eolian system as a mixture eolian system with features characteristic of dry, wet, and stabilized systems as described by Mountney (2006) with slight water supply fluctuations evidenced by the presence of mottling throughout the succession.

#### ACKNOWLEDGMENTS

We are thankful to three anonymous reviewers for improving the final version of the manuscript. We are grateful to Sergio Dieguez (Assistant Manager) of the Complejo Minero Fabril de Sierra Pintada CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) and to Mr. Santiago Ferron, the owner of the La Julia quarry field, for their support during this project. We are also thankful to Jerónimo Fabiani for technical support on speed calculations. Funding for this research was provided by projects PICT 07- 373 (MSDL), PIP CONICET 11420090100209 (A.C.M.), UBACyT 20020100100728 (C.A.M.), PICT-2014-1921 (V.K.) and PIP CONICET 0709 (E.G.O.). Additional financial support was provided by the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). This is the contribution R-172 of the Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber.

#### REFERENCES

- ALEXANDER, R.M., 1976, Estimates of the speeds of dinosaurs: *Nature*, v. 261, p. 129–130.
- ALLEN, J.R.L., 1997, Subfossil mammalian tracks (Plaudriam) in the Severn Estuary, S. W. Britain: mechanics of formation, preservation and distribution: *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, v. 352, p. 481–518, doi: 10.1098/rstb.1997.0035.
- ALVINO-ZARZA, A.M., GRIÑE, J.F., CABRERA, M.C., MANGAN, J., MARTÍN-PÉREZ, A., VALDEZ-MITOS, A., AND DORADO-VALDÉS, M., 2008, Megarhizoliths in Pleistocene eolian deposits from Gran Canaria (Spain): ichnological and palaeoenvironmental significance: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 265, p. 39–51, doi: 10.1016/j.palaeo.2008.04.020.
- ARAMAYO, S.A., 1993, Vertebrados Paleozóicos, in Rumio, V.A. (ed.), XII Congreso Geológico Argentino Y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, v. 8, p. 303–307.
- ARAMAYO, S.A. AND FARINATI, E., 1983, "Paredichnus rodriguezi" n. sp. Nuevas icnitas de tetrápodos de la Formación Los Reyunos (Grupo Cochicó), Pérmico inferior, Mendoza: Mundo Ameghiniano, v. 4, p. 47–58.
- BORDY, E.M. AND CATENANI, O., 2002, Sedimentology of the Beaufort-Molteno Karoo fluvial strata in the Tuli Basin, South Africa: *South African Journal of Geology*, v. 105, p. 51–66, doi: 10.2113/1050051.
- BRADY, S.J., 1995, The ichnotaxonomy of the invertebrate trackways of the Coconino Sandstone (Lower Permian), Northern Arizona: *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, v. 6, p. 219–224.
- BRADY, L.F., 1947, Invertebrate tracks from the Coconino Sandstone of northern Arizona: *Journal of Paleontology*, v. 21, p. 466–472.
- BRADY, L.F., 1961, A new species of *Palaeohelcura gilmorei* from the Permian of Northern Arizona: *Journal of Paleontology*, v. 35, p. 201–202.
- BRAND, L., 1979, Field and laboratory studies on the Coconino sandstone (Permian) vertebrate footprints and their paleoecological implications: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 28, p. 25–38, doi: 10.1016/0031-0182(79)90111-1.

*J. Mancuso*



- BRAND, L.R. AND TANG, T., 1991, Fossil vertebrate footprints in the Coconino Sandstone (Permian) of northern Arizona: evidence for underwater origin: *Geology*, v. 19, p. 1201, doi: 10.1130/0091-7613(1991)019<1201:FVFTC>2.3.CO;2. [http://geology.gsapubs.org/cgi/content/doi/10.1130/0091-7613\(1991\)019<1201:FVFTC>2.3.CO;2](http://geology.gsapubs.org/cgi/content/doi/10.1130/0091-7613(1991)019<1201:FVFTC>2.3.CO;2).
- BROMLEY, R.G. AND ASUAARD, U., 1979, Triassic freshwater ichnocoenoses from Carlsberg Fjord, East Greenland: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 28, p. 39–90.
- BROMLEY, R.G. AND ASUAARD, U., 1991, Ichnofacies: a mixture of taphofacies and biofacies: *Lethaia*, v. 24, p. 153–163.
- BUATIOS, L.A., JALFIN, G., AND ACTON ALZA, E.G., 1997, Permian nonmarine invertebrate trace fossils from southern Patagonia, Argentina: ichnologic signatures of substrate consolidation and colonization sequences: *Journal of Paleontology*, v. 71, p. 324–336.
- BUATIOS, L.A., MANGANO, M.G., AND ACTON ALZA, E.G., 1996, Ichnofaunas paleozoicas en substratos firmes no marinos: *Evidencias del Pérmico de la cuenca Paganzo*: *Amechginiana*, v. 33, p. 265–270.
- BUYNIEVICH, I.V., DAWSON, J.S., GRIMES, Z.T., SEMINACK, C.T., AND GRIFFIS, N., 2011, Ungulate tracks in coastal sands: recognition and sedimentological significance: *Journal of Coastal Research*, SI 64, Proceedings of the 11th International Coastal Symposium, p. 334–338.
- CHESTER, D.J., ENGELEMAN, E., GOOD, T.R., HAYNES, G., AND HANSEN, R., 2014, The first record of vertebrate tracks from the eolian Weber Sandstone (Pennsylvanian Permian), Northeastern Utah: a preliminary report: *New Mexico Museum of Natural History and Sciences Bulletin*, v. 62, p. 95–102.
- DAVIS, R.B., MINTRIP, N.J., AND BRADY, S.J., 2007, The neichnology of terrestrial arthropods: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 255, p. 284–307, doi: 10.1016/j.palaeo.2007.07.013. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031018207004002>. Checked September 2013.
- DUR, T.W. AND DOTT, R.H., 1980, Genetic significance of deformed cross bedding—with examples from the Navajo and Weber Sandstones of Utah: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 50, p. 793–812.
- DUNCAN, H., 1831, An account of the tracks and footmarks of animals found impressed on sandstone in the quarry of Corncleek Muir, in Dumfriesshire: *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, v. 11, p. 194–209.
- ERIKSSON, A.A. AND BROMLEY, R.G., 2012, Eolian Environments, in Knaust, D. and Bromley, R.G. (eds.), *Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments: Developments in Sedimentology*, v. 64, p. 419–437.
- FAUL, H. AND ROBERTS, W.A., 1951, New fossil footprints from the Navajo (?) Sandstone of Colorado: *Journal of Paleontology*, v. 25, p. 266–274.
- FORNOS, J.J., BROMLEY, R.G., CLEMMINSEN, L.B., AND RODRIGUEZ-PERA, A., 2002, Tracks and trackways of *Myntragus balearicus halei* (Artiodactyla, Caprinae) in Pleistocene aeolianites from Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean): *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 180, p. 277–313, doi: 10.1016/S0031-0182(01)00431-X.
- FREYLU, P. AND PLAZIAT, J.-C., 1982, Continental carbonate sedimentation and pedogenesis—Late Cretaceous and early Tertiary of southern France, in B.H. Purser (ed.), *Contributions to Sedimentology*, Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlag, v. 12, 217 p.
- GIRKOWSKI-KORDISCH, E., 1991, Ichnology of an ephemeral lacustrine alluvial plume system: Jurassic East Berlin Formation, Hartford Basin, U.S.A.: *Ichnos*, v. 6, p. 221–232.
- GILMORE, C.W., 1926, Fossil footprints from the Grand Canyon: *Smithsonian Miscellaneous Collections* 77, 41 p.
- GILMORE, C.W., 1927, Fossil footprints from the Grand Canyon: second contribution: *Smithsonian Miscellaneous Collections* 80, 78 p.
- GILMORE, C.W., 1928, Fossil footprints from the Grand Canyon: third contribution: *Smithsonian Miscellaneous Collections* 80, 16 p.
- HANITY, J.H., STEEDMANN, J.R., AND TOOTS, H., 1971, Trace fossils from the Casper Sandstone (Permian) southern Laramie Basin, Wyoming and Colorado: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 41, p. 1065–1068.
- HARKNESS, R., 1850, On the position of the impressions of footsteps in the Bunter Sandstone of Dumfriesshire: *Annals and Magazine of Natural History*, v. 6, p. 203–208.
- HACROFT, H., LOK KLEY, M.G., HUNI, A.P., AND LURAN, S.G., 1995, Lacertoid footprints from Permian dune sandstones, Combong and DeChelly sandstones: *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, v. 6, p. 235–244.
- HOLMBERG, E., 1948, Geología del Cerro Bola, Contribución al conocimiento de la tectónica de la Sierra Pintada: *Boletín de la Dirección Nacional de Geología y Minería*, v. 68, p. 313–361.
- KLEITMAN, L.K. AND JAPAS, M.S., 2009, The Choya volcanic province at 34°S 36°S (San Rafael, Mendoza, Argentina): implications for the late Palaeozoic evolution of the southwestern margin of Gondwana: *Tectonophysics*, v. 473, p. 283–299.
- KOCUREK, G., 1981, Significance of interdune deposits and bounding surfaces in aeolian dune sands: *Sedimentology*, v. 28, p. 753–780.
- KRAPOVICKAS, V., MANCUSO, A.C., ARICCI, A., AND CASELLI, A., 2010, Fluvial and eolian ichnofaunas from the Lower Permian of South America (Patagua Formation, Paganzo Basin): *Geological Acta*, v. 8, p. 449–462, doi: 10.1344/105.000001582.
- KRAPOVICKAS, V., MANGANO, M.G., BUATIOS, L.A., AND MARISCANO, C.A., 2016, Integrated ichnofacies models for deserts: recurrent patterns and megatrends: *Earth-Science Reviews*, v. 157, p. 61–85.
- KRAPOVICKAS, V., MANGANO, M.G., MANCUSO, A.C., MARISCANO, C.A., AND VOLKHIMIR, W., 2008, Ichnofaunas triásicas en abanicos aluviales distales: evidencias de la Formación Cerro Puntudo, Cuenca Cuyana, Argentina: *Amechginiana*, v. 45, p. 429–438.
- KRAPOVICKAS, V., MARISCANO, C.A., MANCUSO, A.C., DE LA FUENTE, M.S., AND OTTONI, E.G., 2015, Tetrapod and invertebrate trace fossils from aeolian deposits of the Lower Permian of central-western Argentina: *Historical Biology*, v. 27, p. 827–842, doi: 10.1080/08912963.2014.904857.
- LAPORTE, L.F. AND BHRENNEMAYER, A.K., 1980, Tracks and substrate reworking by terrestrial vertebrates in Quaternary sediments of Kenya: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 50, p. 1337–1346.
- LARDOÑA, L., MRZA, J.C., AND SALAVERRÍ, J.A., 1993, Yacimiento Uranífero, in Ramos, V. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza: Relatorio*, v. 4, p. 537–542.
- LEA, P., 1996, Vertebrate Tracks in Pleistocene eolian sand-sheet deposits of Alaska: *Quaternary Research*, v. 45, p. 226–240, doi: 10.1006/qres.1996.0023.
- LEAMAS, E.J., KLEITMAN, L.E., AND SALAVERRÍ, J.A., 1993, El Magmatismo Gondwaníaco, in Ramos, V. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza: Relatorio*, v. 1, p. 53–64.
- LOCKLEY, M.G., 1992, Comment and reply on "Fossil vertebrate footprints in the Coconino Sandstone (Permian) of northern Arizona evidence for underwater origin": *Geology*, v. 20, p. 666–667.
- LOCKLEY, M.G. AND HUNT, A.P., 1995, *Dinosaur Tracks and Other Fossil Footprints of the Western United States*: Columbia University Press, New York, 338 p.
- LOCKLEY, M.G., HUNT, A.P., MYER, C., RAINTORTH, E.C., AND SCHMITZ, R.J., 1998, A survey of fossil footprint sites at glen canyon national recreation area (western USA): a case study in documentation of true fossil resources at a national preserve: *Ichnos*, v. 5, p. 177–211, doi: 10.1080/1042094809386417.
- LOCKLEY, M.G. AND MADSEN, J., 1993, Early Permian vertebrate trackways from the Cedar Mesa Sandstone of Eastern Utah: evidence of predator-prey interaction: *Ichnos*, v. 2, p. 147–153.
- LOOPE, D.B., 1986, Recognizing and utilizing vertebrate tracks in cross section: Cenozoic hoofprints from Nebraska: *PALAIOS*, v. 1, p. 141–151, doi: 10.2307/3514507.
- LOOPE, D.B., 1992, Comment and reply on "Fossil vertebrate footprints in the Coconino Sandstone (Permian) of northern Arizona evidence for underwater origin": *Geology*, v. 20, p. 667–668.
- LOOPE, D.B., 2006, Dry-season tracks in dinosaur-triggered granflows: *PALAIOS*, v. 21, p. 132–142, doi: 10.2110/palo.2005.p05-55.
- LOPÉZ-GAMUNDÍ, O., 2006, Permian plate margin volcanism and tuffs in adjacent basins of west Gondwana: age constraints and common characteristics: *Journal of South American Earth Sciences*, v. 22, p. 227–238.
- MANNING, P.L., 2004, A new approach to the analysis and interpretation of tracks: examples from the dinosaurs: *Geological Society, London, Special Publications*, v. 228, p. 93–123, doi: 10.1144/GSL.SP.2004.228.01.06.
- MALOBRTI, A.L., 1983, Análisis estadístico de imbricaciones en el Miembro Psefítico Inferior de la Formación Cochicó. Flanco oriental de la Sierra Pintada. Departamento de San Rafael, Mendoza. Comisión Nacional de Energía Atómica, informe interno D.E.E. p.22 83.
- MARISCANO, C.A., MANCUSO, A.C., PALMA, R.M., AND KRAPOVICKAS, V., 2010, Tetrapod tracks in marginal lacustrine setting (Middle Triassic, Argentina): taphonomy and significance: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 291, p. 388–399, doi: 10.1016/j.palaeo.2010.03.009.
- MCKEE, F.J., 1947, Experiments on the development of tracks in fine cross-bedded sand: *Journal of Sedimentary Research*, v. 17, p. 23–28, doi: 10.1306/D4269292-2B26-11D7-8648000102C1865D.
- MCKEE, F.J., 1991, Trackway preservation in eolian sandstones from the Permian of Scotland: *Geology*, v. 19, p. 726–729, doi: 10.1130/0091-7613(1991)019<726:TPLESF>2.3.CO;2.
- MCKEE, F.J., 1994, The behavioral form and the biostratigraphical origin of Permian vertebrate of Scotland significance and trackways: *PALAIOS*, v. 9, p. 477–487.
- MCKEE, F.J. AND HUBOLD, H., 1996, Reclassification of vertebrate trackways from the Arizona and Germany: *Journal of Paleontology*, v. 70, p. 1011–1022.
- MELCHIOR, R.N., 2001, Permian tetrapod footprints from Argentina: *Hülfesches Jahrbuch für Geowissenschaften, Series B*, v. 23, p. 35–43.
- MILÁN, J. AND BROMLEY, R.G., 2006, True tracks, undertracks and eroded tracks, experimental work with tetrapod tracks in laboratory and field: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 231, p. 253–264, doi: 10.1016/j.palaeo.2004.12.022.
- MILÁN, J., CLEMMINSEN, L.B., AND BONDR, N., 2004, Vertical sections through dinosaur tracks (Late Triassic lake deposits, East Greenland)—undertracks and other subsurface deformation structures revealed: *Lethaia*, v. 37, p. 285–296.
- MILÁN, J., LOOPE, D.B., AND BROMLEY, R.G., 2008, Crouching theropod and *Navahopus sauropodomorph* tracks from the Early Jurassic Navajo Sandstone of USA: *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 53, p. 197–205.
- MOUNTNEY, N.P., 2006, Eolian facies models, in Posamentier, H.W. and Walker, R.G. (eds.), *Facies Model Revised*: SEPM Special Publication 84: Society for Sedimentary Geology, Tulsa, Oklahoma, USA, p. 19–83.
- MOUNTNEY, N.P. AND JAEGER, A., 2004, Stratigraphic evolution of an aeolian erg margin system: the Permian Cedar Mesa Sandstone, SE Utah, USA: *Sedimentology*, v. 51, p. 713–743, doi: 10.1111/j.1365-3091.2004.00646.x.
- ORTEGA FURLOTTI, A., RODRIGUEZ PIJADA, E.J., AND PRITTI, A.G., 1974, El nuevo Distrito Uranofero de Sierra Pintada, provincia de Mendoza (República Argentina): *Actas del Quinto Congreso Geológico Argentino*, v. 2, p. 267–284.



- POŁANSKI, J., 1964, Descripción geológica de la hoja 26c La Tosca, provincia de Mendoza, carta geológico económico de la República Argentina. Escala, 1: 200,000; Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Boletín 101, 94 p.
- RIV, F.M., 2011, Variaciones paleoclimáticas y Paleoambientales en la Formación Yacimiento Los Reyunos (Cisuraliano), Cuenca de San Rafael, Mendoza Argentina: M.Sc. thesis, Universidad de Buenos Aires, 130 p.
- ROCHA-CAMPOS, A.C., BASIL, M.A., NUTMAN, A.P., KLEIMAN, L.E., VARELA, R., LLAMBIAIS, E., CANILIT, F.M., AND DA ROSA, O.D.C.R., 2011, 30 million years of Permian volcanism recorded in the Cholyoi igneous province (W. Argentina) and their source for younger ash fall deposits in the Puranú Basin: SHRIMP U-Pb zircon geochronology evidence: Gondwana Research, v. 19, p. 509–523, doi: 10.1016/j.gr.2010.07.003.
- RODRIGUEZ, E.J. AND VALDIVIESO, A., 1970, Informe sobre resultados de la investigación geológica semi regional (perfiles y planos geológicos) en el área de las manifestaciones nucleares de Sierra Pintada, Mendoza: Comisión Nacional de Energía Atómica (Informe interno), Buenos Aires, 44 p.
- SAILER, C.J., 1993, Arthropod trace fossils from the Permian De Chelly Sandstone, Northeastern Arizona: Journal of Palontology, v. 67, p. 240–249.
- SCOTT, J.J., RENAUT, R.W., AND OWEN, R.B., 2010, Taphonomic controls on animal tracks at saline, alkaline Lake Bogoria, Kenya Rift Valley: impact of salt efflorescence and clay mineralogy: Journal of Sedimentary Research, v. 80, p. 639–665, doi: 10.2110/jsr.2010.057.
- SCOTT, J.J., RENAUT, R.W., OWEN, R.B., AND SARJANT, W.A.S., 2007, Biogenic activity, trace formation, and trace taphonomy in the marginal sediments of saline, alkaline Lake Bogoria, Kenya rift valley, in Bromley, R., Buatois, L.A., Mángano, M.G., Genise, J.F., Melchor, R.N. (eds.), *Sediment-Organism Interactions: A Multifaceted Ichnology*: SEPM Special Publication 88, p. 311–332.
- SCRIVNER, P.J. AND BOFFIOL, D.J., 1986, Neogene avian and mammalian tracks from Death Valley National Monument, California: their context, classification and preservation: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 57, p. 285–331.
- SEILACHER, A., 2008, Biomats, biofilms, and biogels as preservational agents for arthropod trackways: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 270, p. 252–257.
- SEILER, W.M. AND CHAN, M.A., 2008, A wet interdune dinosaur trampled surface in the Jurassic Navajo Sandstone, Coyote Buttes, Arizona: rare preservation of multiple track types and tail traces: PALAIOS, v. 23, p. 708–710, doi: 10.2110/palo.2007.p07-082r.
- SPALLETTI, L. AND MAZZONI, M., 1972, Paleocorrientes del Miembro medio de la Formación Yacimiento Los Reyunos, Sierra Pintada, provincia de Mendoza: Revista de la Asociación Argentina de Minería Petrografía y Sedimentología, v. 3, p. 77–90.
- THIJBORN, T., 1990, Dinosaur Tracks: Chapman and Hall, London, 410 p.

Received 9 October 2015; accepted 16 May 2016.

D  
D  
S



Comisión Nacional de Energía Atómica  
Gerencia de Producción de Materias Primas  
Complejo Minero Fabril San Rafael

## **ANEXO XIII**

### **Respuesta al Dictamen**

#### **Percepción Social:**

- Estudio socioeconómico MGIA 2.004
- Estudio socioeconómico cultural MGIA 2.006
- Principales acciones de comunicación.
- Principales noticias.
- Términos de referencias.



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda



---

## EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

REHABILITACIÓN Y REMEDIACIÓN SINCRÓNICA DEL  
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL  
E INTEGRACIÓN DE LA PLANTA  
DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

---

AÑO 2004



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda

## 11. ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS

- 11.1. Departamento de San Rafael
- 11.2. Distrito Villa 25 de Mayo
- 11.3. Distrito Cuadro Benegas
- 11.4. Relevamiento de la opinión de autoridades nacionales, provinciales, municipales, de fuerzas vivas y de habitantes cercanos al CMFSR



11-1

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO... las  
apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o  
dados a conocer sin su expresa autorización.

P D M



## 11.4 Relevamiento de la opinión de autoridades nacionales, provinciales, municipales, de fuerzas vivas y de habitantes cercanos al CMFSR

### 11.4.1- Objetivos

El Relevamiento realizado comprende dos objetivos simultáneos, a saber:

- a) Conocer la opinión de las autoridades nacionales, provinciales y municipales, de las fuerzas vivas y de los habitantes de los distritos más cercanos al CMFSR, sobre la rehabilitación de este último y la incorporación de la planta de producción de dióxido de uranio al proyecto.
- b) Disponer de una opinión, aproximada y global, de los diferentes sectores que conforman la sociedad de la zona de influencia del proyecto en estudio.

*El objetivo del relevamiento realizado, es el de suministrar, a las autoridades responsables de la aprobación del proyecto, un panorama integral. Las autoridades mencionadas dispondrán, de esta forma, de los elementos necesarios para ampliar el relevamiento en la forma que consideren más conveniente.*

*El "Relevamiento de la Opinión Pública" no se ha realizado por el método de muestreo poblacional, característico de los procedimientos cuantitativos. Por tal motivo dichos resultados sólo representan una tendencia aproximada y no pueden ser comparados con los suministrados por una encuesta.*

### 11.4.2- Metodología aplicada en el relevamiento

#### 11.4.2.1. Autoridades

Se realizó el relevamiento empleando la modalidad de entrevistas personales con las autoridades con competencia en los temas ambientales de la Provincia de Mendoza (provinciales y municipales), de la Autoridad Regulatoria Nuclear (organismo nacional responsable del control regulatorio de la actividad nuclear), de la Comisión Nacional de Energía Atómica responsables del proyecto y del Concejo Deliberante de San Rafael.





#### 11.4.2.2. Fuerzas vivas

En este caso se empleó también la modalidad de entrevistas personales con el presidente de la Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria y con los presidentes de las Cámaras Específicas (Minería, Turismo, Bodegueros, Comercio, Salud y Agropecuaria).

Además, se efectuó una entrevista al Sr. Decano de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, de la Universidad Nacional de Cuyo.

*El resultado del relevamiento, con los principales conceptos vertidos por los entrevistados, fue enviado para que estos últimos indicaran su aprobación.*

*Las contestaciones recibidas se incorporan como Anexo 10.2.*

*Cuando las opiniones de los entrevistados no han sido confirmadas por estos últimos, se indica tal situación.*

#### 11.4.2.3. Relevamiento de la población cercana al CMFSR

Se realizó el relevamiento utilizando la modalidad de entrevistas individuales anónimas y aleatorias.

*Corresponde destacar que el relevamiento fue anónimo y en ningún momento se requirió la identificación de las personas, excepto cuando estas últimas así lo solicitaron. El resultado del relevamiento, en forma general y sin identificación de los entrevistados, se asentó en una planilla, separada por Distrito, consignando ocupación, edad y sexo.*

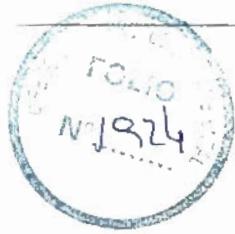
#### Pobladores de las localidades más cercanas al CMFSR

Para la programación de las entrevistas, la Facultad solicitó la colaboración del Delegado Municipal de Villa 25 de Mayo y de los Presidentes de las Juntas Vecinales de Los Coroneles y Cuadro Benegas. De esta forma, se evitó que los pobladores se mostraran temerosos ante las preguntas realizadas por personas desconocidas.

*Corresponde destacar la amplia colaboración prestada por el Delegado Municipal y los Presidentes de las Juntas Vecinales y la excelente predisposición y amabilidad de los pobladores, para responder la totalidad de las preguntas realizadas.*

#### Habitantes de los Puestos adyacentes al CMFSR

El relevamiento efectuado a los habitantes de los "puestos" presentó dificultades para obtener respuestas directas, debido a que resultaba necesario realizar explicaciones para que se interpretaran los conceptos involucrados. Las explicaciones por parte de los entrevistadores, hubiesen



determinado una incidencia en las respuestas, situación contraria al objetivo programado en el relevamiento. Por tal motivo y teniendo en cuenta que los "puesteros" son personas avocadas exclusivamente a tareas propias de las actividades de campo y con muy poca información general, se decidió no incluir en el relevamiento las entrevistas realizadas.

*Si bien no se detectó oposición a las actividades desarrolladas por el CMFSR, se consideraron opiniones no representativas, por el desconocimiento de los entrevistados sobre las tareas llevadas a cabo en este último y por la muy limitada información oral, escrita y televisada que disponían.*

*Por otra parte la principal preocupación de los pobladores de los puestos es la de satisfacer sus necesidades básicas (agua potable, alimentación, salud, vivienda y educación). Se detectó, a través de las manifestaciones de los entrevistados, que el CMFSR viene realizando, desde hace tiempo, un apoyo solidario a los "puesteros". En razón de este último, las respuestas se encontrarían influenciadas de manera favorable, siendo parciales e interesadas. Este es otro de los motivos por los que se desestimaron las respuestas de los "puesteros".*

#### Directora de la Escuela 1643 "La Pintada"

Otra opinión no considerada en el Relevamiento de la Opinión Pública fue la de la Directora de la Escuela 1643 - "La Pintada", Profesora María Inés Díaz.

En este caso la Profesora se encontraba muy bien informada con respecto a la actividad desarrollada en el CMFSR, manifestando su especial agradecimiento a su personal. Destacó que han sido los únicos, desde hace bastante tiempo, que se han acercado a la escuela para prestarles ayuda. Indicó, además, que en época invernal, el personal del CMFSR ha reparado las cañerías de agua deterioradas por congelamiento. Asimismo, la colaboración prestada por el Servicio Médico del CMFSR ha permitido la asistencia sanitaria de alumnos de la escuela que sufrieron problemas.

Por otra parte mencionó, que también los puesteros que viven en las adyacencias del CMFSR, reciben ayuda de este último, con víveres para combatir la desnutrición infantil y en algunos casos provisión de agua potable. Considera que la rehabilitación de las actividades del CMFSR sería favorable para la región, por crear fuentes de trabajo en una zona donde no existen posibilidades de desarrollos que impliquen la demanda de mano de obra. Según su opinión, la operación del CMFSR, con un estricto control de la actividad minera por parte de las autoridades nacionales y provinciales, permitiría asegurar que no se producirán efectos nocivos para la población, ni para el desarrollo de las actividades agropecuarias.



*La Prof. Diaz comenta que le ha resultado imposible dar su opinión favorable a la rehabilitación del CMFSR por los medios de difusión radial de San Rafael, a pesar de haberlo solicitado, debido a que es conocida su opinión favorable.*



*Si bien la opinión de la Directora de la escuela La Pintada es tan importante y valedera como la de cualquier otra persona que represente a diferentes actividades desarrolladas en la región, se ha decidido no incluirla en el relevamiento de la opinión pública, de igual forma que a los "puesteros", debido a que se encuentran influenciadas por el agradecimiento que tienen hacia el CMFSR por el aporte social que este último realiza.*

#### 11.4.3. Entrevistas realizadas

##### 11.4.3.1. Autoridades

Las entrevistas con las autoridades nacionales, provinciales y municipales se detallan a continuación:

###### Autoridades Nacionales

- ❖ Lic. Diana Clein - Presidenta de la Autoridad Regulatoria Nuclear; conjuntamente con Lic. Roberto Rojkin, Gerente de Seguridad Radiológica y Nuclear y Ing. Horacio García, Subgerente de Documentación Regulatoria.
- ❖ Dr. José Pablo Abriata - Presidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica.
- ❖ Lic. Rolando Solís - Jefe de Unidad Proyectos Especiales de Suministros Nucleares de la Comisión Nacional de Energía Atómica y Presidente de Dioxitek S.A.

###### Autoridades Provincia de Mendoza

- ❖ Ing. Diego Andrés Grau -Ministro de Ambiente y Obras Públicas
- ❖ Ing. Susana Laura Fagot- Subsecretaria de Medio Ambiente
- ❖ Ing. Gonzalo Dávila - Director de Saneamiento y Control Ambiental
- ❖ Ing. Eduardo Anselmo Favre -Subsecretario de Promoción Económica y Tecnológica
- ❖ Lic. Juan Fallet – Director de Minería
- ❖ Ing. Mario Salomone – Subdelegado del Departamento General de Irrigación – Subdelegación Río Diamante
- ❖ Ing. Fabio Lorenzo –Jefe de la División Contaminación
- ❖ Dr. Julio Trovarelli – Director Hospital Schestakow





### Autoridades Municipio de San Rafael

- ❖ Dr. Ernesto R. Sanz – Intendente de la Municipalidad de San Rafael  
*No fue posible conseguir la entrevista solicitada en tres oportunidades*
- ❖ Concejal Juan Carlos Bittar – Vicepresidente Primero del Concejo Deliberante del Municipio de San Rafael
- ❖ Ing. Laura Najar - Supervisión Área Ambiental
- ❖ Dra. Cecilia Coll – Fundación Escuela de Medicina Nuclear
- ❖ Sr. Eduardo Aquiles - Delegado Municipal de Villa 25 de Mayo
- ❖ Sr. Antonio Cladera - Junta Vecinal de Cuadro Benegas
- ❖ Sra. Lucia de González - Junta Vecinal de Los Coroneles

### 11.4.3.2. Universidad y Fuerzas Vivas

#### Universidades

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria  
Universidad Nacional de Cuyo  
Ing. Fabio Tarantola.

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional San Rafael

Corresponde destacar que no se entrevistó al Decano de la Facultad Regional San Rafael de la UTN (FRSR-UTN), por haber realizado esta última el relevamiento georreferenciado y la planimetría, que se adjunta en ítem 6.1 de la presente EIA.

Los responsables de la EIA, solicitaron a la FRSR-UTN la ejecución del relevamiento mencionado, debido a la importante especialización y profundo conocimiento de la zona, que poseen los profesionales de la Facultad.

#### Fuerzas Vivas

##### Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria

- ❖ Cdr. Ricardo H. Schkop - Presidente de la Cámara
- ❖ Ing. Guillermo Guida - Presidente de Cámara Específica de Agricultura
- ❖ Sr. Juan C. Pérez Gallardo - Presidente de Cámara Específica de Minería
- ❖ Abog. Aníbal Ríos - Asesor Legal de la Cámara
- ❖ Sr. Carlos Riviere - Presidente de Cámara Específica de Bodegueros
- ❖ Sr. Raúl Vázquez - Presidente de Cámara Específica de Turismo
- ❖ Dr. Julio Varela - Presidente de Cámara Específica de Servicio de Salud



P

D S



### 11.4.3.3. Población de la zona de influencia del CMFSR

El grupo crítico de población es el que corresponde a los "puesteros", por ser los asentamientos humanos más cercanos al CMFSR. La cantidad de puestos relevados fue de 6 (seis) y la Escuela La Pintada.

*Tal como se indicó precedentemente, las opiniones de los puesteros y de la Directora de la escuela "La Pintada" no fueron consideradas, en el Relevamiento de Opinión Pública, debido al agradecimiento que tienen por las acciones sociales llevadas a cabo por el CMFSR.*

Se han considerado las poblaciones de Villa 25 de Mayo, Los Coroneles y Cuadro Benegas para la ejecución del relevamiento, dentro de la zona de influencia del CMFSR, a pesar que se encuentran, las dos primeras en el borde externo de la circunferencia perimetral de radio 9 km y Cuadro Benegas un poco más alejado.

### 11.4.4- Relevamiento de opinión

#### 11.4.4.1 Autoridades Nacionales

##### ❖ Autoridad Regulatoria Nuclear ( ARN )

ARN : Presidenta : Lic. Diana Clein

Gerente Seguridad Radiológica y Nuclear : Lic. Roberto Rojkin

Subgerente Documentación Regulatoria : Ing. Horacio García

**UTN - FRA:** Director Departamento Ingeniería Química UTN-FRA  
y Coordinador EIA del CMFSR : Ing. Hipólito A. Choren

El Coordinador de la EIA solicitó una audiencia para requerir la opinión de las autoridades de la ARN respecto de la evaluación de Impacto Ambiental que está desarrollando la UTN – FRA en el CMFSR.

Fue recibido por las máximas autoridades que entienden en la materia. Al inicio de la entrevista el coordinador de la EIA presentó los antecedentes profesionales de los especialistas que desarrollan el estudio y describió las características y el alcance de los estudios ambientales para la EIA que se desarrolla en el marco de la Ley N° 5961 de la Provincia de Mendoza, estableciéndose un fluido intercambio sobre aspectos relacionados con la disciplina de la protección ambiental.

**Las opiniones y recomendaciones, de los funcionarios de la ARN, relacionados con la EIA para la rehabilitación del CMFSR y el traslado de la**



*(Signatures)*



**Planta de UO<sub>2</sub> a este último, se indican a continuación:**

- La ARN sólo opina sobre aquellos aspectos de la toma de decisiones que puedan generar impacto en la seguridad radiológica de las personas.
- Independientemente de las decisiones que se tomen con respecto al futuro de las instalaciones, la ARN continuará exigiendo que se desarrollen en el marco de un alto nivel de seguridad radiológica para los trabajadores y la población.  
En ese sentido, la ARN expresó su preocupación porque, el descreimiento de la población en los organismos de control, pudiera generar una penalización injustificada en actividades lícitas.
- La ARN considera que, a los fines del control radiológico, no resultan necesarios estudios adicionales, ya que la seguridad radiológica de la instalación está debidamente controlada y fiscalizada de acuerdo a las evaluaciones de seguridad y a los monitoreos efectuados por el ente regulador de la actividad nuclear.
- La ARN opina que el estudio de la consultora internacional especializada en la explotación de mineral de uranio y gestión de residuos, incorporada como parte integrante de la EIA, es una decisión privativa de la UTN – FRA, que agrega una opinión técnica adicional de reconocidos especialistas de los países desarrollados en esta materia.
- Con referencia a la opinión de algunos funcionarios de autoridades provinciales que consideran que la ARN debería ejercer una mayor exigencia regulatoria, los funcionarios expresan que en general el ente regulador no debe sobreactuar en el ejercicio de sus misiones y funciones, sino que sus requerimientos deben ser los necesarios para asegurar la protección de las personas. En el caso de la ARN, su accionar se encuentra fundamentado en la normativa regulatoria de seguridad radiológica de nuestro país, que es totalmente compatible con las recomendaciones de organismos internacionales en esta materia (OIEA, OMS, etc)
- Con respecto a la consulta sobre la opinión de la ARN sobre la CNEA, los funcionarios manifiestan que esta última cumple con los requerimientos de la ARN, realiza una gestión con responsabilidad y según lo estipulado en las normas regulatorias aplicables, y su personal está altamente capacitado en las funciones específicas que





desempeñan en las instalaciones licenciadas.

❖ **Comisión Nacional de Energía Atómica ( CNEA)**

CNEA : Presidente : Dr. José Pablo Abriata

UTN-FRA : Director Departamento Ingeniería Química UTN-FRA  
y Coordinador EIA del CMFSR : Ing. Hipólito A. Choren

Al iniciar la entrevista, el Dr. Abriata mencionó la responsabilidad de la Facultad Regional Avellaneda de la UTN, como ejecutora de la EIA para la rehabilitación del CMFSR, conjuntamente con la integración al proceso minero fabril de la Planta de Dióxido de Urano que actualmente funciona en la Ciudad de Córdoba.

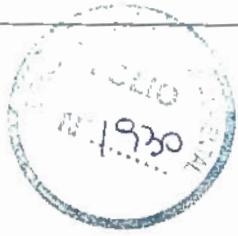
**Destacó que la EIA debe realizarse con el máximo detalle técnico-ambiental posible y la mayor exigencia.** Agregando que es fundamental cuantificar el pasivo ambiental existente y evaluar las medidas de remediación adoptadas por el CMFSR; individualizar y evaluar los potenciales riesgos y los impactos ambientales asociados con la explotación minera y la futura operación conjunta de ambas plantas; considerar la probabilidad de ocurrencia de incidentes o accidentes y la disponibilidad de la infraestructura y equipamiento y la calidad de los controles actuales, para evaluar, acotar y minimizar el impacto ambiental y fundamentalmente recomendar las medidas de seguridad y protección u monitoreo ambiental que permitan asegurar la preservación sanitaria de la población en particular y del ecosistema en general.

Con respecto a las actividades de la CNEA indicó que la institución tiene objetivos de trabajo perfectamente definidos:

- Mantener a nivel internacional, su tradicional y relevante posición en la Organización Internacional de Energía Atómica y en el MERCOSUR, respetando los acuerdos con otros países e instituciones internacionales.
- **Desarrollo de la tecnología necesaria para la generación de energía eléctrica termonuclear y para asegurar la disponibilidad de combustible nuclear nacional y la correcta gestión de los residuos resultantes.**



Investigación, desarrollo y producción de combustibles nucleares tanto de uranio natural y levemente enriquecido (ULE) para las centrales termonucleares nacionales, como de uranio de bajo enriquecimiento y alta densidad para los reactores de investigación. La meta fijada para este último caso es la exportación, en función de existir 250 reactores de investigación en operación, en el mundo.



- Desarrollar en conjunto con Brasil, el diseño completo de un reactor de potencia de última generación.
- Implementación práctica de las múltiples aplicaciones de las sustancias radiactivas y de las radiaciones ionizantes.
- Medicina Nuclear, colaborando en los desarrollos de esta actividad de gran interés social y apoyando la concreción del Instituto Nacional del Cáncer.
- Autoabastecimiento nacional de radioisótopos de uso médico e industrial.

El Dr. Abriata destaca que considera oportuno efectuar una breve reseña de la importante cantidad de radioisótopos producidos por la CNEA para uso en medicina nuclear (diagnóstico y radioterapia) y uso agropecuario e industrial.

- Argentina es el tercer productor mundial de Cobalto 60 (después de Canadá y Rusia). Se produce en el país, desde el año 1986, en la Central Nuclear de Embalse. Nuestro país ha sustituido totalmente las importaciones de Cobalto 60 (utilizado en radioterapia y en plantas de irradiación) y dispone de un excedente el que exporta como fuentes selladas bajo Norma de Calidad ISO 9000. La primera exportación se realizó en el año 2000 a Inglaterra, continuando las exportaciones a Bélgica, Canadá, Chile, EE.UU., Francia, Indonesia, Marruecos, México, Perú y Venezuela y a corto plazo se incorporará China.
- En marzo de 2002 se logró reemplazar totalmente la importación de Molibdeno 99 (radioisótopo producido en la fisión del uranio) con producción propia. Corresponde destacar que el dominio de la tecnología de separación de Molibdeno 99, a partir de los productos de fisión del Urano 235 enriquecido, es un privilegio reservado a unos pocos países en el mundo.
- También se ha reemplazado la importación de Talio 201.
- Se suministra en forma rutinaria Iodo 131 y Cromo 51, exportándose parte de estos dos radioisótopos. También es rutinario el suministro de Fósforo 32 y Samario 153. Todos estos radioisótopos son empleados en diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades.
- La CNEA producirá en un futuro cercano, Fluor 18 utilizado en Tomografía por Emisión de Positrones (PET).
- El Tecnecio 99 (el radioisótopo más utilizado en medicina, que se genera por decaimiento del Molibdeno 99) tiene un periodo de semidesintegración de 6 horas por tal motivo sólo podía ser utilizado en centros médicos cercanos al Centro Atómico Ezeiza, donde era producido.  
*La CNEA desarrolló un generador de Tecnecio 99 que utiliza Molibdeno 99 (cuyo periodo de semidesintegración es de 66 horas). El Tecnecio 99 es*





Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda

*separado automáticamente del generador y extraído de este último cuando se necesita. De esta forma la CNEA ha posibilitado el uso del Tecnecio 99, prácticamente en todo el territorio de nuestro país.*

- Continuar con la formación de recursos humanos altamente especializados en Física Médica, Física y Reactores Nucleares, Ingeniería Mecánica, Radioisótopos e Ingeniería y Maestría de Materiales, dictados en los centros de Bariloche, Ezeiza y Constituyentes.

*Se refirió a la importancia del CMFSR y de la Planta de Dióxido de Urano en el Ciclo del Combustible Nuclear Nacional. La operación de estas dos plantas permite evitar la dependencia del extranjero y mantener el bajo costo de generación, que presenta en la actualidad la energía nucleoeléctrica de nuestro país.*

*A tal fin destacó que considera la nucleoelectricidad de vital importancia en el futuro energético del país y que son necesarias definiciones estratégicas por parte del Estado Nacional. Es importante una decisión definitiva sobre la Central de Atucha II, que permitiría incorporar al Sistema Interconectado Nacional 700 MWe, y sobre la extensión de la vida útil de las dos centrales que se encuentran en operación.*

*Para finalizar la entrevista destacó que la existencia sustentable de la CNEA depende, de que la sociedad entienda la importancia de su actividad, las razones porque la realiza y que lo apruebe y perciba claramente como lo usufructúa.*

❖ **Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)**  
**Unidad Proyectos Especiales de Suministros Nucleares**  
**Dioxitek S.A.**

CNEA : Jefe de Unidad Proyectos Especiales de Suministros Nucleares y Presidente de Dioxitek S.A. : Lic. Rolando Solis

UTN – FRA: Director Departamento Ingeniería Química UTN-FRA  
y Coordinador EIA del CMFSR : Ing. Hipólito A. Choren

*Al iniciar la entrevista, el Lic. Rolando Solis propuso desarrollarla en su carácter de Jefe de la Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares y no como Presidente de Dioxitek S.A.*



Destaca que su opinión como Presidente de Dioxitek S.A., ha tenido difusión pública y es conocida por los responsables de la ejecución de la EIA, de igual forma que su especial interés en que esta última sea desarrollada con el mayor nivel técnico-científico que corresponda, para la correcta evaluación, en relación con la protección ambiental y la seguridad industrial, de las instalaciones del CMFSR y de la Planta de UO<sub>2</sub>.

11-108

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dadas a conocer sin su expresa autorización.



*Por otra parte destaca que los responsables de la EIA deben realizar todas las propuestas de adecuaciones y recomendaciones relacionadas con la optimización de procesos y de métodos operativos, la gestión de residuos, etc. que consideren conveniente, sin ninguna limitación.*

*A continuación el Lic. Solis efectuó los siguientes comentarios, relacionados con los suministros nucleares y las decisiones adoptadas por la CNEA:*

Argentina dispone de yacimientos de uranio, pero sus existencias no permiten considerarlo como un país uranífero. El uranio es un recurso natural no renovable y por tal motivo es importante realizar un uso racional, evitando derroches o explotaciones que impliquen una gestión inadecuada. *El recurso es muy importante para el desarrollo del país, tanto en el aspecto energético como en el de producción de radioisótopos para la medicina en particular, la preservación de alimentos y para la industria en general.*

*La CNEA considerando las razones expuestas precedentemente adoptó los siguientes criterios para la preservación del recurso:*

#### • Situación anterior a la decisión de reactivación del CMFSR

- Cuando la oferta internacional de uranio ( $U_3O_8$ ) y los costos de importación, de la materia prima para la fabricación de  $UO_2$ , eran económicamente convenientes, la CNEA decidió discontinuar la explotación de la única mina en operación en el país (CMFSR), utilizando en Dioxitek S.A. materia prima importada. *Es decir, se preservó el recurso natural no renovable.*
- Teniendo en cuenta la posibilidad de optimizar el rendimiento del Reactor de Atucha I, utilizando uranio natural levemente enriquecido (ULE), la CNEA desarrolló los procedimientos necesarios para concretarlo, con tecnología totalmente nacional.  
*En la actualidad el Reactor de Atucha I opera con un rendimiento prácticamente superior al 100 % del de diseño (optimización desarrollada por especialistas de la CNEA), lo que implica reducir aproximadamente en 50 %: el consumo de combustible (para igual producción de energía eléctrica) y la generación de residuos radiactivos (elementos combustibles quemados) de la central.*

#### • Situación actual. Reactivación CMFSR y Preservación Recurso



*La importante devaluación económica registrada en nuestro país, sumada a la modificación del mercado internacional del uranio, influye sustancialmente en la importación.*

Ambas situaciones determinan la necesidad de reactivar la minería nacional del uranio, para mantener en producción las centrales nucleoeléctricas nacionales con el bajo costo de generación que

11-109

Habiendo tenido en cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, los agradecimientos, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



actualmente disponen.

Continuar utilizando uranio natural importado implicaría que las centrales nucleoeléctricas perdieran competitividad en el mercado eléctrico nacional, al incrementar el costo de generación. La potencia de las centrales nucleoeléctricas, del Sistema Interconectado Nacional es de 1005 MW.

*Las centrales nucleares son las únicas del sistema de generación nacional de propiedad del estado y las únicas que se despachan continuamente a potencia base (es decir a su potencia de diseño).*

*Estas dos particularidades de las centrales nucleares, son un factor importante en la regulación de los costos de generación y de las tarifas eléctricas.*

*La reactivación del CMFSR se realizaría considerando en forma integrada tres aspectos: producción de uranio nacional, remediación del pasivo ambiental y recuperación del uranio existente en los residuos contaminados (uso racional del recurso natural no renovable).*

#### • Autoabastecimiento de las Centrales Nucleares Nacionales

Argentina tiene cerrado el Ciclo del Combustible Nuclear. Dispone de mineral de uranio, de tecnología propia para la explotación y tratamiento del mineral, producción de concentrado y de dióxido de uranio y para la fabricación de los elementos combustibles requeridos por las centrales nucleoeléctricas nacionales.

Por otra parte la Planta Industrial de Agua Pesada de Arroyito – Provincia del Neuquén – Argentina, es una de las más importantes a nivel mundial.

*Es decir, Argentina es autosuficiente en la generación del combustible y de agua pesada, requerido para la operación de sus centrales nucleares.*

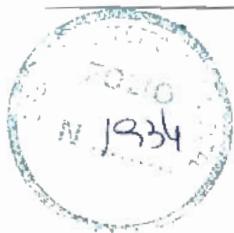
#### • Yacimiento de Urano Dr. Baulies y Los Reyunos (Sierra Pintada) Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR)

La existencia de mineral económico es de 2.500 toneladas de uranio, con un tenor medio de 0,16 % U. La explotación de este yacimiento permite asegurar la disponibilidad de combustible, para toda la vida útil de las centrales Atucha I y Embalse.

#### • Yacimiento de Urano, Cerro Solo – Provincia de Chubut

El resultado de los estudios y relevamientos geológicos realizados por la CNEA, en el yacimiento de Cerro Solo, han determinado la existencia de 4.600 toneladas de mineral, económicamente explotable, con un tenor de uranio que oscila entre 0,3 y 0,5 %.

11-110



La producción del yacimiento permite asegurar la disponibilidad de combustible para la vida útil de la futura Central Nuclear Atucha II.

• Cobalto 60 – Dioxitek S.A.

El Lic. Solís destaca que nuestro país se autoabastece de Cobalto 60 (utilizado en radioterapia y plantas de irradiación) y produce fuentes selladas, en cantidad y elevado nivel de calidad (certificación ISO 9000), situación que le permite abastecer el 100 % de la demanda nacional y competir con el excedente, en el mercado exportador internacional.

*Argentina es el tercer productor mundial de Cobalto 60. El radioisótopo se produce en la Central Nuclear de Embalse (diseñada a tal fin) desde hace prácticamente 17 años.*

*Dioxitek S.A. tiene la responsabilidad de la gestión del Cobalto 60 incluida su exportación.*

#### 11.4.4.2 Autoridades Provinciales

##### ❖ Autoridades Provinciales Ambientales

La reunión realizada con las máximas autoridades ambientales de la Provincia de Mendoza fue solicitada al Sr. Ministro de Ambiente y Obras Públicas, Ing. Diego Andrés Grau, por el Rector de la Universidad Tecnológica Nacional, Ing. Héctor Carlos Brotto. La entrevista fue concedida al Sr. Decano de la Facultad Regional Avellaneda Ing. José María Virgili y al Coordinador del Impacto Ambiental Ing. Hipólito Alberto Choren, para el dia 12 de agosto de 2003. En el día citado el Ing. Virgili no pudo concurrir por reuniones previamente acordadas, reemplazándolo el Vicedecano de la UTN – FRA Ing. Jorge Del Gener.

##### Presentes por Provincia de Mendoza

- \* Ministro de Ambiente y Obras Públicas: Ing. Diego Andrés Grau
- \* Subsecretario de Medio Ambiente: Ing. Susana Laura Fagot
- \* Director de Medio Ambiente: Ing. Gonzalo Dávila
- \* Asesor Ambiental de la Dirección: Ing. Pieter Smit

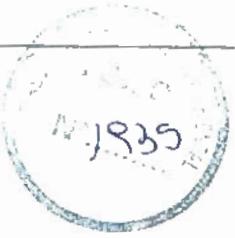
##### Presentes por Facultad Regional Avellaneda-UTN

- \* Vicedecano: Ing. Jorge Del Gener
- \* Director Dpto. Ingeniería Química - Coordinador EIA del CMFSR: Ing. Hipólito Choren

La primer etapa de la reunión se realizó con el Sr. Ministro y los funcionarios indicados precedentemente.

##### 11-111

Hasta cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO. Los agradecimientos, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia; por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



*El Sr. Ministro destacó la opinión de la Gobernación y del Ministerio a su cargo, referente a la situación de los pasivos ambientales y la responsabilidad de la CNEA, indicando que la rehabilitación del CMFSR y el traslado de la Planta de Producción de Dióxido de Uranio, se encuentran supeditados a la remediación de los pasivos ambientales generados por la CNEA.*

La segunda etapa de la reunión se realizó sin la presencia del Sr. Ministro, que debía concurrir a otra reunión previamente acordada.

Los principales conceptos de las autoridades provinciales se indican a continuación:

- *La CNEA cambió notablemente su posición en los últimos 3 ó 4 años, en forma favorable, con respecto al cumplimiento de los requerimientos ambientales realizados por las autoridades provinciales.*
- *La CNEA presentó a las autoridades provinciales el proyecto de remediación del pasivo ambiental del CMFSR en forma integrada con su rehabilitación. Las autoridades no aceptaron esta propuesta, solicitando una presentación independiente de la remediación, sin la reactivación del CMFSR. La CNEA no respondió a lo solicitado, indicando que los procesos involucrados en la remediación se encuentran directamente relacionados con la reactivación del complejo.*
- *Los funcionarios destacaron que los procesos de remediación para minimizar los pasivos ambientales serán sometidos a una Audiencia Pública.*
- *La población no confía en los organismos nacionales de control.*
- La Dirección de Medio Ambiente realizó la lectura pormenorizada, tratando en forma individual y precisa la contestación que había preparado sobre los requerimientos realizados por la FRA – UTN, y expuestos en la nota del Rector de la UTN de fecha 12 de mayo de 2003, relacionados con la EIA del CMFSR que está ejecutando y que enviaría oficialmente la próxima semana.

*Las autoridades explicaron en detalle los fundamentos de cada respuesta e intercambiaron opiniones, técnico-ambientales, con los representantes de la UTN-FRA, a los efectos de que se interpretara perfectamente lo expresado en la nota de contestación que se enviará al Sr. Rector de la UTN.*

*Se dedicó un tiempo de aproximadamente 90 minutos, lo que pone en evidencia la profundidad con que se trataron los temas.*



*D. M.*



### ❖ Autoridades Provinciales Económicas y Tecnológicas

La reunión se realizó el 12 de agosto de 2003, a continuación de la efectuada con el Sr. Ministro de Ambiente y Obras Públicas, encontrándose presentes:

#### Por Provincia de Mendoza

- \* Subsecretario de Promoción Económica y Tecnológica:  
Ing. Eduardo A. Fabre
- \* Director de Minería e Hidrocarburos:  
Lic. Juan A. Faliet

#### Por Facultad Regional Avellaneda-UTN

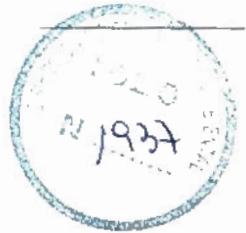
- \* Vicedecano: Ing. Jorge Del Gener
- \* Director Dpto Ingeniería Química - Coordinador EIA del CMFSR:  
Ing. Hipólito Alberto Choren

Las autoridades entrevistadas indicaron:

- *La rehabilitación del CMFSR es importante para el país en general y en particular para la actividad minera de la Provincia de Mendoza.* La demanda de mano de obra, aunque no sea relevante, sumado a los requerimientos de servicios originados por la reactivación del CMFSR, producirán el mejoramiento de la economía regional.
- Considerando el prestigio de la CNEA y la ejecución de una correcta EIA, *estiman que es factible realizar simultáneamente la remediación del pasivo ambiental con la rehabilitación del CMFSR, siempre que se cumplan estrictamente con los requerimientos ambientales para este tipo de explotación y se realicen los monitoreos* para controlar el desempeño ambiental operativo del CMFSR y la minimización del pasivo ambiental que presenta actualmente.
- *La metodología de explotación utilizada ha modificado el paisaje, agregando un atractivo adicional* originado por las terrazas, como ha sucedido en otras explotaciones mineras de países desarrollados, que son utilizadas actualmente como circuitos turísticos.
- *La hidrogeología presentada por la región, dónde se encuentra el CMFSR, permite mitigar el impacto ambiental de eventuales fugas de canteras y diques.* Ello, no obstante, resulta imprescindible controlar en forma permanente y estadística los pozos de monitoreo y la calidad del agua del Arroyo El Tigre y del Río Diamante, a través de un organismo oficial provincial de reconocido prestigio tal como la FCAI.

**La rehabilitación del CMFSR permitiría su utilización como ejemplo de escuela minera, por las importantes exigencias ambientales que se aplican para su control.**





- *La explotación de los recursos mineros cordilleranos permitiría cumplir con los principios del Desarrollo Sustentable.*

❖ **Departamento General de Irrigación,  
Subdelegación Río Diamante**

- \* Director General de Irrigación:  
Ing. Víctor Salomone
- \* Jefe de División Contaminación:  
Ing. Fabio Lorenzo

Los funcionarios expresaron:

- Se presentaron inconvenientes con la CNEA para la disposición final del agua de canteras, previo tratamiento.

- *El Departamento de Irrigación no autorizó al CMFSR el vuelco directo de 1.600.000 m<sup>3</sup> de agua de cantera, previamente tratada con resinas de intercambio iónico, al cauce del arroyo El Tigre.* Solicitó un depósito intermedio antes del vertido, para asegurar la calidad del agua.  
El requerimiento de la Dirección de Irrigación no fue aceptado por la CNEA.

- *En el año 2002, el CMFSR comenzó a realizar el riego del predio, con el agua de canteras previamente tratada con resinas de intercambio iónico, sin autorización del Dpto. de Irrigación. Por tal motivo este último prohibió el procedimiento iniciado por el CMFSR.*

El tratamiento previo del agua de cantera, con resinas de intercambio iónico, para el riego de aproximadamente 25 hectáreas, es aceptable.  
A la fecha, el CMFSR no ha presentado el informe solicitado por el Dpto. de Irrigación para su aprobación.

- Otros factores que merecen especial consideración, son los diques de evaporación, los residuos contaminados enterrados, las escombreras, etc. *No basta con cumplir con los límites de vuelco, es muy importante considerar la opinión de la población.*
- *Destacan que la CNEA es muy honesta en la información que suministra, incluso han declarado las pérdidas en los diques de evaporación, pero a veces, toman decisiones sin tener autorización previa.*



• *Malargüe es un antecedente muy desfavorable, por tal motivo consideran que la reactivación debería supeditarse a la gestión de los pasivos existentes en el CMFSR.*

*[Handwritten signatures]*



❖ **Director del Hospital Schestakow Dr. Julio Trovarelli**

El Dr. Julio Trovarelli expresa que las estadísticas nacionales, no indican en la actualidad, una relación directa entre los casos de cáncer y las actividades desarrolladas en el CMFSR.

*La población de San Rafael tiene dudas sobre el tratamiento de residuos realizados en la mina. Si estos últimos se hubiesen tratado correctamente se habrían minimizado notablemente las oposiciones que se presentan actualmente con respecto a la reapertura del CMFSR.*

*Las opiniones del Dr. Trovarelli no han sido corroboradas por no recibirse contestación de la comunicación enviada.*

#### 11.4.4.3. Autoridades Municipales

❖ **Vicepresidente Primero del Concejo Deliberante del Municipio de San Rafael, Concejal Sr. Juan Carlos Bittar**

Considera que el porcentaje de casos de cáncer que se presentan en San Rafael es alarmante, manifestando que "en su desconocimiento del tema lo atribuiría a la radiación", expresando además, que ignora si existe una influencia directa o no, afirmando que es una cuestión tabú y que carece de la información técnica necesaria para adoptar una posición más acertada.

Recalca que al no ser técnico necesita mayor información. Desde el punto de vista socioeconómico, sería importante que el complejo reiniciara sus actividades.

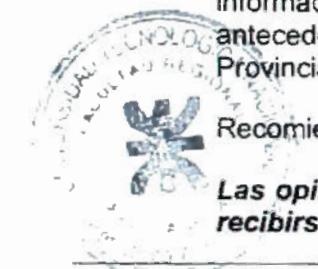
❖ **Supervisora Área Ambiental de la Municipalidad de San Rafael Ing. Laura Najar**

Respecto a la reactivación del CMFSR prefirió no dar su opinión, por no conocer en detalle el proyecto de remediación y reactivación.

Pone especial énfasis en los planes de monitoreo y medidas de mitigación, agregando que los aspectos sociales, especialmente la oposición al proyecto, deben ser evaluados como una contingencia social. Indica que la Comisión Nacional de Energía Atómica no ha manejado correctamente la difusión de información y que sólo en los últimos tiempos, dio a conocer sus antecedentes y los trabajos realizados en los aprovechamientos mineros de la Provincia de Mendoza.

Recomienda trabajar con la comunidad en forma intensiva.

*Las opiniones de la Ingeniera L. Najar no han sido corroboradas por no recibirse contestación de la comunicación enviada.*





❖ **Fundación de Escuela de Medicina Nuclear  
Dra. María Cecilia Coll**

Expresa que no tiene posición tomada con respecto a la rehabilitación del CMFSR, y que le molesta sobremanera que personas sin conocimiento científico, vierten opiniones no fundamentadas utilizando al cáncer para justificar su oposición a la reapertura del CMFSR, cuando no existen pruebas de que haya un mayor porcentaje de cáncer en el Municipio, por la presencia de este último.

Agrega que las desprolijidades con que actuaron, en su momento los responsables de la operación de la planta, dejando toneladas de material de residuos radiactivos sin realizar las gestiones correspondientes, es la principal causa del impacto negativo sobre el tema, por parte de la opinión pública.

Las principales patologías que se presentan en el Centro de Oncología de esta Fundación, se asocian sin duda a factores dietarios, alcohol, tabaquismo. Sería importante que algún organismo oficial, nacional y/o provincial, financiera investigaciones que condujeran a resultados estadísticamente confiables.

Por último, expresa que la mala imagen del uranio puede impactar negativamente en la economía de San Rafael. Por lo que resulta muy importante disponer de una completa e imparcial Evaluación de Impacto Ambiental.

❖ **Delegado Municipal de Villa 25 de Mayo y Presidentes de Juntas Vecinales de Los Coroneles y Cuadro Benegas**

Las opiniones de la Sra. Lucía de González (Los Coroneles) y los Sres. Eduardo Aquiles (Villa 25 de Mayo) y Antonio Cladera (Cuadro Benegas) han sido incorporadas a la opinión de la población correspondiente a los distritos mencionados. Por tal motivo se tratan en conjunto con estas últimas.

#### 11.4.4.4 Universidad y Fuerzas Vivas

❖ **Decano de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo, Ing. Fabio Tarantola**

Indica que, por los trabajos de monitoreo de profesionales de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo y por programas periodísticos, tiene conocimiento que uno de los problemas que se presenta en el CMFSR es el tratamiento del agua de canteras.



Dado que la comunidad de San Rafael se encuentra muy influenciada por las actividades turísticas y de producción agroindustriales, este tema adquiere relevancia. Se debería poner especial atención al tratamiento de los pasivos.

*(Handwritten signatures)*



La CNEA ha sido durante muchos años una entidad muy cerrada, que ha interactuado poco con la comunidad, por ello la población tiene miedos, desconfianza, dudas. La gente no desea que pase en San Rafael lo que ha pasado en Malargüe.

❖ **Presidente de la Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria  
Contador Ricardo H. Schkop**

El tema nuclear produce escozor en la gente por falta de conocimiento. El Departamento de San Rafael depende de su agroindustria y del turismo, por tal motivo el tema afecta sensiblemente a la población.

Aunque el CMFSR presentara el 99,99 % de seguridad operativa, las habladurías y los comentarios, sin conocimiento, producirían un daño real sobre la actividad económica de la región. Tenemos temor que esos "comentarios" produzcan un perjuicio no controlable.

Desde el punto de vista económico, corresponde evaluar la incidencia de la reactivación del complejo sobre, el producto bruto interno de la región, la demanda de la mano de obra y los riesgos asociados, para verificar si el riesgo a correr se justifica con el retorno económico para la región.

La población de la Villa 25 de Mayo seguramente tendrá otras expectativas, al considerar la potencial demanda de mano de obra directa e indirecta.

❖ **Presidente de la Cámara Específica de Agricultura  
Ing. Guillermo A. Guida**

No le consta que el río Diamante se encuentre contaminado por el CMFSR, ni que las actividades de este último tengan relación con los casos de cáncer, ni que se hayan producido accidentes relevantes. A pesar de ello no está de acuerdo con la reactivación del CMFSR por encontrarse aguas arriba del "oasis" de producción orgánica. Esta última actividad se encuentra en pleno desarrollo en la región, existiendo grupos de producción orgánica dedicados a tomates, uva para vino, ciruela para desecar y cebolla, encontrándose actualmente, involucrados unos 70 (setenta) productores agropecuarios.

Los productores orgánicos buscan la obtención de certificaciones internacionales, tales como: OIA, Food Safety, LETIS, etc. La provincia tiene proyectos de producción diferenciada, encontrándose dos de ellos a consideración de la legislatura provincial.

La rehabilitación del complejo minero puede ser utilizada como un argumento en contra, a la hora de convencer a los inversionistas. Es una cuestión de imagen que puede incidir en las exportaciones e inclusive en el mercado interno. Sería interesante efectuar un balance del beneficio económico que representa la rehabilitación del CMFSR al Municipio y el potencial riesgo de afectar la actividad de los cultivos orgánicos. Considera que debe preservarse la producción de cultivos orgánicos.



11-117

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las aclaraciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.

*P* *AS* *MJ*



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda

❖ Presidente de la Cámara Específica de Productores Mineros  
**Sr. Juan C. Pérez Gallardo**

Considera que la CNEA debería disponer de fondos específicos para realizar la difusión de sus actividades, evitando de esta forma interpretaciones erróneas.

Debe cumplirse estrictamente con la legislación vigente. En todo lugar donde se procesa mineral de uranio, debe realizarse el tratamiento de los desechos. El temor de la Cámara es que personas sin fundamento, manifiesten que el vino y las ciruelas de San Rafael se encuentren contaminados.

Considera que para autorizar la renovación de la actividad del CMFSR, debería realizarse previamente la remediación del pasivo ambiental, tratando los tambores de residuos, etc.

Deben tomarse precauciones para evitar accidentes y aplicarse estrictamente toda la reglamentación regulatoria de la actividad.

Está de acuerdo con la reapertura del CMFSR, pero se pregunta ¿cuál es el control que pueden ejercer los futuros gobiernos sobre el monitoreo de su actividad?

❖ Asesor Legal de la Cámara Dr. Aníbal Ríos

Considera que la CNEA debería disponer de fondos específicos para efectuar la difusión de las actividades que se realizan en el CMFSR y en particular, de la participación de Dioxidek S.A. La población de San Rafael observa con cierta prudencia y desconfianza la participación de Dioxidek S.A. Sería conveniente sincerarse con el público, que de esta manera estaría dispuesto a escuchar las propuestas sobre el tratamiento de residuos. No es clara la forma en que la CNEA maneja los datos y destaca que los datos que dispone la Cámara no concuerdan con los que dispone la provincia de Mendoza.

Indica que desde el punto de vista jurídico existe un cuadro muy complejo que sería necesario analizar con detenimiento, considerando que el marco regulatorio jurídico existente es adverso a la radicación de Dioxidek S.A. en el predio del CMFSR.

*La opinión del Asesor Legal indicada en el párrafo precedente, no ha sido corroborada por no recibirse contestación de la comunicación enviada.*

❖ Presidente de la Cámara Específica de Bodegueros Sr. Carlos Rivier

El entrevistado destacó que su opinión es a título personal y no representa la de los integrantes de la Cámara Específica de Bodegueros, debido a que no ha sido consensuadas.



Manifiesta que desconfía de los estudios realizados porque se pueden desvirtuar los resultados. Existen muchas versiones sobre la relación entre las actividades realizadas en el CMFSR y los casos de cáncer, pero no le consta que estos datos sean fidedignos.

11-118

Hasta la fecha que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidas son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.

P J S



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda

Las actividades del CMFSR no aportaron beneficios relevantes al Municipio. Considera que la mejor forma de controlar estos problemas es no reabrir el CMFSR. En su opinión debería dejarse todo como está.

❖ **Presidente de la Cámara Específica de Turismo Dr. Raúl Vázquez**

Expresa que las empresas de Turismo se encuentran preocupadas por el tema de la radiactividad, porque la actividad turística es muy sensible y por tal motivo resulta imprescindible ser preciso y claro en las informaciones que se dan a conocer.

Los análisis realizados en las aguas del Río Diamante, demuestran la inexistencia de contaminación radiactiva a lo largo de su cauce, sin embargo se presentan dudas y el público podría abstenerse de concurrir a la región.

Manifiesta haber visitado el CMFSR y considera que podría resultar interesante como circuito turístico.

"Es importante hacer las cosas bien, sino es mejor no hacerlas" indica al concluir la entrevista.

*La opinión del Presidente de la Cámara Específica de Turismo indicada en el párrafo precedente, no ha sido corroborada por no recibirse contestación de la comunicación enviada.*

❖ **Presidente de la Cámara Específica de Servicios de Salud  
Dr. Julio Varela**

Destaca la importancia de disponer de información genuina para poder integrar los diversos sectores en lugar de crear antinomias. Muchas personas opinan sin conocimiento y ello es muy perjudicial tanto para el CMFSR como para la comunidad de San Rafael. Para ello es necesario que CNEA realice un esclarecimiento sobre las operaciones que tienen lugar en la mina. Por ejemplo, se deberían dar a conocer los resultados de los análisis hechos por la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Pone énfasis en que es más importante difundir antes de que se presente el problema, que después para tratar de explicar éste último. La distorsión de la información es perjudicial para toda la comunidad.

Expresa que no es cierto que haya un mayor porcentaje de cáncer por uranio, sino que existe una mejor detección de los diferentes casos de cáncer y además han cambiado los hábitos de vida.



El Dr. Varela destaca que las opiniones anteriores son a título personal y que no reflejan el pensamiento de la específica de Salud y de la Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria.

11-119

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, los apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



#### 11.4.4.5. Población de la zona de influencia del CMFSR

En la siguiente tabla se analizan en forma general, las opiniones predominantes en los distritos relevados.

La primer columna de la tabla identifica el distrito, la segunda, el ítem al que corresponde la pregunta (ver planillas adjuntas en Anexo 9.3 "Planillas empleadas para el Relevamiento de la opinión Pública", utilizadas para la ejecución del relevamiento).

*No se incluye el número de participantes para evitar que el Relevamiento de la Opinión Pública realizado, pueda ser considerado como una encuesta, ya que representaría un error por no responder a los lineamientos técnicos adoptados en esta última.*

- *El número de personas entrevistadas, que contestaron cada pregunta en particular se indica como un porcentaje del total. La columna correspondiente se identifica como % C.*
- *Las opiniones resultantes del relevamiento, se identifican en la siguiente forma:*

**Unánime : U** Se considera opinión unánime cuando la coincidencia en las respuestas es  $\geq 90\%$ .

**Dividida : D** Se considera opinión dividida, cuando la diferencia en las contestaciones por SI ó por NO, es  $\geq 40$  y  $< 70\%$ .

**Mayoritaria : M** Se considera opinión mayoritaria cuando el  $\geq 70\%$  de las personas entrevistadas responden lo indicado, en la tabla como opinión predominante.





DISTRITO	Item	% C	Opinión	CONCEPTOS PREDOMINANTES
VILLA 25 DE MAYO	1	100	U	SI, estaban informados de la existencia del complejo minero en la región.
	2	100	U	SI, saben el mineral que se extrae del complejo minero.
	3	100	D	SI, conocen las actividades que se desarrollan.
	4	87	D	SI, por haber trabajado en CMFSR o tener conocidos que lo hicieron o por los medios de comunicación.
	4.1.	100	D	SI, conocen para que se utiliza el producto elaborado. La contestación de algunas personas demostraba conceptos erróneos sobre el uso del producto.
	4.2.	90	M	SI, está de acuerdo con la conveniencia de este tipo de actividad en el país, <i>pero siempre que se tomen las medidas de seguridad pertinentes.</i>
	5	100	M	SI, tienen conocimiento de la posible rehabilitación
	6	90	M	SI, está de acuerdo con la posible rehabilitación. <i>11 % condicionó su respuesta por el SI, a la no incidencia sobre la salud, y el 4 % se manifestó por la negativa.</i>
	7	100	M	NO trabajaron ni trabajan actualmente en el Complejo
	8	100	M	SI, conocen gente que haya trabajado en el Complejo.
	9	100	U	SI, la rehabilitación del Complejo incidiría positivamente en el Distrito por la reactivación general, sobre todo económica
	10	100	U	SI, la rehabilitación del Complejo incidiría en las personas por generar fuentes de trabajo. Con respecto a la salud no hay opiniones vertidas sobre temores de que se afecte.



11-121

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.

*[Handwritten signatures and initials]*



DISTRITO	Ítem	% C	Opinión	CONCEPTOS PREDOMINANTES
LOS CORONELES	1	100	U	SI, estaban informados de la existencia del complejo minero en la región.
	2	100	D	SI, saben el mineral que se extrae del complejo.
	3	100	M	NO saben las actividades que se desarrollan.
	4	75	M	SI, tienen conocimientos a través de los medios.
	4.1	100	D	NO conocen para qué se utiliza el producto elaborado.
	4.2	42	U	SI, es conveniente para el país. <i>El 58 % no opinó.</i>
	5	100	D	SI tienen conocimiento de la posible rehabilitación.
	6	92	D	SI, están de acuerdo con la posible rehabilitación del complejo. <i>El 54,5% está de acuerdo con la rehabilitación y el 45,5 % no está de acuerdo.</i>
	7	100	M	NO trabajaron ni trabajan actualmente en el complejo.
	8	100	D	<i>El 50 % conoce a personas que trabajan en el complejo y el 50 % no conoce.</i>
	9	83	M	SI, considera que las actividades del complejo incidirán positivamente, en la actividad económica del distrito.
	10	100	M	SI, la rehabilitación del Complejo incidiría en las personas generando fuentes de trabajo. <i>El 83 % considera que se crearán fuentes de trabajo y no tiene temores sobre la incidencia del complejo, en la salud de las personas. El 17 % considera que no suministraría fuentes de trabajo y la mitad de este mismo porcentaje opina que afecta a la salud.</i>



11-122

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



DISTRITO	Ítem	% C	Opinión	CONCEPTOS PREDOMINANTES
CUADRO BENEGAS	1	100	U	SI, estaban informados de la existencia del complejo minero en la región.
	2	100	U	SI, saben el mineral que se extrae del complejo minero.
	3	100	D	SI, saben las actividades que se desarrollan
	4	100	M	SI, tienen conocimientos a través de los medios.
	4.1.	100	M	NO conocen la utilización del producto elaborado.
	4.2.	81	D	SI, está de acuerdo con la conveniencia de este tipo de actividad en el país. <i>El 31 % condiciona su respuesta a las medidas de seguridad adoptadas, el 15 % considera que no es conveniente desarrollar este tipo de actividad en el país y el 19 % no manifestó su opinión.</i>
	5	100	M	SI, tienen conocimiento de la posible rehabilitación.
	6	100	D	SI, está de acuerdo con la posible rehabilitación. <i>El 31 % la condicionan a la adopción de estrictas normas de seguridad y el 31 % no está de acuerdo con la rehabilitación.</i>
	7	100	U	NO trabajaron ni trabajan actualmente en el Complejo.
	8	100	M	NO conocen gente que haya trabajado en el Complejo.
	9	100	M	SI, la rehabilitación del Complejo incidiría positivamente en el Distrito por la reactivación general, sobre todo económica.
	10	100	M	SI, la rehabilitación del Complejo incidiría en las personas generando fuentes de trabajo. Con respecto a la salud no hay opiniones vertidas sobre temores directos, si se manifiesta que deben respetarse las normas.





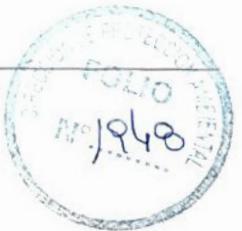
### 11.4.5. Resumen de Opiniones Relevantes

#### 11.4.5.1. Autoridades Nacionales

PRINCIPALES CONCEPTOS	Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) Presidencia	Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Presidencia	Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares (CNEA)
Opinión sobre actuación de la CNEA	Buena. Cumple con requerimientos de ARN. Personal muy capacitado.	-----	-----
Desarrollo Nacional de la Energía Nuclear	La ARN sólo opina sobre la toma de decisiones en aspectos que puedan generar impactos en la seguridad radiológica de las personas	Mantener el nivel internacional y relevante posición en la OIEA y en el MERCOSUR. Vital para el futuro energético del país. Son necesarias definiciones estratégicas del Estado Nacional.	Las centrales nucleares nacionales son las únicas del sistema de generación del parque térmico, propiedad del estado y las únicas que se despachan a potencia base. Son un factor importante en la regulación de los costos de generación y las tarifas eléctricas.
Rehabilitación del CMFSR	Independientemente del futuro de las instalaciones del CMFSR, la ARN continuará exigiendo un alto nivel de seguridad radiológica	Importante para el cierre del ciclo del combustible nuclear. Evita la dependencia del extranjero.	Se realizaría considerando en forma integrada tres aspectos: producción de uranio nacional, remediación del pasivo ambiental y recuperación del uranio existente en los residuos contaminados.
Opinión de autoridades provinciales y población sobre los controles regulatorios	La ARN expresó su preocupación sobre el descreimiento en los organismos de control ya que podrían generar una penalización injustificada en actividades lícitas	-----	-----
Controles adicionales de la Actividad Nuclear	La ARN no los considera indispensables, por estar la seguridad nuclear perfectamente controlada.	-----	-----
EIA a cargo de la UTN - FRA	-----	Debe realizarse con el máximo detalle técnico ambiental posible y la mayor exigencia	Debe incluir adecuaciones / recomendaciones de optimización de procesos, gestión de residuos, etc. sin ninguna limitación.
Estudio realizado por una consultora internacional a solicitud de UTN - FRA	Agrega una opinión técnica adicional de reconocidos especialistas de los países desarrollados en la actividad nuclear.	-----	-----
Radioisótopos de uso médico	-----	Es una de las principales actividades de la CNEA, abastece el mercado nacional y exporta. El Co 60 se genera en la Central Nuclear de Embalse, siendo Argentina el tercer productor mundial.	El país se autoabastece de Co 60 y produce fuentes selladas de elevado nivel de calidad (ISO 9000). Dioxitek realiza la gestión de Co 60 incluida la exportación.

11-124

Teniendo cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



**Universidad Tecnológica Nacional**  
Facultad Regional Avellaneda

#### **11.4.5.2. Autoridades Provinciales y Municipales**

En la siguiente tabla se han considerado las principales opiniones de las autoridades entrevistadas, tratando de identificar los temas coincidentes, expresados desde funciones y responsabilidades diferentes.



**11-125**

Tenida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, los apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.

*[Handwritten signature]*

\*



PRINCIPALES CONCEPTOS	Ministerio de Ambiente y Subsecretaría de Medio Ambiente y Dirección de Medio Ambiente	Subsecretaría de Promoción Económica y Tecnológica y Dirección Minería e Hidrocarburos	Depto. General de Irrigación Río Diamante	Dirección Hospital Schestakow
Opinión sobre actuación de la CNEA	Buena, en los últimos 3 años	Destacan su prestigio	Honesto en sus declaraciones. A veces actúa sin autorización. No presentaron, toda la información requerida.	
Opinión pública adversa a rehabilitación CMFSR			Por temor al cáncer. Las estadísticas no muestran relación entre el cáncer y las actividades del CMFSR	
Rehabilitación del CMFSR		Importante para el país y la actividad minera provincial		
Opinión sobre los controles regulatorios	La población no confía en los organismos nacionales de control			La población duda de los tratamientos de residuos realizados.
Remediación de pasivos	Gobernador y Ministro opinan que debe ser previo a rehabilitación	Es factible realizar simultáneamente remediación y rehabilitación, con una correcta EIA y estrictos controles.	Por antecedente Malargüe, la reactivación debería supeditarse a la gestión de los pasivos.	
Contaminación hídrica		La hidrogeología de la región mitiga el impacto de eventuales fugas de efuentes, pero debe continuarse con un estricto control del agua subterránea y superficial por la FCAI	Agua de cantera para riego o vertido al arroyo El Tigre, aceptable, previo tratamiento, con un estricto control. Vertido al arroyo El Tigre aceptable previa acumulación en depósito intermedio.	
Actividad Minera		El CMFSR, sería un ejemplo de escuela minera, por sus exigencias ambientales.		
Explotación de recursos mineros cordilleranos		Cumple principios Desarrollo Sostenible, remediar el pasivo ambiental y controlando estrictamente la actividad		
Modificación del Paisaje por la actividad del CMFSR		Es positiva, agrega atractivo adicional, originado por las terrazas. En otros países es usado como circuito turístico.		



\*



PRINCIPALES CONCEPTOS	Concejo Deliberante del Municipio de San Rafael	Supervisión de Área Ambiental Municipalidad de San Rafael	Fundación Escuela de Medicina Nuclear
Opinión sobre actuación de la CNEA	No ha correctamente manejado la difusión de sus actividades, y solo en los últimos tiempos ha dado a conocer sus antecedentes y trabajos en Mendoza	En el pasado actuó desproporcionadamente, dejando toneladas de material de residuos radiactivos sin realizar las gestiones correspondientes.	
Opinión pública adversa a rehabilitación CMFSLR	Es un tema tabú, estima que el alarmante porcentaje de cáncer en la región lo atribuiría a la radiación, aunque reconoce que ignora si existe o no influencia directa del CMFSLR.	Considera que debe ser evaluado como una contingencia social. Recomienda trabajar con la comunidad en forma intensiva.	Le molesta sobre manera que se utilice al cáncer para justificar la oposición a la reapertura del CMFSLR, cuando no existen pruebas de mayor porcentaje de casos de cáncer en el municipio.
Rehabilitación del CMFSLR	No dio su opinión por desconocer en detalle el Proyecto de reactivación y remediación	Expresa que no tiene posición tomada. La oposición de la población es consecuencia de las desproporcionalidades pretéritas	
Opinión sobre los controles regulatorios	Puso especial énfasis en los planes de monitoreo y medidas de mitigación.		
Impacto sobre economía de San Rafael	Socioeconómicamente es importante		La mala imagen del uranio puede impactar negativamente. Es muy importante disponer de una EIA completa e imparcial





## 11.4.5.3 Universidad y Fuerzas Vivas



PRINCIPALES CONCEPTOS	Decano de Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria - UNC	Presidente de la Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria	Presidente de la Cámara Específica de Agricultura	Presidente de la Cámara Específica de Productores Mineros
<b>Incidencia de la rehabilitación del CMFSR sobre la actividad de la región de San Rafael.</b>	El tema es relevante por la actividad turística y de producción agroindustrial de San Rafael.	La población está sensibilizada por depender San Rafael de la agroindustria y del turismo.	La producción orgánica se encuentra en pleno desarrollo y la reactivación del CMFSR la podría afectar.	El temor de la Cámara es que personas sin fundamentos manifiesten que la actividad afecta la agroindustria.
<b>Opinión sobre eventuales problemas presentados por el CMFSR</b>	La población no desea que suceda en San Rafael lo que pasó en Malargüe.	Aunque el CMFSR presentara el 99,99% de seguridad operativa, las habladurías y comentarios infundados producirían daño real sobre la actividad económica.	No le consta que el Río Diamante se encuentre contaminado por el CMFSR. Es una cuestión de imagen que puede incidir en las exportaciones.	La CNEA debería disponer fondos específicos para la difusión de sus actividades de forma de evitar interpretaciones erróneas.
<b>Remediación de pasivos</b>	Debe ponerse especial atención en su tratamiento.	-----	-----	Debe realizarse previo a la rehabilitación del complejo.
<b>Contaminación hídrica</b>	-----	-----	No está de acuerdo con la reactivación del CMFSR por encontrarse aguas arriba del "oasis" de cultivos orgánicos.	Deben tomarse precauciones para evitar accidentes y aplicarse estrictamente las normas regulatorias
<b>Actividad Minera</b>	-----	-----	-----	Está de acuerdo con la reapertura, pero pregunta ¿cuál es el control de monitoreo de futuros gobiernos?
<b>Explotación de recursos mineros cordilleranos</b>	-----	Evaluación económica/reactivación del CMFSR, la demanda de mano de obra y riesgos asociados.	Evaluación beneficio económico vs. rehabilitación y eventual afectación de los cultivos orgánicos	Dónde se procesa el mineral de uranio debe realizarse el tratamiento de los desechos
<b>Paisaje y otros aspectos</b>	-----	-----	-----	-----

11-128

Habida cuenta que el trabajo ha sido dirigido por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



11-129



<b>PRINCIPALES CONCEPTOS</b>	<b>Asesor Legal de la Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria</b>	<b>Presidente de la Cámara Específica de Bodegueros</b>	<b>Presidente de la Cámara Específica de Turismo</b>	<b>Presidente de la Cámara Específica de Turismo</b>	<b>Presidente de la Cámara Específica de Salud Opinión personal</b>
<b>Incidencia de la rehabilitación del CMFSR sobre la actividad de la región</b>	La actividad del CMFSR no reportó beneficios relevantes al Municipio.	La actividad del CMFSR es muy sensible y el tema de la radiactividad preocupa a las empresas de turismo.	La población duda de la inexistencia de contaminación en el río y podría abstenerse de concurrir a la región	Debe disponerse de información genuina para no crear antinomias	
<b>Opinión pública adversa a rehabilitación CMFSR</b>	La población de San Rafael observa con prudencia y desconfianza la participación de Dioxitek.	Existen versiones en relación actividades del CMFSR/ cáncer, pero no le consta que son fidedignos	La población duda de la inexistencia de contaminación en el río y podría abstenerse de concurrir a la región	Debe disponerse de información genuina para no crear antinomias	
<b>Rehabilitación del CMFSR</b>	El marco regulatorio jurídico existente es complejo. Debe determinarse si es compatible con la reubicación de Dioxitek.	En su opinión debería dejarse todo como está.	Es importante hacer las cosas bien sino es mejor no hacerlas.	La CNEA debe esclarecer sus actividades en la mina, dando a conocer los resultados de los análisis realizados por FCAI	
<b>Remediación de pasivos</b>	Es conveniente sincerarse con el público sobre el tratamiento de residuos para que se acepte la propuesta				
<b>Contaminación hidrica</b>				Analisis del río Diamante indican inexistencia de contaminación en todo el cauce.	
<b>Actividad Minera</b>					
<b>Explotación de recursos mineros cordilleranos</b>		No aportó beneficios relevantes al Municipio	Visitó el complejo y considera que podría resultar interesante como circuito turístico.	Visitó el complejo y considera que podría resultar interesante como circuito turístico.	Visitó el complejo y considera que podría resultar interesante como circuito turístico.
<b>Paisaje y otros aspectos</b>	No es claro el manejo de datos por la CNEA, destaca que los disponibles en la cámara no concuerdan con los de la provincia de Mendoza			No es cierto que haya mayor % de cáncer por uranio, se debe a la mejor detección y a los cambios de hábitos de vida.	

11-129

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE URANIO, los aclaraciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.





1953  
Buenos Aires

#### 11.4.5.4. Población de zona de influencia del CMFSR

En la siguiente tabla se resumen las opiniones de los pobladores de los distritos considerados dentro de la zona de influencia del CMFSR.

RELEVAMIENTO DE LA OPINION PUBLICA RESUMEN GENERAL DE OPINIONES PREDOMINANTES				
ITEM	CONCEPTO	Villa 25 de Mayo	Cuadro Benegas	Los Coroneles
1	Conocimiento de la existencia del Complejo Minero en la región	U / SI	U / SI	U / SI
2	Conocimiento del mineral que se extrae en el Complejo Minero	U / SI	U / SI	D
3	Conocimiento de las actividades que se desarrollan en el Complejo	D	D	M / NO
4	Forma en que tomo conocimiento del Complejo. <i>Por trabajar, por terceros o por medios de difusión.</i>	D	M / SI	M / SI
4.1.	Conocimiento del uso del producto elaborado en el Complejo	D	M / NO	D
4.2.	Conveniencia de la actividad del Complejo para el país	M / SI	D	U / SI
5	Conocimiento de la posible rehabilitación del Complejo	M / SI	M / SI	D
6	Acuerdo con la posibilidad de rehabilitación	M / SI	D	D
7	Experiencia personal como trabajador en el Complejo	M / NO	U / NO	M / NO
8	Conocimiento de personas que hayan trabajado en el complejo	M / SI	M / NO	D
9	El Complejo influye sobre la actividad del Distrito. <i>Los entrevistados relacionaron la pregunta con la actividad económica.</i>	U / SI	M / SI	M / SI
10	El complejo influye sobre las personas del Distrito. <i>Los entrevistados relacionaron mayoritariamente la pregunta con la creación de fuentes de trabajo.</i>	U / SI	M / SI	M / SI

U / SI : Opinión unánime con contestación afirmativa a la pregunta realizada

U / NO : Opinión unánime con contestación negativa a la pregunta realizada

M / SI : Opinión mayoritaria con contestación afirmativa a la pregunta realizada

M / NO: Opinión mayoritaria con contestación negativa a la pregunta realizada

D : Opinión dividida



P D M



#### 11.4.6. Conclusiones generales del relevamiento de opinión

Se consideran en este ítem las opiniones relacionadas directamente con la rehabilitación del complejo, su relación con la actividad agropecuaria del Municipio y su relación con los potenciales riesgos para la salud de la población. Para ampliar la información consultar los ítem precedentes.

##### 11.4.6.1. Autoridades Nacionales

**Autoridad Regulatoria Nuclear:** considera que el CMFSR y la Planta de producción de dióxido de uranio cumplen con los requerimientos regulatorios, estando las instalaciones debidamente controladas y fiscalizadas por las evaluaciones de seguridad y los monitoreos realizados por el ente regulador de la actividad nuclear, con un alto nivel de seguridad radiológica para los trabajadores y la población.

**Autoridades de Comisión Nacional de Energía Atómica:** consideran la reactivación del CMFSR muy importante para mantener la independencia nuclear del país, tanto para la generación de energía eléctrica como para la producción de Co 60, en la Central Nuclear de Embalse. Destacan que la Argentina es el tercer productor mundial de este importante radioisótopo de uso médico. Además, consideran que la EIA ejecutada por la UTN - FRA debe realizarse con el máximo nivel técnico ambiental posible, la mayor exigencia e incluir adecuaciones y recomendaciones de optimización de procesos, gestión de residuos, etc, sin ninguna limitación.

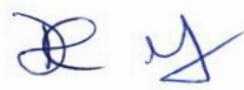
##### 11.4.6.2. Autoridades Provinciales y de Salud

**Autoridades provinciales:** Se nota una diferencia de opinión muy marcada entre los responsables de la protección ambiental y de la promoción económica y minera, con respecto a la rehabilitación / remediación del CMFSR.

Las primeras opinan que la actuación de la CNEA mejoró notablemente en los últimos tres años y condicionan la rehabilitación del CMFSR a la remediación previa del pasivo ambiental, con un estricto control de las autoridades ambientales provinciales. Por su parte, las autoridades de la actividad económica y minera, consideran que es factible realizar simultáneamente la remediación y rehabilitación del CMFSR con una correcta EIA y estrictos controles. Por su parte la Dirección General de Irrigación opina que en función de los antecedentes de Malargüe la rehabilitación debería supeditarse a la remediación de los pasivos.

**Autoridades de instituciones de salud:** las opiniones son coincidentes en expresar que las estadísticas no muestran relación entre los casos de cáncer y las actividades del complejo.

11-131





#### 11.4.6.3. Universidad y fuerzas vivas

Hay una opinión generalizada con respecto a que la rehabilitación del CMFSR puede incidir negativamente sobre la actividad agroindustrial y turística de la región, aunque no existan fundamentos precisos. No se han detectado opiniones que indiquen una supuesta relación entre el cáncer y la actividad del complejo.

#### 11.4.6.4. Población de la zona de influencia del CMFSR

##### Comentarios

Algunas Organizaciones no gubernamentales (ONGs) han relacionado en forma directa la situación actual del complejo y su potencial reactivación, con una importante contaminación de las aguas superficiales y subterráneas y con los casos de cáncer presentados en la zona.

Los resultados de los monitoreos ambientales sobre agua y atmósfera realizados por la ARN, por la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI) en virtud del Convenio existente entre esta institución y las autoridades provinciales y municipales, y sobre el agua superficial y subterránea, por el propio complejo, demuestran valores muy inferiores a los límites máximos permisibles por la ARN, que son coincidentes con los fijados internacionalmente. En virtud de lo expuesto se realiza a continuación un análisis de las opiniones relevantes de la población a los efectos de determinar la influencia de los comentarios difundidos por distintos medios de difusión que se oponen a la rehabilitación del complejo, sobre la población más cercana al CMFSR (Villa 25 de Mayo, Cuadro Benegas y Los Coroneles).

Las opiniones sobre la rehabilitación del CMFSR muestran un marcado sesgo:

- Los sectores más cercanos al Complejo consideran importante la rehabilitación de este último, por la creación de nuevas fuentes de trabajo, tanto directa, por requerimientos de mano de obra, como indirecta por requerimientos de servicios.
- Esta idea se fue diluyendo en los pobladores de las localidades más alejadas al CMFSR. A pesar de ello no se detectó una opinión relevante contraria a su rehabilitación, si bien algunas de las respuestas afirmativas a esta última, las condicionaron al estricto cumplimiento de normas regulatorias y de control.
- En lo relacionado con la conveniencia del desarrollo de las actividades del CMFSR para el país, las respuestas de los dos distritos más cercanos a este último ( Villa 25 de Mayo y Los Coroneles) fueron afirmativas, mayoritaria para el primero y unánime para el segundo. En tanto que en el distrito más alejado (Cuadro Benegas) las opiniones se encontraron divididas.



- Las dos preguntas, relacionadas con la influencia del complejo sobre las personas y las actividades de los distritos, no fueron detalladas para evitar condicionar u orientar las respuestas. Los principales temas tomados como referencia, por las personas entrevistadas, para contestar las preguntas mencionadas, se relacionaron específicamente con la **actividad económica del distrito** y con la **demandas de mano de obra**.
- En lo que respecta a la eventual relación de las actividades del CMFSR con la salud de la población, no fueron prácticamente mencionadas por los entrevistados. En el único distrito en que se mencionó fue en Los Coroneles, dónde el 8% de las personas entrevistadas manifestaron su opinión de que afecta a la salud. En los distritos de Villa 25 de Mayo (localidad más cercana al CMFSR) y Cuadro Benegas no se registraron opiniones que relacionaran la actividad del CMFSR con la salud de los pobladores.

#### **Temática de Índole Personal -Falta de Trabajo-**

Uno de los principales problemas de índole personal, es la falta de trabajo. Este aspecto desempeña un rol importante en la opinión, tanto a favor como en contra, de la rehabilitación del CMFSR.

- Los argumentos utilizados por quienes están a favor de la rehabilitación del CMFSR sostienen que su funcionamiento generará nuevas fuentes de trabajo, incremento de los salarios actualmente deprimidos, capacitación de los habitantes y mayor estabilidad laboral.
- Por el contrario, aquellos que se oponen (grupos minoritarios en la población relevada), sostienen que es perjudicial, por representar un riesgo para la contaminación ambiental y la salud de los habitantes y por afectar la actividad agropecuaria, opinando que la instalación de la planta no solucionaría el problema de la falta de trabajo.

#### **Temática Relacionada con el riesgo de contaminación del Río Diamante**

Los habitantes opositores (grupo minoritario) a la rehabilitación del CMFSR, hasta el momento de la ejecución del Relevamiento de la Opinión Pública, desconocían sus características operativas. A pesar de ello tenían opinión formada sobre el negativo impacto que produciría sobre las aguas del arroyo El Tigre y del río Diamante, sobre el aire y el suelo, sobre la actividad agropecuaria y sobre el posible desarrollo turístico de la región.

Los habitantes que están a favor de la rehabilitación del CMFSR, indicaron como muy



importante las recomendaciones de la EIA, para asegurar la preservación de la calidad de las aguas del arroyo El Tigre, del río Diamante, del aire y del suelo.

#### **Temática reincidente -Falta de Información-**

Un indicador común en todo el relevamiento, tanto de las pobladores que están a favor como en contra de la rehabilitación del CMFSR, fue la poca información sobre el tema. Los consultados manifestaron que a partir del programa de televisión Martes en Vivo, emitido por el canal 6 de San Rafael (julio 2003), las únicas fuentes de información fueron: organismos ambientalistas, algunos vecinos del pueblo que trabajaron en el CMFSR, medios de comunicación (radios, diarios) y en menor medida los funcionarios municipales.

#### **Temática Principal – Medidas de control y seguridad**

Durante el relevamiento de la opinión pública realizado por UTN – FRA, se detectó en algunos pobladores entrevistados preocupación por la calidad de los controles de seguridad realizados por las autoridades, para prevenir riesgos y enfermedades.

En virtud de ésta temática, una pequeña minoría de las personas entrevistadas, condicionó su respuesta favorable a la posible rehabilitación del CMFSR, a su incidencia sobre la salud de las personas y/o sobre las actividades del Municipio.

#### **11.4.7. Recomendaciones**

##### **11.4.7.1. Difusión por parte de la CNEA**

La falta de información detectada en el relevamiento pone en evidencia que la CNEA no ha realizado una difusión adecuada de las actividades del CMFSR, favoreciendo las opiniones contrarias a su rehabilitación.

Los principios y el compromiso de la política ambiental de cualquier empresa, consideran la difusión pública de sus actividades para mantener informada a la población de su zona de influencia, evitando de esta forma interpretaciones erróneas o infundadas que creen dudas sobre la calidad y el control ambiental realizado por la empresa.

En función de lo expuesto se recomienda la ejecución de una campaña de difusión y esclarecimiento sobre las actividades del complejo, adecuada para la correcta comprensión de todos los niveles culturales de la población.



11-134

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URÁNIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



#### 11.4.7.2. Participación de la sociedad

Los resultados del relevamiento demuestran que existe, en parte de la población, una preocupación y desconfianza en las autoridades de control, tanto nacionales como provinciales.

Si se autoriza la rehabilitación del CMFSR conjuntamente con la Planta de UO<sub>2</sub>, se recomienda crear una “*Comisión de Información y Difusión de las Actividades del CMFSR*”.

*Esta Comisión tendría las funciones de tomar conocimiento de las actividades del CMFSR, de los controles realizados y del intercambio de opiniones con las autoridades regulatorias nacionales, provinciales y con los responsables de la operación del CMFSR y efectuaría la distribución de información sobre : su seguridad operativa, los monitoreos ambientales realizados y los resultados obtenidos.*

##### ➤ Integrantes de la Comisión

La Comisión podría estar integrada por los representantes del Convenio entre el Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza, Autoridad Regulatoria Nuclear, Municipalidad de San Rafael, Universidad Nacional de Cuyo y Comisión Nacional de Energía Atómica, además de representantes de las fuerzas vivas y de la población.

##### ➤ Designación de los Miembros Integrantes de la Comisión

Se recomienda que las designaciones de representantes, realizadas por los diferentes sectores, sean recibidas en la Subsecretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Mendoza y que esta última oficialice la Comisión y a sus Integrantes mediante una Resolución.

#### Funciones de la Comisión

- Poner en conocimiento de los representantes de la ARN, de las Autoridades Provinciales y Municipales y del CMFSR las preocupaciones de la sociedad.
- Visitar el CMFSR para tomar conocimiento y verificar sus condiciones de operación, normas de protección ambiental y seguridad radiológica y los controles realizados.
- Proponer, previa evaluación y con los fundamentos correspondientes, las mejoras que consideren oportunas.
- Realizar la difusión pública del funcionamiento del CMFSR, de los controles realizados, de la situación ambiental, de la seguridad y del uso de su producción.
- Recibir, analizar y evaluar las preocupaciones de la sociedad en general y de los pobladores en particular y efectuar los reclamos que consideren justificados.
- Crear una página en Internet para la difusión de las actas de las reuniones realizadas



DO MJ



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda

por la Comisión. La ejecución de esta página estaría a cargo exclusivo de la Subsecretaría de Medio Ambiente Provincial.

#### Sede de la Comisión

El lugar más adecuado es la Municipalidad de San Rafael.

#### Reuniones de la Comisión

- Las reuniones deberían realizarse, como mínimo una vez por mes, en un horario que trate de compatibilizar la disponibilidad de tiempo de los integrantes de la Comisión.
- Reuniones extraordinarias. Serían citadas en cualquier momento en que se presente una situación que lo justifique.
- Las visitas de la Comisión al CMFSR deberían ser como mínimo trimestrales.

#### Traslado de Pobladores a las reuniones y de la Comisión al CMFSR

El traslado del representante de los pobladores de Villa 25 de Mayo y de los Distritos Los Coroneles y Cuadro Benegas ó del representante de la Escuela de Nivel Secundario o del Primario cuando su domicilio se encuentre en estos últimos, deben estar a cargo del CMFSR, de igual modo que el traslado de la Comisión al complejo para las visitas trimestrales.

#### Informes de la Comisión a la Población

Semestralmente o cuando se presente una situación que lo justifique, la Comisión efectuaría una reunión en los diferentes distritos, para mantener informada a la población. Se considera conveniente efectuar estas reuniones en dependencias de representaciones oficiales, provinciales o municipales.



11-136

Habida cuenta que el trabajo ha sido originado por un requerimiento específico de CNEA-PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO, las apreciaciones, datos e información aquí contenidos son de su exclusiva pertenencia, por lo que no pueden ser reproducidos, citados, difundidos o dados a conocer sin su expresa autorización.



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda

## Anexo 9. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

- 
- Anexo 9.1. *Entrevistas Universidad, Fuerzas vivas y Medicina*
- Anexo 9.2. *Acta entrevista octubre 2003, de autoridades del CMFSR con autoridades del Hospital HUMBERTO J. NOTTI*
- Anexo 9.3. *Planillas empleadas para el Relevamiento de la opinión Pública*



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda  
Centro de Apoyo Tecnológico a la Industria  
Departamento de Ingeniería Química*

## **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**REHABILITACIÓN Y REMEDIACIÓN SINCRÓNICA DEL  
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL  
E INTEGRACIÓN DE LA PLANTA  
DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO**

**COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA**

### **ANEXO 9 - 1**

**Entrevistas Universidad, Fuerzas vivas y Medicina**

---

**AÑO 2004**

*P D M*



SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

**UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **1.2.1. Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria**

#### **1.2.1.1. Presidente de la Cámara. Contador Ricardo H. Schkop**

El tema nuclear produce escozor en la gente por falta de conocimiento. El Departamento de San Rafael depende de su agroindustria, <sup>y del turismo</sup> por tal motivo el tema afecta sensiblemente a la población.

Aunque el CMFSR presentara el 99,99 % de seguridad operativa, las habladurías y los comentarios, sin conocimiento, producirían un daño real sobre la actividad económica de la "comunidad".  
región. Tenemos temor a que las habladurías nos perjudiquen, y la misma, no  
~~no pueden controlar~~  
Desde el punto de vista económico, corresponde evaluar la incidencia de la reactivación del complejo sobre, el producto bruto interno de la región, la demanda de la mano de obra y los riesgos asociados, para verificar si el riesgo a correr se justifica con el retorno para la región.  
La población de la Villa 25 de Mayo seguramente tendrá otras expectativas, al considerar la potencial demanda de mano de obra directa e indirecta.

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista precedente en la EIA, con las correcciones agregadas de puño y letra

### Firma

sta precedente

Dr. R. da H. Schkop  
Conf. P.D. N.H.C. Y.P.P. (U.N.C.)  
Matr. C.P.C.E. (Mza.) N° 1944  
Male, S.S.N. N° 35754

SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1.2.1.2. Presidente de la Cámara Específica de Agricultura, Ing. Guillermo A. Guida

No le consta que el río Diamante se encuentre contaminado por el CMFSR, ni que las actividades de este último tengan relación con los casos de cáncer, ni que se hayan producido accidentes relevantes. A pesar de ello no está de acuerdo con la reactivación del CMFSR por encontrarse aguas arriba del "oasis" de producción orgánica. Esta última actividad se encuentra en pleno desarrollo en la región, existiendo grupos de producción orgánica dedicados a tomates, uva para vino, ciruela para desecar y cebolla, encontrándose involucrados 70 (setenta) productores agropecuarios, sobre una total de aproximadamente 6.000 (seis mil). Los productores orgánicos buscan la obtención de certificaciones internacionales, tales como: OIA, Food Safety, LETIS, etc. La provincia tiene proyectos de producción diferenciada, encontrándose dos de ellos a consideración ~~de la congresista~~ legislatura provincial.

La rehabilitación del complejo minero puede ser utilizada como un argumento en contra, a la hora de convencer a los inversionistas. Es una cuestión de imagen que puede incidir en las exportaciones e inclusive en el mercado interno. Sería interesante efectuar un balance del beneficio económico que representa la rehabilitación del CMFSR al Municipio y el potencial riesgo de afectar la actividad de los cultivos orgánicos. Considero que debe preservarse la producción de cultivos orgánicos.

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista presente en la EIA, con las correcciones agregadas de puño y letra

Firma \_\_\_\_\_

Aclaración Guillermo Alfredo Guida

P D M



SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Específica Productores Mineros

1.2.1.3. a) Presidente de la Cámara Específica de Minería. Sr. Juan C. Pérez Gallardo

Considero que la CNEA debería disponer de fondos específicos para realizar la difusión de sus actividades, evitando de esta forma interpretaciones erróneas.

Debe cumplirse estrictamente con la legislación vigente. En todo lugar donde se procesa mineral de uranio, debe realizarse el tratamiento de los desechos.

Nuestro temor es que personas sin fundamento, manifieste que el vino y las ciruelas de San Rafael están contaminados.

Considero que para autorizar la renovación de la actividad del CMFSR, debería realizarse previamente la remediación del pasivo ambiental, tratando los tambores de residuos, etc.

Deben tomarse precauciones para evitar accidentes y aplicarse estrictamente toda la reglamentación regulatoria de la actividad.

Estoy de acuerdo con la reapertura del CMFSR, pero me pregunto cual es el control que pueden ejercer los futuros gobiernos sobre el monitoreo de su actividad.

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista precedente en la EIA, con las correcciones agregadas de puño y letra

Firma -

Aclaración: *Juan Carlos Pérez Gallardo,*  
Presidente Específica de Productores Mineros  
Cámara de Comercio Ira. y Agrop. de San Rafael

*D. M.*



SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 1.2.1.4. Presidente de la Cámara Específica de Bodegueros. Sr. Carlos Rivier

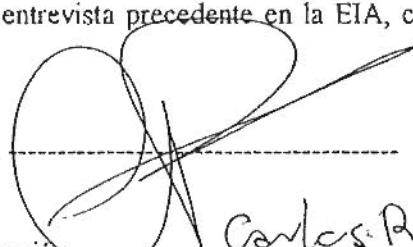
El entrevistado dejó clara constancia que lo expuesto es a título personal y no representa la opinión de los integrantes de la Cámara Específica de Bodegueros, debido a que no han sido consensuadas.

Manifiesta que desconfía de los estudios realizados porque se pueden desvirtuar los resultados. Existen muchas versiones sobre la relación entre las actividades realizadas en el CMFSR y los casos de cáncer, pero no le consta que estos datos sean fidedignos.

Las actividades del CMFSR no aportaron beneficios relevantes al municipio.

Considera que la mejor forma de controlar estos problemas es no reabrir el CMFSR. En su opinión debería dejarse todo como está.

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista precedente en la EIA, con las correcciones agregadas de puño y letra

Firma \_\_\_\_\_  
Aclaración \_\_\_\_\_  
 Carlos Rivier




SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1.2.1.6. Presidente de la Cámara Específica de Servicios de salud Dr. Julio Varela

Destaca la importancia de disponer de información genuina para poder integrar los diversos sectores en lugar de crear antinomias. Muchas personas opinan sin conocimiento y ello es muy perjudicial tanto para el CMFSP como para la comunidad de San Rafael. Para ello es necesario que CNEA realice un esclarecimiento sobre las operaciones que tienen lugar en la mina. Por ejemplo, se deberían dar a conocer los resultados de los análisis hechos por la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Pone énfasis en que es más importante difundir antes de que se presente el problema, que después para tratar de explicar éste último. La distorsión de la información es perjudicial para toda la comunidad. Expresa que no es cierto que haya un mayor porcentaje de cáncer por uranio, sino que existe una mejor detección de los diferentes casos de cáncer y además han cambiado los hábitos de vida.

Las opiniones son a título personal, no reflejan  
el pensamiento de lo específico de salud  
ni la cámara de Comercio Industrial  
y Aprovechamiento de San Rafael

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista precedente en la EIA, con las correcciones agregadas de puño y letra

Firma

*Hector*

*M*  
*D* *J*

1967

SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1.2.2. Autoridades Municipales

1.2.2.1. Vicepresidente primero del Consejo Deliberante Sr. Juan Carlos Bittar

Considera que el porcentaje de casos de cáncer que hay en San Rafael es alarmante y "en mi ignorancia lo atribuiría a la radiación". Expresa que ignora si existe una influencia directa o no, afirmando que es una cuestión tanta y que carece de la información técnica necesaria para adoptar una posición más avertida.

Recalca que al no ser técnico necesita mayor información. Desde el punto de vista del proyecto socioeconómico sería importante que el CMF-SR reiniciara sus actividades.

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista precedente en la EIA, con las correcciones agregadas de punta y letra

Firma \_\_\_\_\_  
JUAN CARLOS BITTAR  
CONCEJAL  
Presidente del Bloque de Concejales  
del Partido Demócrata

Aclaración \_\_\_\_\_

J C B

1968

SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### 1.2.3. Educación

#### 1.2.3.1. Decano de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

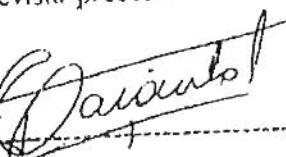
Ing. Fabio Tarantola

(1)

Por programas periodísticos se ha enterado que uno de los problemas que se presentan en el CMFSR es el tratamiento del agua de canteras. Dado que la comunidad de San Rafael se encuentra muy influenciada por las actividades turísticas y de producción agroindustriales, este tema adquiere relevancia. Se debería poner especial atención al tratamiento de los pasivos. La CNEA ha sido durante muchos años una entidad muy cerrada, que ha interactuado poco con la comunidad, por ello la población tiene miedos, desconfianza, dudas. La gente no desea que pase en San Rafael lo que ha pasado en Malargüe.

(1) Por trabajos de monitores de profesionales de  
la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.  
UNCuyo, y

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista precedente en la EIA, con las correcciones agregadas de puño y letra

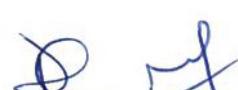
Firma:  21/08/03

Ing. FABIO RAFAEL TARANTOLA

DECANO

Aclaración: -----







SOLICITAMOS TENGA A BIEN REVISAR Y CORREGIR SI LO CONSIDERA OPORTUNO, EL RESUMEN ADJUNTO CORRESPONDIENTE A LA ENTREVISTA EFECTUADA.

UNA VEZ PRESTADO SU ACUERDO, EL RESUMEN DE LA ENTREVISTA SERÁ INCLUIDO EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 1.2.4. Salud

##### 1.2.4.1. Fundación Escuela de Medicina Nuclear Dra. Cecilia Coll

Expresa que no tiene posición tomada con respecto a la rehabilitación del CMFSR, pero que le molesta sobremanera que personas sin conocimiento científico vieran opiniones no fundamentadas utilizando al cáncer para justificar su oposición a la reapertura del CMFSR, cuando no existen pruebas de que haya un mayor porcentaje de cáncer en el Municipio, por la presencia del CMFSR.

Las patologías que se presentan con más frecuencia en el Municipio son cáncer colon-rectal y cáncer de esófago; el primero asociado con la dieta alimentaria. Sería importante que algún organismo oficial, nacional y/o provincial, financiera investigaciones que condujeran a resultados estadísticamente confiables.

Por último, expresa que la mala imagen del uranio puede impactar negativamente en la economía de SR. Por lo que resulta muy importante disponer de una completa e imparcial Evaluación de Impacto Ambiental.

Autorizo a incluir el resumen de la entrevista precedente en la EIA, con las correcciones agregadas de puño y letra

Firma -----

Aclaración -----

Se adjunta entrevista corregida.

DR M

Fundación Escuela de  
Medicina Nuclear

Avenida Maipú 3600 Rosario, ARGENTINA  
TEL: 54-322-34111



#### 1.2.4.1. Fundación Escuela de Medicina Nuclear Dra. Cecilia Coll

Expresa que no tiene posición tomada respecto a la rehabilitación del CMFSR, pero que le molesta sobremanera que personas sin conocimiento científico viertan opiniones no fundamentadas utilizando al cáncer para justificar su oposición a la reapertura del CMFSR, cuando no existen pruebas de que haya un mayor porcentaje de cáncer en el Municipio, por la presencia del CMFSR. Pero también es cierto que las desprolijidades con que se actuó en su momento en la planta por parte de la gente responsable, dejando toneladas de material de residuo radiactivo sin realizarse las gestiones correspondientes, son en parte el principal causal de que todo este tema tenga un impacto tan negativo en la opinión pública.

Las principales patologías que se presentan en el centro de ontología de esa Fundación se asocian sin duda a factores dietarios, alcohol, tabaquismo. Sería importante que algún organismo oficial, nacional y/o provincial financiera investigaciones que condujeran a resultados estadísticamente confiables.

Por último, expresa que la mala imagen del uranio puede impactar negativamente en la economía de SR. Por lo que resulta muy importante disponer de una completa e imparcial Evaluación de Impacto Ambiental.

M. Cecilia Col



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda  
Centro de Apoyo Tecnológico a la Industria  
Departamento de Ingeniería Química*

## **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**REHABILITACIÓN Y REMEDIACIÓN SINCRÓNICA DEL  
COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL  
E INTEGRACIÓN DE LA PLANTA  
DE PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE URANIO**

## **COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA**

### **ANEXO 9 - 3**

**Planillas empleadas para el Relevamiento de la opinión Pública**

---

**AÑO 2004**

*P D S*



**EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL CMIFSR**  
**RELEVAMIENTO DE LA OPINION PUBLICA**



Cód. :	Municipio :	Calle :	Altura :		
Nombre Optativo	Edad	Sexo	Grupo Familiar	Nivel Académico	Ocupación

AS  
A

Item	PREGUNTA	SI	NO	COMENTARIOS ADICIONALES
1	Sabe Ud. que existe un Complejo minero en la región ?			
2	Sabe el mineral que se extrae del mismo ? ( Cuál ? )			
3	Sabe las actividades que se desarrollan ?			
4	Cómo tomó conocimiento ?			
	Conoce para qué se utiliza el producto elaborado en el Complejo minero ?			
	Cree que es conveniente la existencia de éste tipo de actividad para el país ( Por qué ? )			
5	Tiene conocimiento de la posible rehabilitación del Complejo ?			
6	Está de acuerdo con dicha posibilidad ? ( Por qué ? )			
7	Ud. trabajó o trabaja actualmente en el Complejo ?			
8	Conoce alguna persona que haya trabajado en el Complejo ?			
9	Considera que el funcionamiento del Complejo influye sobre			
9.1	la actividad del Municipio ( Cómo / en qué forma ? )			
9.2	las personas del Municipio ( Cómo / en qué forma ? )			
10	Considera que la rehabilitación del Complejo			
10.1	• incidiría sobre la actividad económica del Municipio ( Cómo / en qué forma ? )			
10.2	• crearía nuevas fuentes de trabajo ( Cómo / en qué forma ? )			



No se consideran efectos de impacto en las áreas de gestión transitoria de RS, en el área de canteras con AC y en los diques de efluentes.

El impacto es considerado nulo.

#### **4.4.1.12 Medio Socio Económico y Cultural**

##### 4.4.1.12.1 Economía y Población (MR16 a MR21)

Si bien se obtendrán como subproducto de la remediación cantidades modestas de uranio, la no recuperación del contenido de uranio existente en los RS conduce a una perdida económica, que se considera como un impacto negativo.

El impacto se califica como negativo, de intensidad media, temporal, reversible y de probabilidad alta.

En general la falta de actividad en el campo de la remediación puede verse como un freno a la actividad económica local que afecta al requerimiento de mano de obra y servicios.

El impacto se califica como negativo, de baja intensidad, temporal, reversible y de probabilidad alta.

##### 4.4.1.12.2 Residencia (MR 16)

Se evaluó un impacto negativo sobre este factor considerando las percepciones de los residentes (no necesariamente los de las inmediaciones) acerca de su propia seguridad, en base a la modificación del paisaje, modificación de las condiciones de la economía, percepción acerca de los niveles de contaminación del agua y del suelo, etc.

El impacto se califica como negativo, de baja intensidad, temporal, reversible y de probabilidad alta.

##### 4.4.1.12.3 Socio cultural

Los pasivos ambientales están produciendo un costo para el Estado y una imagen negativa para el sector minero, dado que existen Expectativas insatisfechas por empleo y beneficios y reina una percepción dominante de la minería como actividad contaminante (agua, aire y salud).

##### 4.4.1.12.4 Humanos (MR22, MR23, MR24)

El impacto se califica como negativo, de baja intensidad, temporal, reversible y de probabilidad alta.

##### 4.4.1.12.5 Recursos históricos, arqueológicos, antropológicos y paleontológicos (MR25)

Las actividades del CMFSR no afectaron los sitios con manifestaciones históricas, arqueológicas, antropológicas y paleontológicas.

El impacto se califica como neutro.

##### 4.4.1.12.6 Desarrollo turístico y educativo (MR26)

El solo hecho de la presencia de los pasivos ambientales aunque no representen un peligro, es en sí un impacto negativo para el Desarrollo turístico y educativo.

El impacto se califica como negativo, de baja intensidad, temporal, reversible y de probabilidad alta.

##### 4.4.1.12.7 Infraestructura de servicio (MR27)

Dado que no existen obras de Infraestructura en la zona de influencia del CMFSR, salvo las propias no se considera impacto alguno.

El impacto se califica como neutro.

##### 4.4.1.12.8 Red vial (MR28)

El impacto se califica como neutro.

#### **4.4.2 B.-Etapa Remediación**

##### **4.4.2.1 Planta tratamiento AC y RS – Construcción y Montaje (B1-B7)**

###### 4.4.2.1.1 Agua: (MR1, MR2)

Debido al movimiento de materiales y su depósito temporal se pueden producir modificaciones de las escorrentías superficiales, naturales y artificiales.

Potencial alteración de la calidad de agua superficial por aportes de sedimentos en el arroyo Tigre.

El impacto se evalúa como negativo, de bajo nivel, de probabilidad media, reversible, provisional.

*P  
S  
M*



**Referencia N° 17: ANEXO XIII "PRINCIPALES ACCIONES DE COMUNICACIÓN DEL CMFSR-CNEA"**

---

- VISITAS Y CHARLAS INFORMATIVAS, REUNIONES, CURSOS,  
ENTREVISTAS, OTRAS

Temáticas principales:

Ciclo de Combustible Nuclear

Aplicaciones de la tecnología nuclear.

Panorama Internacional de la Nucleolectricidad.

Complejo Minero Fabril San Rafael: monitoreos y gestión ambiental.

Uranio: su relación con la salud, la medicina y el medio ambiente.

Usos pacíficos de la Energía Nuclear.

Minería del Uranio y Desarrollo Nuclear.

Tecnologías de vanguardia aplicadas a proyectos de minería de uranio y remediación ambiental.

Principales destinatarios:

-Guías de turismo de San Rafael (2002)

-Rotary Club Este San Rafael (2002, 2004)

-Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria de San Rafael (2002 – 2007-2016)

-Concejo Deliberante de la Municipalidad de San Rafael (2002, 2003, 2006,2008)

-Vecinos de los distritos de Cuadro Benegas y Villa 25 de Mayo de San Rafael (2003, 2004)

- Autoridades de la Dirección General de Escuelas Regional Sur (2003, 2006)

-Comisión Directiva de Apyme de Mendoza y de San Rafael (2003)

-Miembros del Poder Judicial de Mendoza con asiento en San Rafael (2004)

-Miembros de la Multisectorial del Sur.

-Autoridades UTN Facultad Regional San Rafael.



- Autoridades Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
- Profesionales del COFEMIN (2004)
- Círculo Médico de San Rafael (2004-2007-2008)
- Unión vecinal Barrio Sardi de San Rafael (2004)
- Militantes UCR de San Rafael" (2006)
- Obispo de San Rafael (2006)
- Directorio Hospital Teodoro J. Schestakow (2008)
- Diario Los Andes- Carlos Simón (2008)
- Fulgida Truzzi: miembro de la Federación Agraria, vocal del INTA e integrante de la Asamblea mendocina por el agua pura (2008)
- Participación en panel de expositores ante miembros del Consejo asesor "Agencia de Extensión Rural San Rafael del INTA". (2008)
- Miembros del Club de Leones de San Rafael. (2008)
- Fulgida Truzzi, Raúl Montenegro de FUNAM y Michel Prieur- Especialista Francés en Derecho Ambiental (2008).
- Integrantes del Consejo Asesor local del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de San Rafael (2009).
- Miembros de la Fundación "The Climat Project" en el marco de las "Primeras Jornadas de Desarrollo Urbano Sustentable" realizadas del 21 al 23 de junio en la ciudad de San Rafael (2009).
- Legisladores de las Comisiones de Economía, Energía, Minería e Industrias y de Ambiente y Recursos Hídricos de la Cámara de Diputados de la Provincia de Mendoza.(2015)

- **VISITAS GUIADAS.** Año 2004

Se realizaban los días domingo con micros contratados por CNEA, destinadas a todos los habitantes de la ciudad y distritos de San Rafael interesados en visitar las instalaciones del Complejo Minero Fabril San Rafael. Un total aproximado de 350 visitantes participaron de la actividad.

*(Handwritten signatures/initials)*



- **CENTRO DE INFORMACIÓN CNEA.** Octubre de 2006- Julio de 2009

CNEA instaló un Centro de Información en la ciudad de San Rafael, para informar y responder a todas las preguntas relacionadas con el proyecto "Gestión de residuos en disposición transitoria", en el marco del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. Funcionó en la Av. Hipólito Irigoyen de la ciudad de San Rafael en el horario de 8 a 20 horas, como un lugar de contacto directo con la comunidad. El objetivo era crear las condiciones propicias entre la CNEA y el público en general, con vistas a la audiencia pública convocada para febrero de 2007. Durante el período en que operó el Centro de Información, fue muy reducido el número de personas que demostraron interés sobre el tema, manifestando en su mayoría consultas relacionados con la radiación, el gas radón, la supuesta contaminación del arroyo de El Tigre y de las aguas del Río Diamante, el consumo de agua en caso de que comiencen las actividades, el contenido de los tambores que se encuentran depositados en el yacimiento, entre otras consultas. Por otro lado, un gran número de personas concurrían a dejar su Currículum Vitae, y en otro porcentaje menor, se acercaron personas vinculadas a movimientos ambientalistas, estudiantes de distintos niveles educativos y turistas.

- **CONSULTORA EN COMUNICACIÓN (MDA).** Año 2006.

Se contrató los servicios de esta consultora para proveer el asesoramiento estratégico y los recursos necesarios para la implementación de un PLAN DE COMUNICACIÓN, con el fin de "contribuir en la difusión de información dirigida a la comunidad sanrafaelina respecto al desarrollo de la minería uranífera llevado a cabo por la CNEA en el CMFSR".

- **GACETILLAS DE PRENSA.**

Se utilizó esta herramienta para informar a la prensa en cuanto a eventos, charlas y obras civiles realizadas en el CMFSR:

-"Comienzo de obras de mantenimiento. Reconstrucción de diques impermeables de efluentes". 6 de noviembre de 2007.

-"Visita de integrantes del Consejo Ambiental Departamental al Complejo Minero Fabril San Rafael". 26 de noviembre de 2007.

-"Comenzó la reunión internacional sobre tecnologías correctivas aplicadas a proyectos de minería de uranio". 11 de diciembre de 2007.

-"Finalizó el simposio internacional". 15 de diciembre de 2007.

*P  
de M*



- "Visita a San Rafael del Ing. Graciano Zanella, especialista en microturbinas de generación eléctrica". Diciembre de 2007

- Graciano Zanella: "La instalación de microturbinas en el marginal izquierdo del diamante es un proyecto viable". Diciembre de 2007

- "Importante avance en trabajos de acondicionamiento de diques de efluentes". 18 de febrero de 2008

- **"VISITA A SAN RAFAEL DEL ING. GRACIANO ZANELLA ESPECIALISTA EN MICROTURBINAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA".** 19 al 21 de diciembre de 2007

Este científico del Centro Atómico Bariloche y del Instituto Balseiro brindó una charla sobre "Microturbinas de generación eléctrica" para explicar los alcances y objetivos de este tipo de emprendimientos y ver la factibilidad para su instalación en los marginales del Diamante. La iniciativa surgió por el Centro de Ingenieros y geólogos de San Rafael.

- **"PRIMERA JORNADA DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, DESTINADA A MÉDICOS DEL SUR MENDOCINO".** Octubre de 2007

El Dr. Juan Carlos Jiménez disertó sobre el uranio, su relación con la salud, la medicina y el medio ambiente ante profesionales médicos de San Rafael.

- **REUNIÓN INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGÍAS CORRECTIVAS APLICADAS A PROYECTOS DE MINERÍA DE URANIO.** 10 al 14 de diciembre de 2007

Se realizó en el Centro de Convenciones del Hotel Tower Inn & Suites de la ciudad de San Rafael para el intercambio de conocimientos en cuanto a técnicas de remediación que están aplicando los principales productores mundiales de uranio. Expusieron expertos del área ambiental de la minería del uranio provenientes de EEUU, Alemania, Brasil, Chile, Perú, Uruguay, Venezuela, además de representantes de la Agencia Internacional de Energía Atómica. Para el cierre de este simposio internacional se acercó la visión de los especialistas a las autoridades, organizaciones intermedias y comunidad en general de San Rafael. Este evento se difundió a través de comunicados de prensa en los principales medios de comunicación de San Rafael y Mendoza como los que se presentan a continuación.

P  
J M



CNEA

## Fin a simposio de uranio

### Debate por el uranio

SAN RAFAEL.- Expertos internacionales aseguraron que el yacimiento de uranio de Sierra Pintada tiene las medidas de seguridad "al nivel de los países más importantes del mundo, incluso mayores". Ésta fue una de las conclusiones realizadas en la Reunión Internacional sobre Gestión Ambiental de la Minería de Urano que concluyó aquí.

La reunión, que se desarrolló en el hotel Tower y contó con asistentes de Brasil, Chile, Perú, Uruguay, Venezuela, Alemania, República Checa y Estados Unidos, tuvo como objetivo "el intercambio de experiencias entre expertos del área ambiental".

Luego de visitar el complejo minero fabril de Sierra Pintada (ubicado en Cuadro Benegas), los especialistas señalaron que "no sólo las medidas de seguridad y control ambientales son las mismas que las utilizadas en los países más importantes del mundo, sino que para este tipo de actividad las implementadas en San Rafael exceden lo estrictamente necesario".

El último día del congreso no estuvo exento de polémica, ya que a la reunión asistieron personas que se oponían a la reapertura de la mina. La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) aclaró que "fue estrictamente un intercambio de experiencias y conocimientos referidos a las últimas técnicas de gestión ambiental de la minería del uranio".

El viernes culminó con éxito la Reunión Internacional sobre Gestión Ambiental de la Minería de Urano, que se desarrolló entre los días 10 y 14 de diciembre en el Centro de Convenciones del hotel Tower Inn & Suites de nuestra ciudad.

El principal objetivo de esta reunión fue el intercambio de experiencias entre expertos del área ambiental provenientes de las principales regiones del mundo, como Brasil, Chile, Perú, Uruguay, Venezuela, Alemania, República Checa y Estados Unidos, entre otros.

En el marco de las visitas protocolares, los expertos internacionales recorrieron las instalaciones del Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR) y coincidieron en que no sólo las medidas de seguridad y control ambientales son las mismas que las utilizadas en los países más importantes del mundo, sino que, para este tipo de actividad, las implementadas en San Rafael exceden –según sus propias palabras– lo estrictamente necesario.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), firme en su compromiso de brindarle a la comunidad toda la información necesaria para responder a sus inquietudes, realizó una sesión abierta al público de más de tres horas, con el fin de acercar la visión de los expertos a las autoridades locales, organizaciones intermedias, entidades educativas, productores orgánicos y asociaciones ambientalistas como Uranio no gracias, entre otros.

DIAZ DE LA MENDOZA, Luis  
DIAZ DE LA SOT, Eduardo - LUNA, Héctor - PAG 16  
DIAZ DE LA SOT, Eduardo - LUNA, Héctor - PAG 17  
DIAZ DE LA SOT, Eduardo - LUNA, Héctor - PAG 18

#### REUNIÓN INTERNACIONAL

### Sierra Pintada: dicen que las medidas son seguras

MARCELA LABREGA

Mariano Benegas, Cuenca

"La comunidad de San Rafael no tiene ninguna razón para temerse al funcionamiento de las actividades mineras. Como la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) observó a las journalistas que cubrieron la reunión, la población de San Rafael puede sentirse absolutamente segura. Numerosos estudios científicos evidencian que

los niveles de exposición de radón no superan a la media mundial", comentó Horst Michael Fernández, representante del Organismo Internacional de Energía Atómica, al concluir la reunión internacional sobre Gestión Ambiental de la Minería de Urano que se desarrolló en el desarrollo rural.

A este encuentro asistieron expertos del Área ambiental provenientes de distintos países

como Brasil, Chile, Perú, Ur

gua, Venezuela, Alemania, República Checa y Estados Unidos para intercambiar experiencias. Además recorrieron el Complejo Minero Fabril San Rafael y coincidieron en que las medidas de seguridad y control ambiental utilizadas en el yacimiento son las más seguras y agresivas que se utilizan en los países más importantes del mundo, y agregaron que para este tipo de actividad las implementadas en Sierra Pintada exceden –según sus propias palabras– lo estrictamente necesario.

Como estaba previsto, durante la jornada de clausura de la reunión se realizó una sesión abierta al público donde los expertos internacionales respondieron a las preguntas e inquietudes de los asistentes, que incluyeron a autoridades locales, organizaciones intermedias, ONG ambientalistas, entidades educativas y productores de la región.

Durante el debate que se extendió por más de tres horas se planteó como principal preocu-

pación de la gente la liberación de gas radón como consecuencia de la explotación minera. Al respecto, uno de los asistentes a esta reunión internacional, el doctor Peter Smith, explicó que "este gas es una vida útil de 30 años de operaciones, pasa a lo largo y medio más que el aire y que no puede llegar a más de 800 metros del lugar de su emanación. Por esta razón es imposible que tenga efectos sobre las poblaciones cercanas".

#### • PROGRAMA DE VISITAS EDUCATIVAS Y DE DIVULGACIÓN

Para la gestión de las visitas educativas CNEA aplica un Procedimiento de calidad cuyo fin es ordenar y sistematizar todo los aspectos relacionados con las instituciones interesadas en visitar y en recibir información en el CMFSR.

*(Firma)*



El programa de Visitas educativas permite un vínculo e interacción directa con este público que busca, a través de los docentes que acompañan los grupos, incentivar el debate crítico sobre las actividades del CMFSR.

Desde el año 1997 hasta fines de 2016, han visitado el CMFSR más de 6000 estudiantes y profesores del nivel secundario, terciario y universitario principalmente de San Rafael. El perfil de los contingentes educativos visitantes es de predominio técnico y en segundo orden, podemos agrupar a instituciones que tienen una formación más general y que fomentan en el alumnado el debate responsable.

Las charlas ofrecidas se centran principalmente en las actividades de monitoreo y gestión ambiental en el CMFSR, el Ciclo de Combustible Nuclear y las aplicaciones de la tecnología nuclear. En general se evidencia, una muy buena recepción e interés sobre los temas expuestos. Las inquietudes que más interés despiertan, se resumen a continuación como dato representativo : los residuos generados y su ubicación, las demoras en el inicio de su tratamiento, las actividades actuales en el Complejo, los efectos del uranio y el radón en la salud de las personas y en el ambiente, la calidad del agua del arroyo El Tigre y el río Diamante, el contenido de los tambores que se encuentran depositados en el yacimiento, entre otras.

- **MEGAMUESTRA TECNOLÓGICA “LA BRÚJULA”.** Espacio Julio Le Park Mendoza (edición 2013- 2015).

CNEA participó en este importante evento con un stand institucional interactivo en el que presentó todos los proyectos e instituciones asociadas que el Organismo tiene en la provincia. Se ofrecía a los visitantes un recorrido por los diversos usos y aplicaciones de la energía nuclear en los campos de la medicina, la electricidad, el ambiente, el agro y las actividades propias de la exploración y producción de materias primas. Otra de las atracciones del stand fue el cine móvil 3D, donde se proyectaba un video del CAREM 25, la primera central nuclear 100% argentina, y el simulador de Perfilaje Gamma, que mostraba parte de la actividad realizada en el campo por los profesionales de la geología.

- **SEMANA DE LA CIENCIA.** Complejo Minero Fabril San Rafael, 9 al 20 de junio de 2014.  
En el marco de La XII edición de la Semana de la Ciencia y la Tecnología, impulsada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación, el CMFSR adhirió a esta iniciativa a la que concurrieron 160 alumnos y profesores de instituciones educativas del nivel secundario, terciario y universitario de San Rafael. Se brindaron una serie de charlas específicas acerca



de las actividades que se realizan y tecnologías que se emplean en el Complejo Minero Fabril San Rafael.

- **12º CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ZOOARQUEOLOGÍA- ICAZ.** San Rafael-Mendoza, 22 al 27 de Septiembre de 2014

En el marco de este evento internacional, CNEA participó con un stand informativo sobre sus actividades y las del Laboratorio del Complejo Minero Fabril San Rafael.

- **VISITAS CIENTÍFICAS A PISADAS FÓSILES** Complejo Minero Fabril San Rafael, 25 de septiembre y 1º de octubre de 2014.

Durante los meses de septiembre y octubre San Rafael y Mendoza fueron sede de dos importantísimos eventos internacionales: la 12º CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ZOOARQUEOLOGÍA- ICAZ 2014 (San Rafael) y el IV CONGRESO INTERNACIONAL DE PALEONTOLOGÍA (Ciudad de Mendoza), en los que participaron principalmente investigadores provenientes de distintas latitudes. En un predio circundante al CMFSR se encuentra un área de gran valor paleontológico, con pisadas fósiles que pertenecieron a reptiles mamíferoides, del cual pudieron disfrutar unas 90 personas que formaron parte de estas delegaciones extranjeras.

- **CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA “CLICAP 2015”.** Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI). San Rafael, Abril 2015.

Participación de CNEA con un stand de divulgación.

- **CONVENCIÓN MALARGÜE MINNING.** Centro de Convenciones y Exposiciones Thesaurus Malargüe, 21 al 23 de mayo de 2015.

Participación como expositores y en el programa de conferencias en este evento que reunió a todos los referentes del sector minero local, nacional e internacional.

- **XIV CONGRESO ARGENTINO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL** Centro de Congreso y Exposiciones San Rafael, Agosto de 2016.

Participación de CNEA con un stand de divulgación.

- **ESPACIO DE DIÁLOGO MINERO** (Junio- septiembre de 2016)

CNEA participó como expositora en este encuentro promovido por el Gobierno de Mendoza para fomentar un intercambio que lleve a la provincia a crear una política de Estado minera para un desarrollo sustentable.



#### **ANEXO XIII "PRINCIPALES NOTICIAS EN RELACIÓN A LA TEMÁTICA"**

-Ya discuten las técnicas que usarán para reabrir la mina de uranio en San Rafael. (11 de diciembre de 2007). Los Andes. Están reunidos en Mendoza expertos de la Agencia Internacional de Energía Atómica y de la Comisión Nacional. Es inminente la reapertura de Sierra Pintada, a pesar de la oposición de gran parte de los pobladores del Sur. Dicen que la explotación es segura y necesaria

-Debatén sobre la explotación de uranio en San Rafael. (11 de diciembre de 2007). *El Sol*. La intención de la CNEA y el gobierno nacional es reabrir el complejo minero de Sierra Pintada, en San Rafael, cerrado desde hace casi una década, pero existe una gran oposición de la comunidad ante el temor de la contaminación ambiental y la no remediación de los pasivos allí depositados.

-Primera etapa: Realizan reparaciones de diques de efluentes en el complejo uranífero de Sierra Pintada. (20 de febrero de 2008). *Diario San Rafael*. Se lleva adelante la primera etapa de acondicionamiento de los diques de efluentes en el complejo minero uranífero Sierra Pintada. El trabajo fue adjudicado a "Conevial Constructora e Inversora SA", que estableció una base en la zona de Capitán Montoya.

-Martín, J. (22 de diciembre de 2008). Avanzan obras en Sierra Pintada. *UNO*. Mientras la ley N°7.722, que prohíbe la minería contaminante, sigue siendo un obstáculo para cualquier emprendimiento de este tipo, en Sierra Pintada, por las dudas, avanzan en la preparación de las medidas de seguridad de los terrenos de la mina de uranio en vista de una futura aunque incierta explotación.

-En Sierra Pintada: La CNEA aún no comienza el tratamiento de colas de mineral. (7 de agosto de 2009). *Diario San Rafael*. Pese a las promesas formuladas hace más de un año por parte de las autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica de emprender la remediación de pasivos ambientales existentes en el complejo minero fabril Sierra Pintada, la tarea está lejos de ser iniciada.

-Larregle, D. (17 de diciembre de 2010). La Corte frenó la reapertura de Sierra Pintada. Los Andes. El máximo tribunal de la Nación rechazó un recurso de queja interpuesto por la Comisión Nacional de Energía Atómica. Obliga a remediar pasivos ambientales.

-Martín, J. (18 de diciembre de 2010). Por ahora, no sacarán uranio de Sierra Pintada. *UNO*. Para que la Justicia autorice esos trabajos, la CNEA debe efectuar antes la remediación de los pasivos ambientales.

-Ricardo Schkop "Sierra Pintada no reabrirá hasta que no se remedien las colas de mineral". (7 de agosto de 2011). *Diario San Rafael*.

-SIERRA PINTADA: La mina de uranio de CNEA sigue paralizada. (4 de marzo de 2012). *Diario San Rafael*.



El Yacimiento Minero Fabril Sierra Pintada de la CNEA debe remediar la situación de miles de tambores enterrados en el predio, además de las piletas donde se acumula ácido sulfúrico. Mientras tanto, no puede mover una piedra de lugar por decisión de la Justicia Federal.

-**El Gobierno mira con buenos ojos la reactivación de Sierra Pintada.** (16 de marzo de 2012). MDZ. Walter Vázquez, a cargo de la cartera de Energía y Minería de Mendoza, en su visita de ayer al yacimiento de uranio en San Rafael, destacó: "Queremos dejar el mensaje a los profesionales de la CNEA de trabajar mancomunadamente con todo el compromiso por el desarrollo sustentable de la industria en la provincia".

-**Además del recurso de amparo: Una ley provincial le impide a la CNEA procesar uranio.** (19 de marzo de 2012). Diario San Rafael. Aunque remedie todos los pasivos que dejó la actividad interrumpida en 1995, la CNEA no puede retomar la actividad extractiva en Sierra Pintada porque la ley provincial 7722 prohíbe expresamente el uso de ácido sulfúrico necesario para el proceso del uranio.

-**Pasivos ambientales: Incomprensible demora de la CNEA para remediar pasivos.** (20 de marzo de 2012). Diario San Rafael. A pesar de que obtuvo financiamiento del Banco Mundial para remediar en Malargüe, en Sierra Pintada sigue demorando la solución.

-**Reapertura de Sierra Pintada: radicales exigen remediación de pasivos.** (9 de mayo de 2012). MDZ online. Finalizó la reunión en Mendoza de autoridades de la UCR concejales y legisladores del cuarto distrito para tratar la posible reapertura de Sierra Pintada, en el encuentro reafirmaron conceptos ya vertidos: para reabrir la planta minera primero deben ser resueltos los pasivos que dejó la anterior explotación.

-Arce, M. (10 de mayo de 2012). **Pérez busca cómo reactivar Sierra Pintada sin conflictos.** UNO. Es la mina de uranio cerrada desde 1997 e incluida en la futura empresa de energía. Se estudia un cambio en el Código de Minería y métodos de extracción que no violen la norma 7.722.

-Soler, C. (15 de mayo de 2012). **Pérez dijo que lo de Sierra Pintada fue una operación.** Los Andes. El Gobernador aseguró que se reactivó intencionalmente la discusión 48 horas antes de la Fiesta de la Ganadería para perjudicarlo.

-**Contundente oposición a la reactivación de una parte de la mina de uranio.** (28 de abril de 2014). Diario San Rafael. Exigen la remediación de los pasivos contaminantes. Desde diversos organismos ambientales se manifiestan en contra hasta tanto no estén remediados los pasivos contaminantes.



-Simón, C. (21 de mayo de 2012). **Cómo será la remediación de pasivos en Sierra Pintada. Los Andes.** Se construyen los diques de evaporización, pero el tratamiento definitivo de los desechos no se puede realizar porque la ley 7.722 prohíbe el uso de ácido sulfúrico. En las últimas semanas recrudeció el rumor sobre una inminente reapertura del yacimiento uranífero de Sierra Pintada en San Rafael. Si bien no se ha confirmado tampoco se ha desmentido fehacientemente y desde todos los sectores (pro mineros y ambientalistas) se coincide en que es necesaria la remediación o restitución ambiental de la explotación que se desarrolló allí entre 1975 y 1995.

-Rostand, M. (20 de mayo de 2012). **En Debate: Una Sierra que no está Pintada.** *UNO*. Ha reverdecido una discusión que en su momento generó una controversia que aún no está resuelta: la reapertura de la mina sanrafaelina de uranio

-**La Multisectorial denunció descontrol en Sierra Pintada.** (30 de mayo de 2012). *Diario San Rafael*. La Multisectorial del Sur confirmó el antípodo de Diario San Rafael del pasado 18 de abril dando cuenta de graves deficiencias en la labor de remediación de Sierra Pintada. Según la entidad, los trabajos no tienen controles, no avanzan y tampoco existe un plan para concretarlos.

-**Estudio de impacto ambiental de Sierra Pintada.** (17 de septiembre de 2012). *Los Andes*. En dos meses podría presentar la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) el estudio de impacto ambiental para la remediación de las colas de uranio del Complejo Minero Fabril Sierra Pintada, ubicado en el departamento de San Rafael, y el año que viene comenzarían las actividades de remediación.

-Munilla, N. (27 de diciembre de 2013). **Aseguran que sierra Pintada no podrá reactivarse en el corto plazo.** Gonzalo Dávila, director de Protección Ambiental de la provincia, sostuvo a MDZ que a la mina de uranio sanrafaelina le falta mucho para volver a funcionar, como pretende la CNEA.

-Villatoro, G. (25 de Julio de 2016). **Impulsan la remediación de los pasivos ambientales de Sierra Pintada.** *UNO*. El gobierno provincial tomó la iniciativa para que finalmente se haga la remediación. El tema está judicializado.

-**Ambientalistas, preocupados por Sierra Pintada.** (20 de Mayo de 2017). *MDZ*. Las Asambleas Mendocinas por el Agua Pura emitieron un comunicado en el que se repudia la "política minera nacional y provincial", y advierten que se podría reactivar la extracción de uranio en San Rafael.



## TERMINOS DE REFERENCIA

### Percepción social de la remediación de pasivos ambientales en el CMFSR Estudio de Investigación Cuantitativa

#### Antecedentes

El Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), ubicado a 38 km. al oeste de la ciudad de San Rafael, Provincia de Mendoza, abasteció durante 22 años con el uranio necesario para las centrales nucleares y a los reactores de investigación, donde se producen y estudian los radioisótopos. Durante todo el proceso de extracción y procesamiento industrial del uranio se aplicaron tecnologías, acciones y controles para la protección ambiental, en cumplimiento con la normativa nacional y provincial. Los residuos generados en el CMFSR fueron tratados y ubicados en sitios seguros hasta que se les realice su gestión final.

#### Manifestación General de Impacto Ambiental (MGIA)

En el marco de la Ley 5.961 "Ley de Ambiente de la Provincia de Mendoza" la CNEA elaboró un proyecto para gestionar definitivamente los pasivos ambientales en disposición transitoria. El Proyecto abarca como prioridad N°1 el tratamiento de agua de cantera (AC) y de residuos sólidos (RS). El documento debe ser evaluado y aprobado por la Autoridad Ambiental de la Provincia de Mendoza, quien definirá los procedimientos que se deberán aplicar, y que abarcan mecanismos de información y consulta a organismos que tienen injerencia en el proyecto para que emitan sus respectivos informes sectoriales. Una vez aceptado y aprobado técnicamente el proyecto, es presentado a la población mediante la realización de una Audiencia Pública, para luego culminar con la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

#### 1. Objetivos de la consultoría

La presente convocatoria se realiza con el propósito general de desarrollar instrumentos de consulta a la ciudadanía que permitan identificar, describir y analizar el nivel de conocimiento y demandas que ésta tiene respecto al proceso de remediación de pasivos ambientales en el Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR). En consecuencia, se decidió desarrollar mecanismos de participación que proporcionen información clave respecto a la temática y su implementación. Dicha información constituye un insumo clave para mejorar la comunicación del organismo para con su comunidad.



## 2. Instrumentos elegidos para la consulta

La convocatoria considera la realización de un estudio cuantitativo basado en la implementación de una encuesta domiciliaria semiestructurada a partir de un diseño muestral probabilístico.

## 3. Perfil del oferente

Se requiere contratar una empresa de estudios de opinión y mercado con probada experiencia para la realización de encuestas cuantitativas, análisis, e interpretación de resultados. La empresa debe contar con 2 años o más de antigüedad y demostrar experiencia en estudios de opinión pública sobre cuestiones sociales y ambientales para el sector público y privado, con alcance nacional.

## 4. Evaluación

Se realizarán dos evaluaciones:

- ✓ Evaluación económica y legal.
- ✓ Evaluación técnica.

## 5. Información que deberá detallarse en la propuesta técnica

La propuesta deberá incluir una explicitación del tipo y alcance (potencialidades y limitaciones) de la información que se pueda obtener en la encuesta y un plan de trabajo con cronograma para la realización del estudio.

En este marco, se solicita que en la propuesta se incluyan los siguientes aspectos:

### 5.1. Tiempos

Cronograma de actividades, en el cual se deberá especificar el tiempo de ejecución destinado a las entrevistas domiciliarias.

### 5.2. Enfoque de la propuesta

Enfoque general de la propuesta teniendo en cuenta los términos de referencia planteados.

### 5.3. Plan de trabajo

Características y tipo de tareas que se desarrollarán durante la investigación.

### 5.4. Equipo de trabajo

Composición y C.V del equipo de trabajo que participará en el estudio.

5.5 Mejoras propuestas a los Términos de referencia (y diferencia económica discriminada si la hubiere) tanto en cuanto a la población alcanzada por el estudio como a otro tipo de esquema metodológico.

### 6. Características técnicas del Estudio Cuantitativo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R. R. S." or a similar combination of letters.



### 6.1. Objetivos Generales

Identificar, describir y analizar el conocimiento, las demandas y las expectativas de la ciudadanía en relación a la remediación de pasivos ambientales en disposición transitoria, en el marco del proyecto "Manifestación General de Impacto Ambiental "Complejo Minero Fabril San Rafael- Etapa de Remediación- Fase I"

### 6.2. Objetivos específicos

- ✓ Indagar el grado de conocimiento de la población respecto a los residuos generados por las actividades de extracción y producción de uranio.
- ✓ Identificar las expectativas de los habitantes sobre la necesidad de remediación de los pasivos ambientales existentes en el CMFSR.
- ✓ Identificar el grado de conocimiento y valoración de la población respecto a los controles ambientales que realiza el CMFSR.
- ✓ Indagar en el conocimiento y valoración de los ciudadanos respecto a las aplicaciones de la tecnología nuclear y las actividades desarrolladas por la CNEA.
- ✓ Evaluar el grado de conocimiento y aceptación acerca de las actividades productivas que se desarrollaron en el Complejo Minero Fabril San Rafael.
- ✓ Identificar las principales demandas de la población respecto a la actividad nuclear, minera y ambiental.
- ✓ Estimar el nivel de confianza de la CNEA y del CMFSR en particular.

### 6.3. Cobertura temática:

A continuación se detallan las dimensiones básicas que deberán ser contempladas durante la investigación. Las mismas constituyen el núcleo central sobre el cual deberá diseñarse el cuestionario:

#### 6.3.1 Calidad de Vida:

Evaluación subjetiva sobre calidad de vida y condiciones económicas.

#### 6.3.2 Conocimiento de la población respecto al territorio que habita:

Percepción de riesgo ligado al espacio.

Principales problemas de desarrollo local considerados, estilo de desarrollo esperado, aceptable y rechazado.



#### 6.3.3 Conocimiento sobre la tecnología nuclear y los residuos generados por las actividades de extracción y producción de uranio:

Nivel de conocimiento y valoración respecto a su importancia en el desarrollo de la ciencia y tecnología.

Nivel de conocimiento y aceptación de las aplicaciones de la energía nuclear para la vida cotidiana.

Políticas de seguridad y preservación del medio ambiente relacionadas con la tecnología nuclear.

Beneficios y conflictos percibidos por la ciudadanía respecto a la actividad nuclear.

#### 6.3.4 Percepción sobre el impacto del proyecto de remediación de los pasivos ambientales:

En la calidad de vida de los habitantes de la región y de su familia (valorización del territorio, seguridad, etc.).

En el futuro económico de la región.

En la preservación del medio ambiente y cuidado ambiental.

#### 6.3.5 Información sobre la presencia del proyecto en la zona:

Nivel de aceptación inicial del proyecto.

Expectativas sobre los beneficios que proporcionará el proyecto.

Problemas asociados a la ejecución de las obras (antes, durante y después).

Interés en conocer más información acerca del proyecto.

#### 6.3.6 Confianza de la Institución.

Nivel de conocimiento de la CNEA.

Nivel de conocimiento del CMFSR.

Tipo de actividades que realiza.

Valoración respecto a las actividades que desarrolla.

#### 6.4 Perfil general del entrevistado.

Edad

Sexo

Nivel educativo

Perfil socioeconómico del entrevistado

Condición de titularidad



## Relación / vínculo con el titular

### 6.5 Tipo de estudio.

Estudio cuantitativo con diseño muestral probabilístico y abordaje domiciliario.

### 6.6 Universo.

Población mayor de 18 años, residente en las localidades de San Rafael, 25 de Mayo y Cuadro Benegas.

### 6.7 Cantidad de casos.

Se realizarán 500 casos, distribuidas según diseño muestral.

### 6.8 Diseño Muestral.

Se deberá especificar un diseño muestral probabilístico y estratificado. Se espera contar con datos representativos a nivel regional.

### 6.9 Tipo de cuestionario.

Cuestionario semiestructurado, preguntas abiertas y cerradas, con una duración estimada de 40 minutos.

### 6.10 Tareas a desarrollar.

Se describen a continuación las tareas que deberá desarrollar la entidad contratada:

- Participación en reuniones de avance a lo largo de la investigación, toda vez que se requiera su presencia.
- Optimización del cuestionario, conjuntamente con la CNEA.
- Depuración final del Marco Muestral.
- Elaboración de Diseño Muestral según las especificaciones indicadas
- Selección de las Unidades Muestrales de acuerdo a los criterios mencionados.
- Desarrollo del trabajo de campo:
  - Diseño e implementación del cuestionario.
  - Capacitación de los encuestadores a cargo de la consultora asignada con la presencia del coordinador técnico designado por la CNEA.
  - Presentación del cronograma del trabajo de campo: fecha de inicio y cierre.



- Realización de las encuestas.
- Supervisión del 25% del material.
- Edición, codificación y carga de los cuestionarios.
- Procesamiento de la información, que incluirá todos los cruces necesarios para optimizar los resultados.
- Elaboración de cuadros y gráficos de resultados.
- Elaboración y entrega de un informe final, en soporte magnético y papel a la CNEA.
- Presentación de los resultados en el organismo (oral y presencial)

## 7. Productos esperados

Se describen a continuación los resultados y productos a entregar por la entidad contratada:

*Presentación de Plan de Trabajo.*

*Realización de las investigaciones*

*Presentación de un Informe final en papel y en soporte magnético del estudio,* conteniendo los siguientes elementos:

- Base de datos en formato Excel y SPSS for Windows, con inclusión de los factores de ponderación. Se deberá entregar también el nombre dado a cada variable en la base de datos.
- Ficha técnica del estudio (cantidad de casos, distribución de los mismos, tipo de metodología, diseño muestral, objetivos generales y específicos, tipo de procesamiento, etc.).
- Cuadros y gráficos de resultado. Los cuadros deberán ser presentados en formato Word, tanto en papel como en soporte magnético. Los cuadros de resultado deberán contemplar no solo los resultados totales, sino también los cruces que sean considerados pertinentes por la Institución que realizará la investigación y el Coordinador Técnico designado por el Contratante.
- Análisis de los datos obtenidos de acuerdo a los objetivos generales y específicos planteados para la investigación. Dicho análisis no debe ser simplemente descriptivo

*P D M*



sino que debe buscar correspondencias y tendencias estadísticamente significativas que permitan arribar a un nivel de comprensión más exhaustivo del universo estudiado.

- Informe final de resultados y un informe ejecutivo conteniendo los resultados más significativos.
- El **informe final** será presentado con tapa y contratapa diseñada y provista por la CNEA.
- Se deberá entregar 3 copias del informe final.

*Presentación de resultados.*

- La presentación deberá ser en papel y soporte magnético.
- Se deberá contemplar una exposición oral de los resultados.

8. Cronograma de entrega de informes

En el siguiente cuadro se propone el cronograma con las respectivas **fechas de entrega**:

INFORMES	FECHA DE ENTREGA (en días)
Plan de trabajo	A los 10 días de recibida la solicitud de provisión.
Implementación	A los 20 días de recibida la solicitud de provisión
Informe final	A los 40 días de recibida la solicitud de provisión
Presentación de resultados	A los 60 días de recibida la solicitud de provisión

9. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA POR EL OFERENTE:

- Los instrumentos y herramientas comprendidos en la metodología propuesta serán confirmados previa y oportunamente en acuerdo con el Coordinador designado por el Contratante (principalmente cuestionario y plan de cuadros).
- La CNEA proveerá toda la información necesaria acerca del organismo y de la (MGIA) que pueda facilitar el desarrollo de las herramientas de relevamiento, el desarrollo y el análisis de las conclusiones del Estudio.
- El precio cotizado deberá incluir IVA.
- La empresa adjudicataria asumirá todas las responsabilidades y obligaciones inherentes y derivadas de la relación laboral con su personal, con todas sus consecuencias y serán por su exclusiva cuenta todos los actos que ocasionen la



ejecución del servicio, incluyendo jornales, aguinaldo, aportes, indemnizaciones pertinentes por accidente de trabajo, muerte, incapacidad total o parcial, despido ya sea justificado o no, vacaciones, preaviso, salarios caídos o cualquier otra que corresponda o que se encuentre establecida actualmente o que se fije en el futuro, sin exclusión alguna y responderá directamente por los actos u omisiones de su personal, de cualquier índole que sea y que causaren perjuicio a la CNEA y a terceros cualquiera sea su naturaleza.

El personal será de responsabilidad exclusiva del ADJUDICATARIO, quedando sobreentendido que el mismo no tiene ningún tipo o forma de relación de dependencia con la Comisión Nacional de Energía Atómica.

P D M



Comisión Nacional de Energía Atómica  
Gerencia de Producción de Materias Primas  
Complejo Minero Fabril San Rafael

## **ANEXO XIV**

### **Respuesta al Dictamen**

-Interacciones ecológicas en el CMFSR.



	ICES – GERENCIA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PROYECTOS ESPECIALES. GPMP, CMFSR.	Nº: 03/17
	Sector Mendoza	Página 1 de 14
	Informe	

### Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR

#### Objetivo

Describir las interacciones ecológicas claves en el CMFSR y sus áreas aledañas.

#### Sector involucrado

ICES Mendoza

CMFSR- Ambiente

GPMP

Preparó	Revisó	Recibió
Adalgisa Scotti	Marisa Arondo Roberto Grüner Romina Lara M. Vanesa García	PZJ Sergio Diéguez
Fecha: 18 de octubre de 2.017		Fecha: 29/11/17

28/11/17



Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR

Desarrollo

INDICE

1. Definiciones aplicadas a CMFSR	pág. 1
1.1. Interacciones ecológicas	pág. 1
1.2. Competencia	pág. 1
1.3. Factores abióticos	pág. 1
1.4. Depredación	pág. 1
1.5. Biocenosis	pág. 2
1.6. Simbiosis	pág. 2
1.7. UAST	pág. 2
1.8. Estrategia	pág. 3
1.9. Triángulo de Grime – Estrategias CSR	pág. 3
1.10. Estrategias r/K	pág. 3
1.11. Presupuesto energético	pág. 4
2. Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR	pág. 4
2.1. Factores ecológicos de control en CMFSR	pág. 5
2.2. Recurso limitante en CMFSR	pág. 6
2.3. Biocenosis	pág. 7
2.4. Características ecológicas en las zonas de mayor perturbación	pág. 11
3. Bibliografía	pág. 11

1-DEFINICIONES:

1-1. INTERACCIONES ECOLÓGICAS: interacciones entre organismos y su ambiente, se incluyen propiedades físicas y químicas que pueden ser descriptas como la suma de factores abióticos locales como el clima y la geología y los demás organismos que comparten ese hábitat (factores bióticos). De manera general las interacciones ecológicas estarán dadas en función del gasto energético, que pueda existir entre ellos y que condicionará la distribución y abundancia de un grupo poblacional.

1-2. COMPETENCIA: Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicas que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido. La condición de compartir un ambiente engendra una competencia entre las especies dada principalmente por el alimento y el espacio. Es la interacción existente entre dos organismos donde ambos se verán afectados dado el alto gasto energético al cual se ven sometidos los organismos competidores. Si los recursos son ilimitados, los organismos no competirán entre sí. Las relaciones de competencia están dadas por el alimento, la pareja sexual y el hábitat.

1-3. FACTORES ABIÓTICOS: Agua, temperatura, luz, pH, suelo, humedad, oxígeno y nutrientes. Los factores abióticos son los principales frenos del crecimiento de las poblaciones.

1-4. DEPREDACION: Es la interacción ecológica existente entre dos organismos donde uno se ve favorecido a expensas de otro que por lo general se ve gravemente perjudicado. El depredador debe estar en menor número.

1-5. BIOCENOSIS: Conjunto de organismos, vegetales o animales, que viven y se reproducen en determinadas condiciones de un medio o biotopo.

1-6. SIMBIOSIS: PARASITISMO MUTUALISMO COMENSALISMO PROTOCOOPERACION: son interacciones ecológicas entre dos organismos de distintas especies. En el mutualismo y en la proto cooperación ambos se ven

**Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR**

favorecidos, en el parasitismo solo uno se ve favorecido, en el comensalismo uno se ve favorecido mientras que el otro no se favorece ni se perjudica. En muchos casos la simbiosis se considera sinónimo de mutualismo.

1-7.UAST: La teoría de la estrategia adaptativa universal (UAST, por sus siglas en inglés) es una teoría evolutiva desarrollada por J. Philip Grimeen colaboración con Simon Pierce que describe los límites generales a la ecología y la evolución basados en la compensación que enfrentan los organismos cuando los recursos que obtienen del medio ambiente se distribuyen entre ya sea el crecimiento, el mantenimiento o la regeneración, conocido como el intercambio tridimensional universal.

1-8.ESTRATEGIA: El término "estrategias de un ser vivo" tiene muchas definiciones e incluye varios mecanismos diferentes para responder a su entorno. Las estrategias tienen un tema general: los seres vivos deben hacer concesiones entre dónde y cómo asignar recursos. Ya sea que se trate de una asignación para el crecimiento, la reproducción o el mantenimiento.

1-9.TRIÁNGULO DE GRIME: Las estrategias de vida de las plantas ruderales fueron descritas por el ecólogo John Philip Grimeen 1974 como parte de su teoría CSR. En ella teoriza que las plantas responden a diferentes factores ambientales de manera que pueden ser clasificadas en tres tipos: Competidoras(C),Resistentes al estrés (S, stress-resistant en inglés) o Ruderales(R).

Las plantas ruderales (R), según esta clasificación, tienen pequeño tamaño, escasa ramificación, ciclos de vida cortos, crecimiento rápido y fuerte potencial reproductivo. Es por ello que su distribución geográfica suele ser amplia. Se trata de plantas anuales o bi-anuales. El carácter rудерал o rудераль de una especie puede ser cuantificado, y se define como "la capacidad de prosperar en lugares donde existen perturbaciones debido a la destrucción parcial o total de la biomasa vegetal", suelen aparecer en hábitats muy alterados por la acción del ser humano, como bordes de caminos, campos de cultivo abandonados, escombreras del CMFSR o zonas urbanas. Parte de estas plantas también pueden clasificarse como parte de la vegetación arvense (las "malas hierbas") con estrategia C. Las plantas ruderales (R) y las arvenses se caracterizan por un marcado carácter nitrófilo.

Los estrategas S viven en ambientes estresados como lugares altamente perturbados o capas superiores de bosques y tienen un almacenamiento de energía a largo plazo, por ejemplo zonas perturbadas del CMFSR.

Las estrategias C son de especies competitivas. Los estrategas C, como por ejemplo, la vegetación de un prado que no ha sido pastado, viven en ambientes competitivos pero productivos y no alterados, alcanzan el máximo crecimiento vegetativo. Las estrategas C y estrategas S ocupan ambientes más estables y viven más tiempo, lo cual a menudo reduce drásticamente la oportunidad de crecer de las plantas jóvenes. Pero ambos estrategas han desarrollado unas estrategias de ciclo vital bastante diferentes.

Entre estos extremos se dan tipos intermedios. Los ruderales competitivos C-R viven en ambientes con poco estrés y moderadamente alterados como prados fertilizados o sometidos a pastoreo.

Los ruderales tolerantes del estrés (S-R) y las plantas CSR ocupan hábitats donde hay poca competencia debido al efecto combinado del estrés y las perturbaciones (ej. campos abandonados, CMFSR). Fig. 1.

Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR

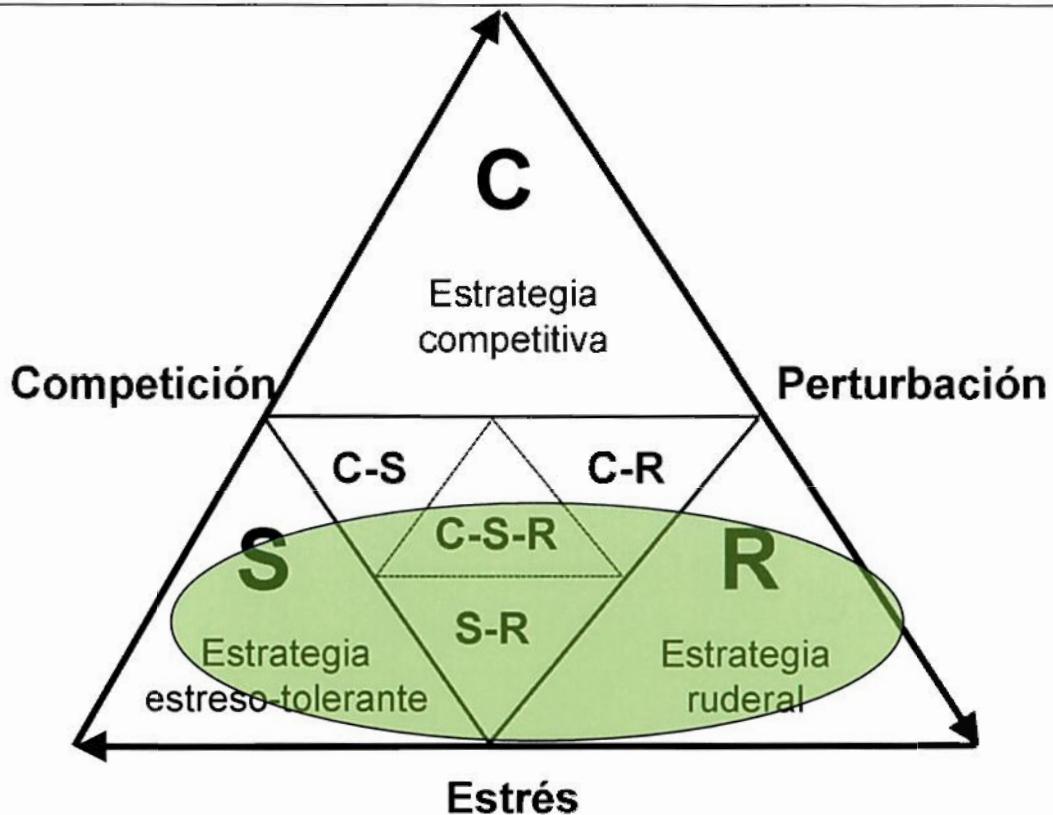


Fig. 1. Triángulo de Grime. En verde se denota el tipo de estrategia predominante de la vegetación del CMFSR

#### 1-10. ESTRATEGIAS r / K

Estrategia K, adoptada por animales y plantas grandes y longevos que tienen reducido número de descendientes. Los encontramos en medios que permanecen estables largo tiempo, ej. selva, bosques, regiones esteparias, monte, CMFSR.

Estrategia r: adoptada por animales y plantas que tienen gran número de descendientes, su mortalidad no depende de la densidad, su población es variable con el tiempo, no está en equilibrio, muy por debajo de su saturación. Su tamaño es reducido y su vida corta.

Selección r/K establece un patrón cantidad/calidad

r : sin efectos de competencia o densidad

K: con efectos de competencia y densidad

Muchas especies están caracterizadas entre ambos extremos.

El modelo asume que la función de la especie r se desarrolla en ambientes libres de competencia sin efectos de densidad y la función de la especie K se desarrolla bajo la máxima saturación competitiva y de densidad. La mayoría de las especies se clasifican como intermedias entre ambos extremos.

*P de M*



**Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR**

Clima	Estrategia de la r Variable y/o impredecible.	Estrategia de la K Casi constante y/o predecible
Mortalidad	A menudo catastrófica, independiente de la densidad	Dependiente de la densidad
Tamaño de la población	Variable con el tiempo, sin equilibrio; generalmente muy por debajo de la capacidad de soporte del medio; comunidades sin saturar, recolonización cada año.	Casi constante a lo largo del tiempo, en equilibrio; en o cerca de la capacidad de soporte del medio; comunidades saturadas; colonización no necesaria
Competencia intraespecífica	Variable, a menudo débil  1. Desarrollo rápido  2. $r_m$ elevadas.  3. Reproducción temprana  4. Pequeño tamaño corporal  5. Reproducción única	Normalmente fuerte.  1. Desarrollo lento  2. Mayor habilidad competitiva.  3. Reproducción retardada  4. Gran tamaño corporal  5. Reproducciones repetidas.
Longitud de la vida	Corta, normalmente de menos de un año.	Larga, normalmente de más de un año.

Tabla 1. Principales características de los estrategistas r y K en CMFSR

### 1-11. PRESUPUESTO ENERGÉTICO

En áreas de gran disrupción ecológica o esterilización (como después de una gran erupción volcánica, como en Krakatoa o el Monte Saint Helens), los estrategas r y K desempeñan papeles distintos en la sucesión ecológica que regenera el ecosistema. Debido a sus mayores tasas reproductivas y al oportunismo ecológico, los colonizadores primarios son típicamente r estrategas y son seguidos por una sucesión de flora y fauna cada vez más competitiva. La capacidad de un entorno para aumentar el contenido energético, a través de la captura fotosintética de la energía solar, aumenta con el aumento de la biodiversidad compleja a medida que proliferan las especies r para alcanzar un pico posible con estrategias K.

Con el tiempo se aborda un nuevo equilibrio (a veces se denomina comunidad clímax), y los estrategas r son reemplazados gradualmente por estrategas K que son más competitivos y se adaptan mejor a las nuevas características microambientales del paisaje. Tradicionalmente, la biodiversidad se consideró maximizada en esta etapa, con introducciones de nuevas especies que resultaron en la sustitución y extinción local de especies endémicas. Sin embargo, la hipótesis de perturbación intermedia postula que los niveles intermedios de perturbación en un paisaje crean parches en diferentes niveles de sucesión, promoviendo la coexistencia de colonizadores y competidores a escala regional.

### 2-DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES ECOLÓGICAS CLAVES EN EL CMFSR

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*. 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 rebrotos 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

*D. M.*

**Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR**

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, ovejas y vacas en ganadería extensiva. (Fig. 2). Estas actividades han degradado seriamente a la flora y por ende el hábitat de la fauna autóctona.

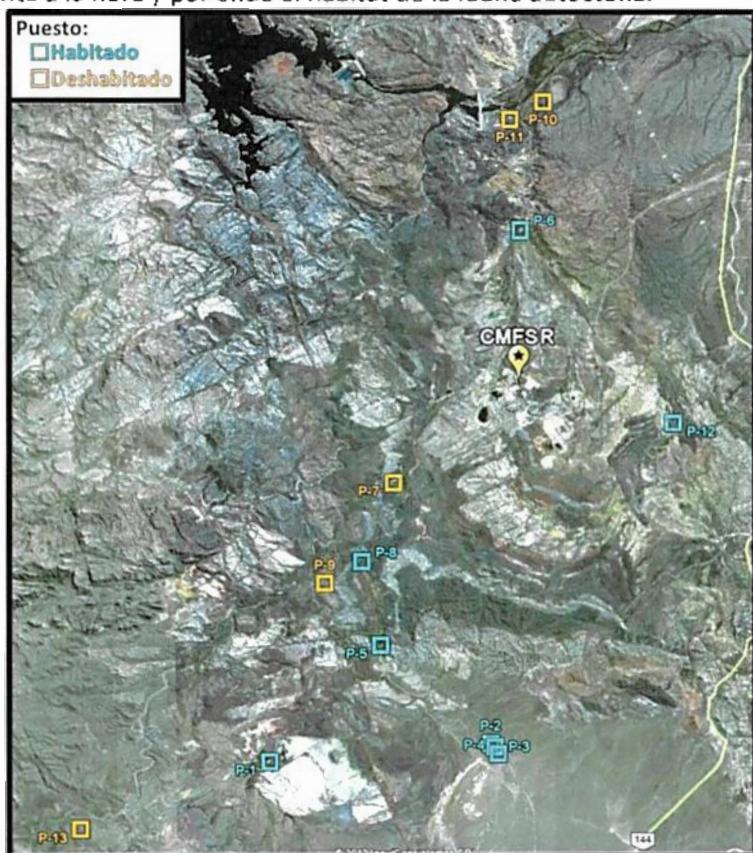


Fig. 2. Puestos cercanos al proyecto. Año 2012

Ref. Puesto Situación

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. 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.

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, denominados aridisoles. En particular, en la zona analizada, el Mapa de Suelos de la República Argentina los clasifica como torrifluentes típicos. 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 humus con el tiempo.

**2-1. FACTORES ECOLÓGICOS DE CONTROL EN CMFSR**

**Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR**

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. Los arbustos no sobrepasan los 1,5 m de altura; 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 como los chañares, monte negro, atamisque y altepes. Los prosopis y cercidium existentes en la zona son casi siempre arbustivos. Las asociaciones como chañaral se distribuyen en el fondo de quebradas o en lugares de cursos de agua no permanente, su crecimiento en estas asociaciones obedece a la necesidad de la humedad retenida en esos lugares y a la vez a su crecimiento gemífero en las *Larreas*. La dominancia del jarillal es compartida de trecho en trecho de acuerdo a la naturaleza del terreno, variando su densidad y compartiendo el ambiente con *Cercidium australes*, *Motea suncaña*, *Prosapis alpataca*, *Atamisque sp* y *Lisium sp*. Los jarillares son de *Larrea varicata* que en algunas zonas es acompañada por *Larrea cuneifolia*, están casi siempre dentro de un relieve hasta los 900 1000 m de altura. En la medida que transitamos hasta 3000 m la presencia de *Larrea nítida* se hace más frecuente. Específicamente en el área ocupada por CMFSR, es muy abundante el aguaribay (*Schinus molle*). En las zonas de gran impacto químico es frecuente encontrar la *Cortaderia selloana* perteneciente a la familia Poaceae, también se encuentra al *Senecio sp* perteneciente a la familia Asteraceae. En la zona del CMFSR, la cobertura vegetal se encuentra entre el 40% y el 60%.

**2-2. RECURSO LIMITANTE NATURAL EN LA ZONA DEL CMFSR**

Los ambientes áridos y semiáridos están caracterizados por ser el agua el principal recurso limitante. Ante la escasez de este recurso tan fundamental sumado a otras limitaciones edáficas derivadas, la vegetación ha desarrollado una amplia variedad de mecanismos de adaptación para lograr prosperar en este tipo de ambientes. Las precipitaciones además de escasas presentan una importante variabilidad espacial y temporal midiéndose en el corto plazo en eventos o pulsos de lluvias con sus respectivos períodos secos entre lluvias y determinando en el largo plazo períodos húmedos y de sequías. Esta variabilidad permite que cada una de las especies adaptadas tenga sus momentos de mayor y menor aprovechamiento de los recursos pudiendo comportarse mejor y peor en su competencia con otras especies respectivamente. Esta diferenciación en la adaptación y el aprovechamiento de las distintas oportunidades que otorga la variabilidad en los pulsos de recursos (en este caso lluvias) permiten el mantenimiento de una rica diversidad florística en ambientes tan difíciles a través del tiempo. Las especies herbáceas de zonas áridas aprovechan más rápido el humedecimiento de los primeros centímetros del suelo que las especies arbustivas debido a su sistema radicular más superficial que depende en gran medida de los pulsos cortos de lluvias. Las arbustivas por el contrario utilizan el agua acumulada a mayor profundidad producto de las lluvias prolongadas y algunas especies utilizan el agua freática independizándose de las lluvias. Una de las consecuencias frecuentemente registrada durante períodos húmedos es la aparición de especies exóticas tanto gramíneas como de hoja ancha generalmente anuales a partir del banco de semillas presente en el suelo cuya germinación no resultaba viable bajo condiciones de aridez, esto produce un cambio en la composición florística de la región. El momento del año en el que se producen las lluvias es tan fundamental para la competencia entre estos tipos de vegetales como el volumen y duración de las lluvias. También, esto se ve reflejado en la microbiología del suelo y por ende también se refleja a nivel nutricional. Lluvias de primavera favorecen a las especies herbáceas anuales mientras que las lluvias de invierno favorecen a las arbustivas.

**2-4. BIOCENOSIS**

**Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR**

Las especies presentes en el área están bien representadas en otras regiones y en reservas específicas. No existen especies biológicas únicas y focalizadas que puedan sufrir una disminución pronunciada y su extinción. Los valles con líneas de drenajes, vertientes con asociaciones biocenóticas particulares o Bad Land, superficies o planos o pequeñas cubetas de sedimentación, albergan asociaciones de gramíneas de altura (pastizales), los que se comportan como verdaderos microsistemas que caracterizan la existencia de biocenosis faunísticas especiales tanto de roedores como de herpetozoos. El efecto de la nieve sobre la vegetación, la existencia de suelos congelados o nevados durante gran parte del invierno acondicionan la vida animal a una compleja existencia o supervivencia. Esto da lugar con las variaciones climáticas y con la acción de la nieve a que la mayoría de los animales como *Lama guanicoe*, *Ducysion culpaeus*, *Felis concolor puma* y numerosas aves estén obligados a desplazarse a niveles de menor altura, e incluso incursionan los valles aguas debajo de los ríos como el Atuel o Diamante hasta alcanzar el piedemonte. En el caso de las aves perduran hasta alcanzar los meses de abril o mayo que es cuando comienza a ocultarse la serranía por la nieve y la alimentación se hace difícil. Luego después de septiembre u octubre retornan o vuelven a aparecer. Durante ese período numerosas especies de reptiles y mamíferos invernan abasteciendo su metabolismo de acopio o reserva de la primavera u otoño anterior.

Las especies que pueden señalarse en este sentido son:

Reptilia: *Iguanidae*, *Liolaemus buergeri Werner*, *Liolaemus granhorti Gray*, *Centrura flagellifer*, *Liolaemus elongates*, *Liolaemus datwini*, *Liolaemus bibroni*, *Liolaemus ruibali*, *Homonota darwini*, *Leiosaurus paronae*, *Liolaemus fitzgeraldt*, *Cupriguanus scapulatus*

Colubridos: *Leimadophis sagittifer*, *Tornodon ocellatus*, *Lystraphis semicinctus*

Ofidios: *Bothrops neuwiedi meridionalis*

Amphibia: *Bufo spinulosus*, *Telmatobius montanus*,

Aves: *Pterocnemia pennata tarapascensis* (Ñandú), *Anas cristata alticola* (Pato de la sierra), *Merganetta armata armata* (Pato de río), *Lophonetta specularioides* (Pato cretón), *Vultur grypus* (Cóndor), *Poliborus megalopterus* (Carancho andino), *Poliborus albogularis*, *Buteo Poysom* (Águila pecho blanco), *Attgis gayi* (Perdizita de la sierra), *Geranaeaetus melanoleucus* (Águila de la sierra), *Metropelia melanoptera elanoptera* (Palomita de la sierra), *Falco sparverius* (Cermicalo), *Sapho spargamata* (Picaflor), *Amoropsithaca aymara* (Catita de la sierra),

Picis: *Pigidium barely*, *Hauchera sp*

Rodentia: *Phyllotis darwini* (Ratón andino), *Akodon andinus andinus* (Ratón de la cordillera), *Abrocoma cinerea vocaruin* (Ratón Chinchilla), *Otomys mimax*, *Aconaemys fuscus*,

Chiroptera: *Histiotus montanus*, *Myotis chilensis*

La vegetación característica del monte xerófilo, en territorios áridos o semiáridos, tiene el aporte estival mediante cursos no permanentes. Las especies botánicas características son:

*Acantholipia seriphiooides*, *Cercidium australe*, *Candalia micraphylla*, *Fabiana viscosa*, *Geoffroea decorticans*, *Larrea cuneifolia*, *Larrea divaricata*, *Prosopis alpataco*, *Ximenia americana*, *Zuccagnia punctata*.

En las zonas con vegetación baja, achaparrada, xerófila, hemifructiceta y rupidesértica, localizada en Iланura, relieves mesetiformes y con conos volcánicos la fauna típica está representada por el Piche, Zorro, Huroncito, Chifle, Mara, Vizcacha, Ñandú, Perdiz, Avetarda, Águila gris, entre otras.

Las principales especies recolectables que se encuentran en la zona comprenden Algarobo (frutio), Alpataco (frutio), Chañar (fruto), Carrizo (rizomas), Cortadeira (pedúnculo basal), *Hippeastrum sp* (bulbo), *Habrantus sp* (bulbo), *Ximenia americana* (frutos y semillas) (Alboricoque); *Opuntia sp* (frutos), *Condalia microphylla* (frutos) (Piquillín), *Salanum* (papa silvestre), *Heliotropium mendocina* (tubérculos).

En la zona de estudio se presentan las siguientes interacciones ecológicas:

Aves, Orden Rheiformes, Familia Rheidae. Los ñandúes se mueven en grupos familiares, su alimentación es omnívora, forman parte de su dieta los granos, semillas, insectos, batracios, reptiles, pichones de pájaros y pequeños mamíferos. Presentan estrategia de supervivencia K.

Grado y Categoría de Protección: restricción del tráfico y comercio en toda la provincia. CITES I, CITES II, ley Monumento Natural Provincial Nº 6.599.



	<b>ICES – GERENCIA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PROYECTOS ESPECIALES. GPMP, CMFSR.</b>	Nº: 03/17
<b>Sector Mendoza</b>		Página 9 de 13
<b>Informe</b>		

### Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR

Orden Tinamiformes, Familia Tinamidae. Las martinetas y perdices se alimentan de semillas, granos, vermes e insectos. Sus enemigos naturales son el zorro, los gatos, los hurones y las aves de presa. Presentan estrategia de supervivencia con predominio K.

Orden Podicipediformes, Familia Podicipedidae. Son aves acuáticas. Construyen nidos en las orillas de ríos y lagos, son semejantes a islas flotantes de plantas acuáticas. Se alimentan de peces, crustáceos, insectos acuáticos, larvas y vegetales acuáticos. Presentan estrategia de supervivencia con predominio K.

Orden Cathartidae, Familia Cathartidae. Son aves carroñeras, jotes y cóndores.

Orden Accipitriformes, Familia Accipitridae. Son aves rapaces, águilas, aguiluchos, gavilán.

Orden Falconiforme, Familia Falconidae. Son halcones, caranchos.

El Águila coronada es una especie que debe ser protegida. Éstas últimas órdenes presentan estrategias con predominio K

Orden Gruiformes, Familia Cuculidae. Son aves adaptadas para correr y trepar. Algunas especies suelen poner sus huevos en los nidos de otros pájaros. Se alimentan de insectos, gusanos, batracios y caracoles. Presentan estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Psittacidae. Son aves de pico grueso y fuerte (loros, catitas). Se alimentan de frutas, semillas, granos, e insectos. Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Tytonidae. Son rapaces nocturnas (lechuzas, buhos), se alimentan de pequeños roedores, murciélagos, reptiles, aves e insectos. La lechucita de las vizcacheras está asociada a las vizcachas con las que comparten el mismo hábitat. Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Trochilidae, aves muy pequeñas de brillantes colores. Se alimenta de jugos florales e insectos (picaflor). Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Dendrocolaptidae. Pájaros adaptados para trepar al igual que los carpinteros. Se alimentan de insectos (trepador o chinchorro).Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Furnariidae. Familia numerosa de pájaros de color uniforme, se alimentan de insectos vermes, caracoles, y algunas veces vegetales, (hornero, coludito, junquero, remolinera).Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Tyrannidae. Es una familia muy numerosa, caracterizada por presentar pico fuerte y ganchudo con cerdas largas en su base. El picabuey frecuente en la Sierra está asociado al ganado ovino y caballar. Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Turdidae, compuesta por zorzales, se alimentan de gusanos, insectos, frutos y semillas. Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Motacillidae. Son aves terrícolas, (cachirla) construyen sus nidos en el suelo entre pastizales. Se alimentan de insectos y semillas. Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Thraupidae. Son aves de bonitos colores (Naranjero) Construyen nidos en forma de copa en árboles y arbustos. Son de hábitos arbustivos. Se alimentan de frutos y semillas. Estrategia de supervivencia con predominio K.

Familia Icteridae. Caracterizada por su pico coniforme y muy puntiagudo. Algunas especies construyen sus nidos en forma colgante y otras son parásitas de las aves regionales. Su alimentación es omnívora. Comen moluscos, insectos, semillas y frutos (Tordos). Éstas últimas con predominio K.

### MAMMALIA

Orden Didelphimorphia, Familia Didelphidae,

*Thylamys pusillus* (Ratón). Marsupial de pequeño tamaño, la cola tiene la capacidad de almacenar grasas en grandes cantidades, se cree que estas reservas son utilizadas en épocas desfavorables manteniendo al individuo con vida. Las hembras presentan un marsupio en el vientre donde se alojan las crías al nacer. El número oscila entre 10 y 15 crías. Estrategia de supervivencia con predominio r. Habitán en cuevas y en las grietas de los árboles, presentan un marcado hábito arborícola. Se alimentan de pequeñas aves, insectos y huevos. Son de hábitos nocturnos y crepusculares. Los machos son de carácter agresivo y en las observaciones realizadas se ha podido comprobar el alto grado de territorialidad, al punto de matar al macho intruso y practicar canibalismo. Es presa de Strigiformes (Tytonidae) se lo detecta en los egagróilos o regurgitaciones.



	ICES – GERENCIA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PROYECTOS ESPECIALES. GPMP, CMFSR.	Nº: 03/ 17
	Sector Mendoza	Página 10 de 13
	Informe	

### Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR

*Didelphis albiventris* (Comadreja) Se oculta entre los pajonales y en los árboles viejos cultivados cerca de puestos y agrupaciones humanas. Las hembras presentan en su abdomen una bolsa o marsupio donde maduran las crías prendidas a las mamilas hasta su total desarrollo. El número de crías oscila entre 7 u 8 llegando a adultos de 2 a 4 crías. De hábitos nocturnos, viven en agujeros de los árboles, entre la maleza y los pajonales. Se alimentan de roedores, aves, ranas lagartijas, insectos, huevos y también aves de corral, a las que degüellan con la finalidad de beber su sangre, sin consumir la carne. Estrategia de supervivencia con predominio r.

Orden Cingulata. Familia Dasypodidae

*Chaetophractus vellerosus pannosus* (Piche, Peludito, Quirquincho). Especie diezmada por ser frecuentemente cazada por puesteros, provincialmente protegida. El régimen alimenticio de estas especies es herbívoro e insectívoro, aunque suelen ser atraídos por la carroña. Las especies de Dasypodidae tienen una o dos crías por alumbramiento. Estrategia de supervivencia con predominio K.

Orden Chiroptera. Familia Desmodontidae

*Desmodus rotundus* (Vampiro o Mordedor de Azara). Su aparato digestivo está adaptado al régimen hematófago. Se alimenta de la sangre de animales salvajes así como también de animales de corral y del hombre. Elije las zonas de las crestas y barbas en las aves; las ancas, espalda, o cuello en los mamíferos y las yemas de los dedos del pie en los humanos. La sangre chupada es la de los vasos capilares. Son ejemplares totalmente gregarios, donde los individuos sobrealmimentados, regurgitan parte de la sangre y alimentan así a las crías y a los ejemplares que no pudieron encontrar alimento. Debido a la forma de alimentación pueden ser transmisores de la rabia.

*Myotis levis* (Murciélagos común). Se lo observa desde fines de primavera y durante el verano, presentan rasgos gregarios. Su régimen alimentario es netamente insectívoro, predominio de supervivencia r.

Orden Carnívora. Familia Felidae

*Lynxailurus pajeros* (gato de pajonal). Se oculta en los pajonales de Cortaderis selloana de todos los arroyos. Es una especie preciada por su piel y muy cazada. Se alimentan de pequeños mamíferos (cuises, ratas de campo), aves (perdices). Las hembras dan a luz uno o dos cachorros, raras veces llegan a tres. Estrategia de supervivencia con predominio K.

*Oncefelis geaffroyi* (gato montés), es una especie de hábitos nocturnos, la alimentación consiste en pequeños roedores y aves de todas clases. Dan a luz de 3 a 4 crías por parición. Es una especie protegida debido a que es muy perseguida por los cazadores por su piel. Grado de protección: restricción al tráfico y comercio en toda la provincia. Estrategia de supervivencia K.

*Puma concolor* (Puma americano). Los pumas crían en cualquier época del año pero preferentemente en otoño e invierno. Dan a luz de uno a tres cachorros. Estrategia de supervivencia K. Son cazadores de ovicápridos y equinos durante las pariciones, el principal recurso de esta especie. Son comúnmente perseguidos y diezmados por los pastores por los estragos que suelen hacer al ganado, especialmente cuando los cazadores hacen abuso de la caza de las vizcachas, que es el principal recurso alimenticio de esta especie. Grado y Categoría de Protección: vedado y prohibido su tráfico y comercio en toda la provincia. Familia Canidae

*Lycalopex culpaeus* (Zorro colorado). Su alimentación consiste en microroedores, de tamaño mediano, algunas aves y huevos. Dan a luz de 3 a 5 crías por parición. Estrategia de supervivencia K. Causas de Protección: poblaciones muy bajas y muy buscadas por la piel. Grado y Categoría de Protección: restricción al tráfico y comercio en toda la Provincia. Orden Rodentia

Familia Muridae

*Abronthrix longipilis* (ratón de campo). Abundantes. Estrategia de supervivencia r.

Familia Caviidae

*Microcavia australis australis* (Cuis, Conejo del cerco). Muy abundante. Forma comunidades en los lugares donde el suelo es blando y árido, cerca de fuentes de agua. Son de hábitos cavícolas y construyen cuevas debajo de los arbustos. Es una especie muy fecunda. Estrategia de supervivencia r. Es presa de los depredadores, cumpliendo con el resto de los roedores un importante papel en el mantenimiento de las cadenas tróficas de los reptiles y de determinados Canidae, Felidae y Strigidae.

Familia Chinchillidae

**Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR**

*Logidium viscacia* (Chinchilla de la Sierra). Son exclusivamente rupestres. Abundan en las bardas rocosas escarpadas entre las fisuras y las grietas donde tienen sus madrigueras. Dan a luz una o dos crías, su desarrollo es lento. Estrategistas K.

*Lagostomus maximus* (Vizcacha). Habita en terrenos limo arenosos y loésicos. Elige lugares abiertos para la construcción de las madrigueras. Las cuevas tienen varias entradas de las cuales las entradas centrales son las más grandes, suelen servir para varios ejemplares. La misma vizcachera es utilizada en el tiempo por varias generaciones. Su alimentación herbívora produce grandes devastaciones en la flora del sitio donde habitan. Predominio leve de estrategia de supervivencia K

**Familia Octodontidae**

*Ctenomys mendocinus mendocinus* (Tucu-tuco, Tunduque). Construyen comunidades que modifican campos restringidos de varias hectáreas, alterando el suelo y la vegetación. Son de hábitos cavícolas y sus actividades se desarrollan durante las horas crepusculares y nocturnas. La alimentación consiste en pastos, tubérculos e insectos pequeños como hormigas, larvas y coleópteros. Se reproducen dos veces al año, con numerosas crías por partición. Estrategistas r.

**Orden Artiodactyla****Familia Camelidae**

*Lama guanicoe* (Guanaco). Son ejemplares de hábitos diurnos, que viven en grupos formados por un macho adulto y cuatro a diez hembras. En la época de reproducción se reúnen varios grupos formando grandes manadas. Las hembras dan a luz una cría por año. Estrategistas K. Causa de Protección: en grave retroceso histórico por cacería desmedida aunque en recuperación actualmente. Grado y Categoría de Protección: Restricción al tráfico y comercio en toda la Provincia. CITES II. Ley Monumento Natural Provincial Nº 6599.

**MAMIFEROS INTRODUCIDOS PERJUDICIALES**

Orden Lagomorpha. Familia Leporidae. *Lepus europaeus* (Liebre europea, Liebre de Castilla). Compiten por el hábitat y el alimento con la Liebre patagónica, desplazándola de su hábitat natural. Leve predominio de estrategia r de supervivencia.

Orden Rodentia. Familia Muridae. *Mus domesticus* (Laucha); *Rattus rattus* (Rata negra, Pericote); *Rattus norvegicus* (Ratón, Pericote). Todos son estrategistas r y son considerados plaga.

**ANIMALES MAMIFEROS DOMESTICOS CRIADOS POR LOS PUESTEROS DE SIERRA PINTADA**

Existe ganado bovino, ovino, equino, caprino, porcino; también perros y gatos.

**ANFIBIOS**

Los anfibios presentes en el área son de las familias Bufonidae (Sapo común) y Leptodactylidae (Escuercito). Su alimentación es insectívora. Se ha notado una disminución en la región, que debe ser registrada y debidamente documentada. Predominio de supervivencia r.

**REPTILES**

Orden Testudines. Familia Testudinidae, *Chelonoidis chilensis* (Tortuga terrestre) viven al abrigo de ejemplares como algarrobo, chañar y jarillas. Construyen sus nidos en terreno arenoso donde colocan de 1 a 4 huevos. Desde marzo hasta agosto tienen un período de aletargamiento donde permanecen semienterradas. Estrategistas con predominio K.

**Orden Lacertilia.**

Familia Polychridae. *Leiosaurus bell* (Matuasto). Son de costumbres crepusculares, su alimentación es insectívora especialmente tenebridos. *Leiosaurius paranae* (Matuasto). De comportamiento agresivo. *Pristidactylus fasciatus* (Matuasto verde), son ovíparos, su alimentación es insectívora, habitan en zonas rocosas.

Familia Thropiduridae. *Liolemus darwini* (Lagartija). Ovíparos, su alimentación es insectívora y mirmecófaga. *Liolemus austromendocinus* (Lagartija). Vivíparos. Su alimentación está formada por insectos y otros artrópodos. *Liolemus gracilis* (Lagartija) Ovíparos e insectívorus.

**Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR**

Familia Teiidae. *Teius acutus* (Lagarto verde) *Tupinambis rufescens* (Iguana). Es una especie xerófila. De carácter tímido y nada agresivo. Son poco resistentes al frío por lo que durante la época invernal se refugian en cuevas. Es una especie amenazada y en peligro de extinción debido a la caza abusiva para obtener su piel. Grado y Categoría de Protección: Restricción al tráfico y comercio en toda la Provincia.

Suborden Serpentes

Familia Colubridae. *Liophis sagittifer sagittifer* (Culebra). No es agresiva, se alimenta de insectos y parte de su dieta está compuesta por batracios. *Lystrophis semicinctus* (Falsa Coral) Se alimenta de pequeños anfibios, reptiles y algunos insectos. *Clelia rustica* (Mussurana). *Oxyrhopus rambifer bachmanni* (Culebra) Presenta alimentación principalmente saurófaga, además complementa su dieta con pequeños roedores y aves, son ovíparas. *Pseudotomodon trigonatus* (Falsa yarará) Son muy agresivas, se alimentan de lagartijas. *Phylodryas patagoniensis* (Culebra arborícola) Se alimenta de saurios, anfibios, pichones de aves y ratones. En algunos casos suelen ser ofiófagas y caníbales.

Familia Viperidae. *Bothrops ammodytoides* (Víbora de la Cruz Yarará), habita en suelo arenoso y en roquedales de montaña. Es de temperamento agresivo. Su ponzoña provoca accidentes graves o fatales. Son vivíparas. Se alimentan de otros ofidios, de lagartos, pequeños roedores y aves. *Bothrops neuwiedi diporus* (Yarará ñata) es la que provoca más accidentes por su agresividad y el poder de sus toxinas. Es de hábitos crepusculares y nocturnos. Se alimentan de roedores. Es ovovípara o vivípara. Predominio de estrategia de supervivencia r

Los cortaderales constituyen importantes nichos ecológicos para la fauna de aves y mamíferos de la región. La flora de cactáceas muestra su esplendor en las zonas no impactadas como los bordes de las pircas históricas de Sierra Pintada. Se destacan *Tricocereus candicans*, *Denmoza eritropcephala* y *Opuntia sulfureo*

La diversidad morfológica estructural del relieve mendocino, el régimen del clima árido y semiárido y la presencia de numerosas cuencas imbríferas permiten establecer vastos sectores y zonas ecológicas.

La zona del CMFSR pertenece mayoritariamente a la región fitogeográfica de la formación arbustiva conformada por a) Vegetación Huayquerías b) Formación del Jarillal c) Vegetación Lacustre/palustre d) Vegetación halófitas e) Vegetación Psamófila f) estepas arbustivas.

También encontramos en la zona de Sierra Pintada pequeños bosques de chañar, otros elementos menores están constituidos por saucedales y por Tamarindos. Se destacan asociaciones integradas por Zigofilaceas Leguminosas, Compuestas y Gramíneas.

En llanuras predomina la jarilla lisa o hembra (*Larrea divaricata*) a la que se le agrega la jarilla (*Gochnertia glutinosa*) y la jarilla macho (*Zuccagnia punctata*) sobre los 800 m de altitud diversas asociadas a gramíneas, verbenáceas y cactáceas.

En pendientes y cimas con máximo escurrimiento: *Chuquiraga erinacea* (Chirriadera) *Cercidium australis* (Chañar brea) asociada en muchos casos con la Gramínea *Ditaxis malpighioides*.

Los cauces con rellenos sedimentarios del cuaternario con jarilla crespa o brújula (*Larrea cuneifolia*) jarilla lisa (*Larrea divaricata*) retamo (*Bulnesia retamo*) y chañar (*Geoffroea decorticans*).

En la Formación del jarillal hay estepas de zonas de llanura que abarcan principalmente una faja entre el pedemonte adyacente a la cordillera y precordillera, parcialmente interceptada por la Sierra.

La diferencia crucial entre las estrategias competitivas, tolerantes al estrés y ruderales tiene relación con la forma y la magnitud de la respuesta fenotípica al estrés. La respuesta al estrés de las ruderales es maximizar la producción de semillas, mientras que la de los competidores es maximizar la captura de recursos, y la de los tolerantes al estrés es la conservación de los recursos incorporados.

**2-5. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS EN LAS ZONAS DE MAYOR PERTURBACIÓN**

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.

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. El ecotono constituye una franja de superposición que posee caracteres intermedios derivados de los distritos que convergen en dicha



	ICES – GERENCIA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PROYECTOS ESPECIALES. GPMP, CMFSR.	Nº: 03/17
	Sector Mendoza	Página 13 de 13
	Informe	

### Título: Descripción de las interacciones ecológicas claves en el CMFSR

franja. Las zonas de mayor perturbación contemplan algunas de las características desarrolladas en el punto 2.1 las cuales se detallan a continuación:

- 1- El área de estudio se caracteriza por tener un clima semidesértico con déficit hídrico permanente.
- 2- Excesiva tala de las especies arbóreas (utilización de leña para satisfacer las necesidades energéticas), sobrepastoreo (chivos y ovejas) y/o la quema periódica de las especies herbáceas para el aprovechamiento de los rebrotos
- 3- La superficie del terreno presenta procesos erosivos producidos tanto por los procesos antrópicos detallados anteriormente como por fenómenos naturales que comprenden: a) el rápido escurrimiento o infiltración de agua debido a la altura de la región (900 y 1.200 msnm), b) las lluvias torrenciales estivales, c) las cuestas, quebradas y conos volcánicos existentes, d) intensos vientos y e) déficit hídrico permanente
- 4- La vegetación corresponde a un matorral abierto, con baja densidad de arbustos, con escasos pastos perennes y con vegetación anual o efímera. Como se señaló anteriormente la cobertura vegetal se encuentra entre 40 % y 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. Tipo de estrategia de supervivencia se enmarca en estrategia S, R, SR, CSR. También existen algunos árboles de no más de 3,50 m de alto, con estrategia CS. Específicamente en áreas impactadas es muy abundante el aguaribay (*Schinus molle*).

### BIBLIOGRAFÍA

- 1- Evaluación de Impacto Ambiental- Rehabilitación y Remediación sincrónica del Complejo Minero fabril San Rafael e integración de la Planta de Producción de Dióxido de Urano-Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Avellaneda - Anexo 3 –Lagiglia H. (2004)
- 2- Odum,E.P.(1965) Ecología. Compañía editorial Continental, 5.A. México. Segunda edición.
- 3- Cabrera ÁL (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. En Kugler WF (Ed.) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2<sup>a</sup> edición. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85.
- 4- Grime, J. P. (2001). Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties. Wiley & Sons. Chichester.
- 5- MacArthur, R.;Wilson, E.O.(1967). The Theory of Island Biogeography (2001 reprint edition). Princeton University Press. ISBN0-691-08836-5.
- 6- Getz, W.M. (1993). Metaphysiological and evolutionary dynamics of populations exploiting constant and interactive resources – r-K selection revisited. Evolutionary Ecology 7(3): 287-305.

### Conclusión

La descripción de las interacciones ecológicas claves fue enunciada y justificada mediante el presente informe para ser aplicada a la Manifestación General de Impacto Ambiental del CMFSR.

### Observaciones

Se tuvieron en cuenta las zonas fitogeográficas marcadas en Cabrera (1976), el inventario descripto en el EIA de la UTN (2004), los postulados ecológicos enunciados en Ecología(Odum, 1965),la teoría de competencias y estrategias de Grime J.P (2001) y algunos aspectos de r/k selección de MacArthur & Wilson (1967) y Getz, W.M. (1993).

P  
de M



**Comisión Nacional de Energía Atómica**  
Gerencia de Producción de Materias Primas  
Complejo Minero Fabril San Rafael

## **ANEXO XV**

### **Respuesta al Dictamen**

#### **Mapas de aspectos ambientales**

- Geoforma.
- Suelo y Flora.
- Agua.
- Aire.
- Paisaje
- Fauna.
- Actividades económicas.



Comisión Nacional de Energía Atómica  
Gerencia de Producción de Materias Primas  
Complejo Minero Fabril San Rafael

## **ANEXO XVI**

### **Respuesta al Dictamen**

- -Matriz de impacto ambiental.
- -Matriz de impacto ambiental mitigada.

**ANEXO XVI**  
Respuesta al Dictamen Técnico

FASE DE REALIZACIÓN												FASE DE FUNCIONAMIENTO												
Tratamiento de RS												Tratamiento de AC												
Actividades transversales												Utilización de vehículos y maquinarias												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
Geoforma	1		-34		-33		-22	-34		-29														
Suelo	2		-30					-28		29	-20		-20		-20	-20	-20	28	24					-24
Medio Interne	Agua superficial	3										30				37		28						
	Agua subterránea	4	27		42		-26				30				44		28							
	Aire	5	-25	-29	-39	-23						-52				-22	-24							-19
Medio Perceptual	Paisaje	6			46		-28											35						28
	Flora	7					-28									-19	-19	-19						28
Medio Biótico	Fauna	8																27						21
Medio Socioeconómico-Territorial	Actividades económicas	9	25	25	18	18	25	25	18	22	18	25	34	34	34	34	34	34	21	21				
	Percepción social	10	19	19					22	22			35	22	22	22	22	22	35	22	19	19		
	Salud laboral	11	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-22	-22	-22	-22	-22	-22	
	Capacidad Nacional	12										46				46	46	46	46	46	46	46	46	

Referencias

Valores negativos	Compatibles I menor de 25	Moderados I entre 25 y 49	Severos I entre 50 y 75	Criticos I mayor de 75
Valores positivos	Compatibles I menor de 25	Moderados I entre 25 y 49	Altos I entre 50 y 75	Muy Altos I mayor de 75

2015

2015

**ANEXO XVI**  
Respuesta al Dictamen Técnico

**MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL  
MITIGADA- Tratamiento de RS y AC**

FASE DE REALIZACIÓN												FASE DE FUNCIONAMIENTO												
												Tratamiento de RS						Tratamiento de AC						
Actividades transversales						1 Utilización de vehículos y maquinarias						S Vertido de agua tratada						Control operativo de diques						
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
Geoforma	1	-22	-24	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	
Suelo	2	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	
Agua	Agua superficial	3																						
	Agua subterránea	4	27																					
Aire	Calidad de Aire	5	-19	-23	-27	-17	-17	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	
Medio Perceptual	Paisaje	6				46		46		-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	
Medio Biótico	Flora	7																						
	Fauna	8																						
Medio Socioeconómico-Territorial	Actividades económicas	9	25	25	18	18	25	25	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
	Percepción social	10	24	24	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Salud laboral	11	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	
	Capacidad Nacional	12																						

**Referencias**

Valores negativos	Compatible   menor de 25	Moderado   entre 25 y 49	Severo   entre 50 y 75	Critico   mayor a 75
Valores positivos	Compatible   menor de 25	Moderado   entre 25 y 49	Amo   entre 50 y 75	Muy Alto   mayor a 75



*[Handwritten signatures]*

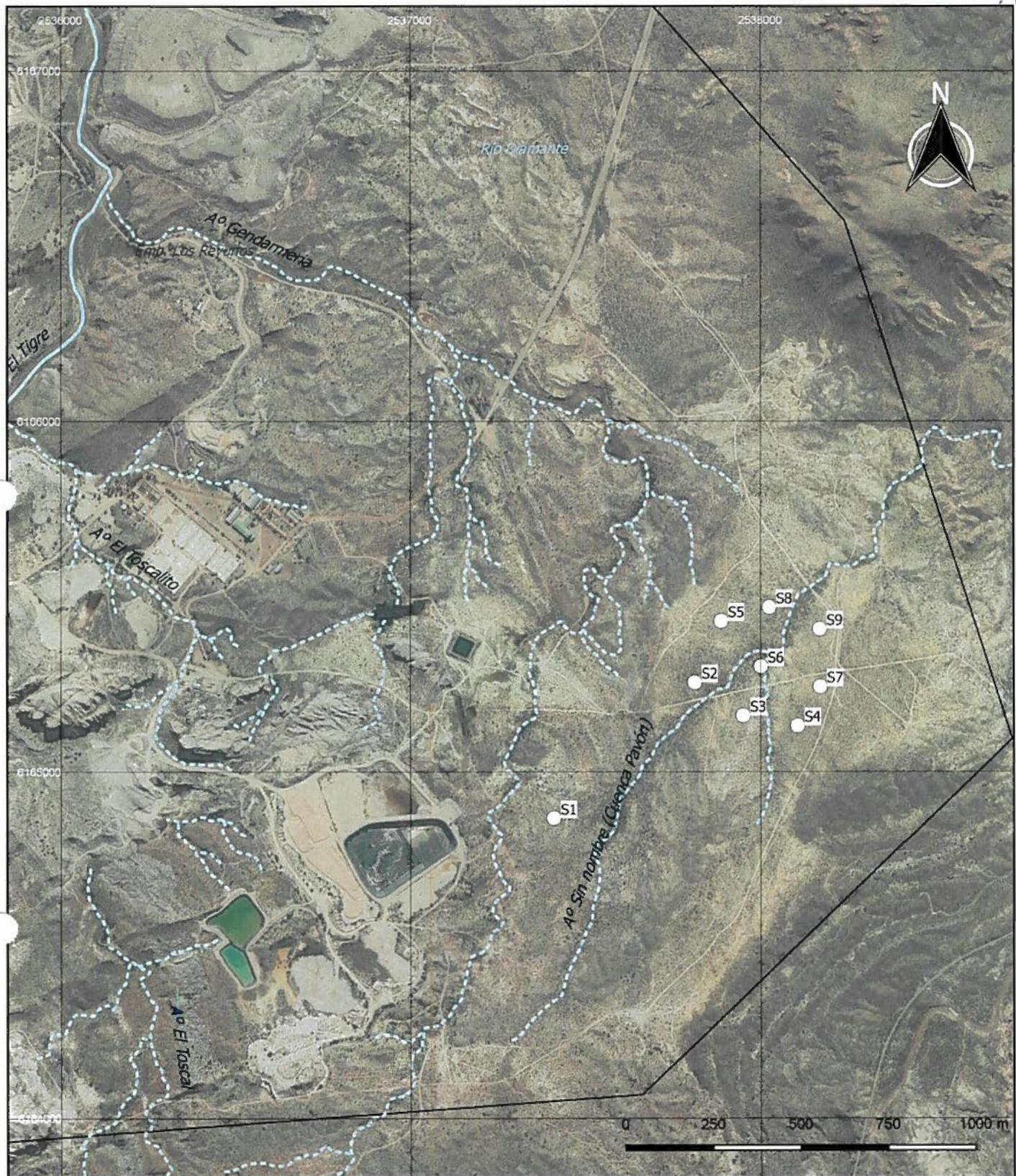


Comisión Nacional de Energía Atómica  
Gerencia de Producción de Materias Primas  
Complejo Minero Fabril San Rafael

## ANEXO XVII

### Respuesta al Dictamen

- Mapa de ubicación de puntos de monitoreo de flora y suelo.
- Mapa de ubicación de puntos de monitoreo de agua superficial y subterránea.
- Cadena de custodia. FO-PMP\_CMFSR\_C-028 r0
- Manual de uso de equipo multiparamétrico.



### Ubicación de Estaciones de Monitoreo Flora y Suelo

○ Estación Monitoreo      Cauce Transitorio  
— Cauce Permanente      — Limite Área Expropiación

Autores: CMFSR  
Fecha 13-07-2018

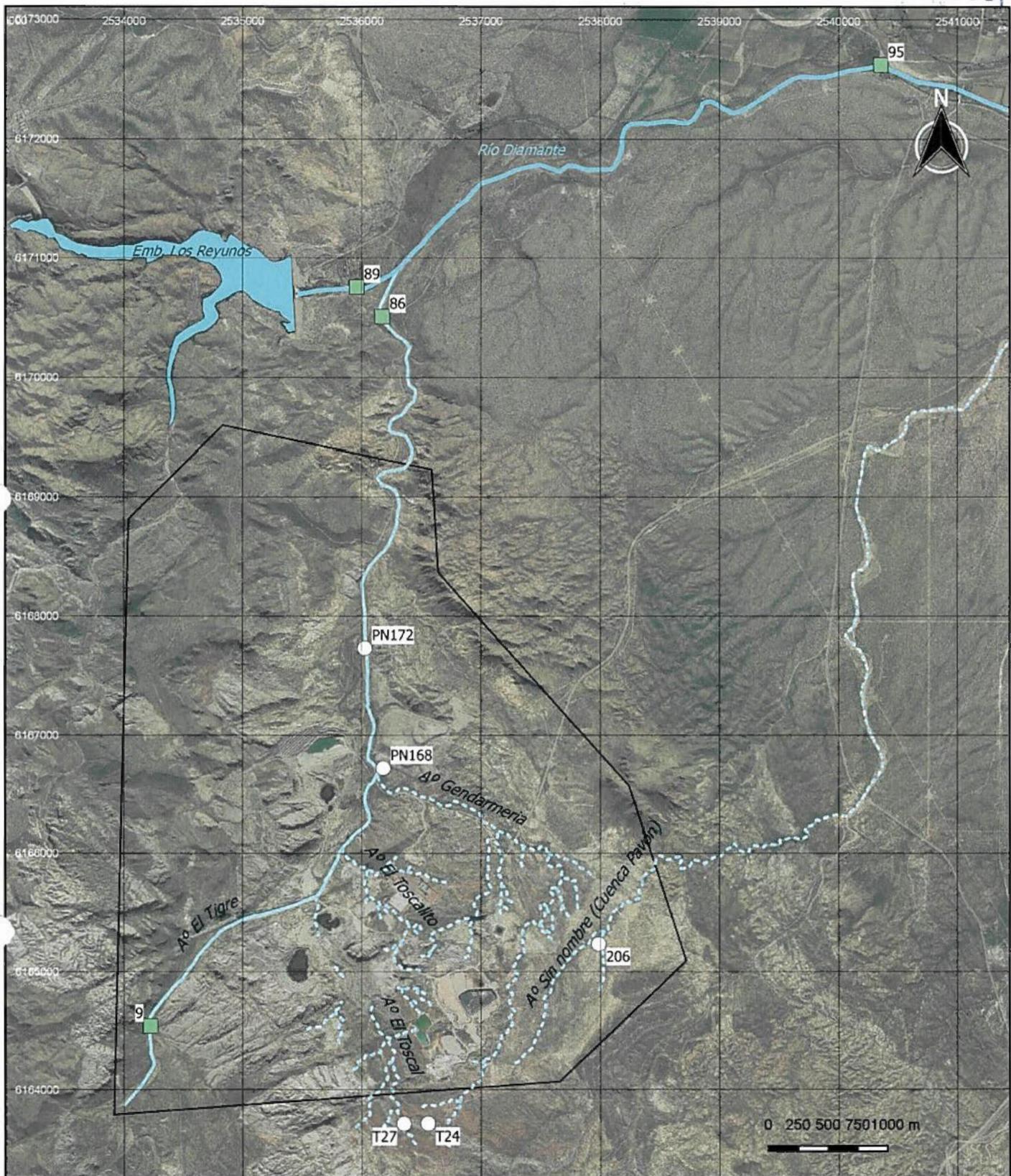


Proy. Gauss Kruger Arg (FAJA 2)  
Sist. de Ref. POSGAR 94 (WGS84)

Fuente datos Monitoreo: DCGyM - CMFSR

Complejo Minero Fábril San Rafael  
GPMP - CNEA

*2018*



### Ubicación de Estaciones de Monitoreo Aguas Superficiales y Subterráneas

Autores: CMFSR  
Fecha 13-07-2018

ESTACIONES MONITOREO

○ SUBTERRÁNEA	— Cauce Permanente
■ SUPERFICIAL	- - Cauce Transitorio
	— Límite Área Expropiación



Proy. Gauss Kruger Arg (FAJA 2)  
Sist. de Ref. POSGAR 94 (WGS84)

Fuente datos Monitoreo: DCGyM - CMFSR

Complejo Minero Fábril San Rafael  
GPMP - CNEA



DIVISIÓN CONTROL GEOLÓGICO Y MINERÍA

Complejo Minero Fabril San Rafael – Comisión Nacional de Energía Atómica  
Cuadro Benegas – CC 527 Código Postal 5603 – San Rafael, Mendoza. Tel – Fax: (0260) 4430087 / 4430833

Página x de y

CADENA DE CUSTODIA

GRUPO DE MUESTRAS CORRESPONDIENTE AL MUESTREO

Nº LAB	ESTACIÓN	Tipo S L	Cant. ml / mg	FECHA	HORA	FRESCURA	ELIMINADA	Sí	No	Vol.	Sí	No	T (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	TSD	OBSERVACIONES	RESPONSABLE
--------	----------	-------------	------------------	-------	------	----------	-----------	----	----	------	----	----	--------	----	------------------	-----	---------------	-------------

Total Muestras sólida/s ( ) Total muestras líquida/s ( ) Total muestras preservadas ( ) Total muestra/s filtradas ( )

Transporte: \_\_\_\_\_ Apellido y Nombre responsable: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Hora entrega de grupo de muestras: \_\_\_\_\_

### **Observaciones Generales:**

Entregó \_\_\_\_\_ Recepción en laboratorio

sales:

Evaluación en laboratorio

---

Re

Entregó

1

1

100

100

100

Intervenciones Generales

Obs

10



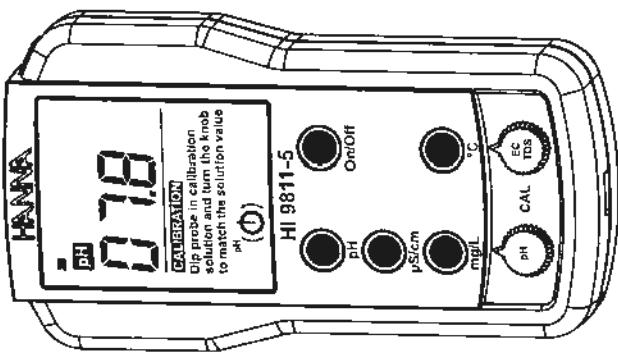


---

## Manual de Instrucciones

# HI 9811-5N

## Medidores Portátiles de pH/CE/TDS/°C



---

**HANNA**  
instruments

www.hannainstruments.com

ESD 03/03  
Copyright © 2003 Hanna Instruments

**HANNA**  
instruments

ESD 03/03  
Copyright © 2003 Hanna Instruments

MAN9811-2  
03/03

*[Handwritten signatures and initials are present at the bottom right of the page.]*



## PRODUCTOS HANNA

Estimado cliente,

Gracias por elegir un producto Hanna.

Siempre leer este manual de instrucciones detenidamente antes de usar el medidor para, de ese modo, tener toda la información necesaria para utilizar el mismo correctamente, así como una idea precisa de su versatilidad. Si necesita información técnica adicional, no dude en contactarnos a través de nuestra dirección de correo electrónico: [sat@hannaspain.com](mailto:sat@hannaspain.com).

Estos instrumentos cumplen con las directrices de CE.

## GARANTIA

Todos los medidores de Hanna Instruments **están garantizados durante dos años** contra defectos de fabricación y materiales, siempre que sean usados para el fin previsto y se proceda a su conservación siguiendo las instrucciones. **Las sondas están garantizadas durante un período de 3 meses**. Esta garantía está limitada a la reparación o cambio sin cargo.

La garantía no cubre los daños debidos a accidente, mal uso, manipulación intencionada o incumplimiento del mantenimiento preventivo.

Si necesita asistencia técnica, contacte con el distribuidor al que adquirió el instrumento. Si está en garantía indique el número de modelo, la fecha de compra, número de serie y tipo de fallo. Si la reparación no está cubierta por la garantía se le comunicará el importe de los gastos correspondientes. Si el instrumento ha de ser devuelto a Hanna Instruments, primero se ha de obtener el Número de Autorización de Mercancías Devueltas de nuestro Departamento de Servicio al Cliente y después enviarlo a portes pagados. Al enviar el instrumento certíquese de que está correctamente embalado, para asegurar una protección completa.

## INDICE

INSPECCION PRELIMINAR .....	3
DESCRIPCION GENERAL .....	3
DESCRIPCION FUNCIONAL .....	4
Especificaciones .....	5
GUÍA DE FUNCIONAMIENTO .....	6
CALIBRACIÓN DE pH .....	8
VALORES pH A TEMPERATURAS VARIAS .....	9
CALIBRACIÓN DE CEFOS .....	10
FACTOR DE CONVERSIÓN DE CEFOS .....	10
SUSTITUCIÓN DE LA PILA .....	11
MANTENIMIENTO DE LA SONDA .....	12
ACCESORIOS .....	13
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE .....	14

- SOLUCIONES DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO
- KITS DE TESTS QUÍMICOS
- MEDIDORES DE CLORO
- MEDIDORES CONDUCTIVIDAD/TDS
- MEDIDORES DE OXÍGENO DISUELTO
- HIDROMETROS
- MEDIDORES DE IONES ESPECÍFICOS
- AGITADORES MAGNETICOS
- MEDIDORES Na+/NaCl
- ELECTRODOS DE pH/ORP/Na+
- SONDAS (DO, µS/cm, HR, T, TDS)
- BOMBAS
- REACTIVOS
- SOFTWARE
- TERMÓMETROS
- TITRADORES
- TRANSMISORES
- TURBIDIOMETROS
- Amplio Gama de Accesorios
- MEDIDORES DE SORPRENSA
- MEDIDORES DE BOLSILLO
- MEDIDORES PORTATILES
- MEDIDORES CON IMPRESIÓN/REGISTRO DATOS
- MEDIDORES DE PROCESOS (de panel y de pared)
- MEDIDORES IMPERMEABLES
- MEDIDORES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Disponer de la mayoría de los medidores de Hanna en los siguientes formatos:

Todos los derechos están reservados. El contenido de este manual no podrá ser reproducido, ni total ni parcialmente, sin el previo permiso escrito del titular del copyright, Hanna Instruments Inc., Woonsocket, Rhode Island, 02895 , USA.

## DECLARACION DE CONFORMIDAD CE



### DECLARATION OF CONFORMITY

CE

HI 9811 and HI 9811-5

We, Hanna Instruments Italia Srl  
via E. Fermi, 10  
15050 San Secondo di Lubiana - P.D.  
Italy  
herewith certify that the following equipment meets  
the requirements of the EC Directives and harmonized  
standards listed below:

EN 50080-1: Electromagnetic Compatibility - Generic Immunity Standard  
EN 50080-2: Electromagnetic Compatibility - Generic Emission Standard  
IEC 61000-3: RF Radiated  
EN 55022: Electromagnetic Compatibility - Generic Emission Standard  
EN 61118-1: Safety requirements for electrical equipment for measurement,  
control and laboratory use.

Date of Issue: 08/02/2002  
A. Martin-Techical Director  
On behalf of  
Hanna Instruments S.r.l.

## INSPECCION PRELIMINAR

Desembale el instrumento y examine cuidadosamente para asegurarse de que no se han producido daños durante el transporte. Si hay algún desperfecto, notifíquelo a su distribuidor.

Cada medidor se suministra completo con:

- Sonda combinada con conector DIN de 8 puntos y 1 m de cable: HI 12B5-5, sonda de pH/CE/DS/ $^{\circ}\text{C}$ , para HI 9811-5
- HI 70007, bolsita de pH 7,0, 1 u.
- HI 70031, bolsita de 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 1 u.
- HI 70032, bolsita de 1382 ppm (mg/L), 1 u.
- HI 700661 bolsita Solución de limpieza, 2 u.
- Manual de instrucciones
- 1 pila alcachofa de 9V.

Nota: Guarda todo el material de embalaje hasta estar seguro de que el instrumento funciona correctamente. Todo elemento devuelto ha de ser devuelto en el embalaje original junto con los accesorios suministrados.

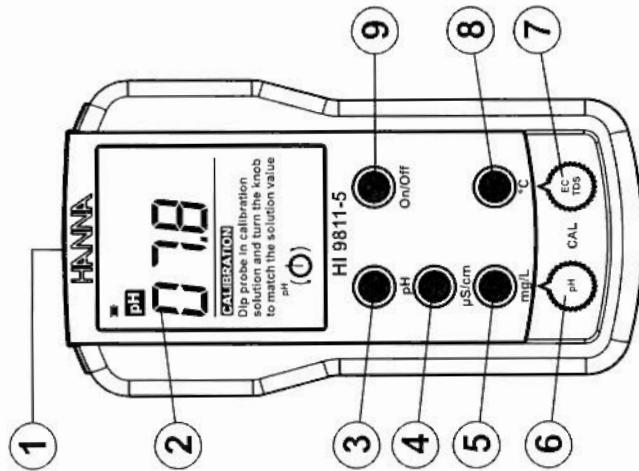
## DESCRIPCION GENERAL

HI 9811-5N es un medidor combinado portátil e impermeable, completo y versátil, diseñado con la mejor precisión y simplicidad. Las mediciones de conductividad compensan automáticamente los cambios de temperatura mediante un sensor de termistor integrado. El coeficiente de temperatura está fijado a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Recomendaciones a los Usuarios**  
Antes de utilizar estos productos, certíquese de que son totalmente apropiados para el entorno en el que van a ser utilizados. El funcionamiento de estos instrumentos en zonas residenciales podría causar interferencias inaceptables a equipos de radio y TV. La ampolla de vidrio en el extremo del electrodo es sensible a descargas electrostáticas. Evite tocar esta ampolla de vidrio en todo momento. Durante la utilización de los instrumentos, deberán utilizarse muñequeras ESD para evitar posibles daños al electrodo por descargas electrostáticas.  
Toda modificación realizada en el equipo por el usuario puede degradar las características de EMC del mismo.  
Para evitar descargas eléctricas, no use estos instrumentos cuando los voltajes en la superficie o medida sobrepasen 24 VCA o 60 VCC.  
Para evitar daños a quemaduras, nunca efectúe mediciones en humanos intencionados.

## DESCRIPCION FUNCIONAL

## ACCESORIOS



- 1) Conectar de 8 puntos para la sonda
  - 2) Display
  - 3) Tecla de selección de rango de pH
  - 4) Tecla de selección de rango  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (EE)
  - 5) Tecla de selección de rango mg/L (TDS)
  - 6) Potenciamiento de calibración punto cero de pH
  - 7) Potenciamiento de calibración (EE/TDS)
  - 8) Tecla de selección °C (Temperatura), solo para HI 9811-5
  - 9) Tecla ON/OFF
- (Firma)*
- (Firma)*

### SONDAS

- HI 1285-0 Sonda amplificado combinado de pH/EC/TDS con sensor de temperatura integrado, conector DIN de 8 puntos y 1 m de cable.
- HI 1285-5 Sonda amplificada combinada de pH/EC/TDS/temperatura con sensor de temperatura integrado, conector DIN de 8 puntos y 1 m de cable.

### SOLUCIONES TAMPON DE pH

- HI 7004L Solución tampón pH 4,01, botella 500 ml
- HI 7006L Solución tampón pH 6,86, botella 500 ml
- HI 7007L Solución tampón pH 7,01, botella 500 ml
- HI 7009L Solución tampón pH 9,18, botella 500 ml
- HI 7010L Solución tampón pH 10,01, botella 500 ml

### SOLUCIONES DE CALIBRACION DE CONDUCTIVIDAD Y TDS

- HI 7031L Solución 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , botella 460 ml
- HI 7032L Solución 1382 ppm (mg/l), botella 460 ml

### OTRAS SOLUCIONES

- HI 700661P Solución de Limpieza, bolsita de 20 ml (25 u.)
- HI 70300L Solución de Almacenamiento, botella 500 ml
- HI 7073L Solución Limpieza Proteínas, botella 500 ml
- HI 7074L Solución Limpieza Inorgánicos, botella 500 ml
- HI 7077L Solución Limpieza Aceites y Grasas, botella 500 ml

### OTROS ACCESORIOS

- CHECKTEMP C Termómetro electrónico (-50,0 a 150,0 °C)
- HI 710001 Bolsa de transporte
- HI 710031 Robusto maletín de transporte

Hanna Instruments se reserva el derecho de modificar el diseño, construcción y apariencia de sus productos sin previo aviso.





## MANTENIMIENTO DE LA SONDA

### MANTENIMIENTO PERIODICO

Inspecione la sonda y el cable. El cable usado para la conexión al medidor deberá estar intacto y no deberá presentar puntos de desgarramiento roto en el cable o grietas en la vaina o manguito de la sonda.

El conector deberá estar perfectamente limpio y seco. Si observa grietas o agujeros, sustituya el electrodio. Elimine cualquier depósito de sal lavándolo con agua.

### PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

Para lograr la mayor precisión en las mediciones y para garantizar un perfecto funcionamiento de la sonda, se recomienda limpiarla frecuentemente.

Para este fin, sumérgetela en Solución de Limpieza HI 700661 de Hanna durante 5 minutos.

**Nota:** para una sociedad concreta (como por ejemplo proteínas, aceites o grasas) consulte la sección "Accesorios" donde se detallan las diferentes soluciones limpiaadoras de Hanna.

**Nota:** Tras limpiar la sonda, se recomienda recalibrar el medidor. Si no es posible calibrarlo, se deberá sustituir la sonda por una nueva.

**Nota:** Para aplicaciones de campo, se recomienda siempre tener una sonda de repuesto a mano. Cuando los anómalos no puedan ser resueltos con el simple mantenimiento, cambie la sonda y recalibre el medidor.

## ESPECIFICACIONES

Rango	pH mg/l $\mu\text{S}/\text{cm}$	0,0 a 14,0 0 a 3000 0 a 6000
Resolución	pH mg/l $\mu\text{S}/\text{cm}$	0,0 a 70,0 (solo HI 9811-5)
Precisión (@20°C/68°F)	pH mg/l $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\pm 0,1$ $\pm 2\%$ f.e. $\pm 2\%$ f.e.
Factor de Conversión		0,5
Desviación EMC Típica	pH mg/l $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\pm 0,5$ $\pm 2\%$ f.e. $\pm 2\%$ f.e.
Calibración pH		Manual, 1 punto medición potenciómetro de punto cero
Calibración CE/TDS	Manual	Manual, 1 punto con potenciómetro de punto cero
Compensación		Automática de 0 a 50°C (32 a 122°F)
Temperatura CE/TDS		con $\beta = 2\%/\text{°C}$
Sonda (incluida)		HI 1285-5
Tipo de pila		1 x 9V alcalina (IEC 6LR61)
Duración		aprox. 150 horas de uso continuo
Cond. de trabajo		0 a 50°C (32 a 122°F; 100% HR)
Dimensiones		165 x 75 x 45 mm
Peso		250 g



## GUÍA DE FUNCIONAMIENTO

### PREPARACION INICIAL

Cada medidor se suministra completo con una pila de 9V. Retire la tapa del compartimiento de la pila situado en la parte posterior del medidor e instale la pila prestando atención a su polaridad.

Conecte la sonda al conector DIN hembra en la parte superior del medidor alineando los punzitos e introduciendo el conector. Refiérase siempre la tapa protectora del electrodo antes de realizar mediciones y asegúrese de que el medidor ha sido calibrado antes de realizar mediciones. Conecte el medidor pulsando la tecla ON/OFF.



### MEDICIONES DE pH

Si se ha dejado secar la sonda, sumerja la punta en solución de cloruroammonio HI 70300 durante unos minutos para reactivarlo.

- Puede realizar mediciones de pH, simplemente sumerja la punta (4cm) de la sonda en la muestra a analizar.
- Seleccione modo pH .
- Agítelo brevemente y espere un par de minutos o que la lectura se ajuste y estabilice. El display muestra el valor pH.

- Si se realizan mediciones sucesivas en muestras diferentes, se recomienda enjuagar (limpiar) la sonda minuciosamente para eliminar la contaminación cruzada. Tras lo limpicio, se recomienda enjuagar la sonda con un poco de la muestra a medir a continuación.

### MEDICIONES DE CEC/TDS

- Sumerja la punta de la sonda (4cm) en la muestra a analizar. Si es posible, use vasos o contenedores de plástico para minimizar radio interferencia de EMC
- Dé unos ligeros toques con la sonda en el fondo del vaso para eliminar cualquier burbuja de aire que pudiera haber quedado atrapado en lo punto.

## SUSTITUCION DE LA PILA

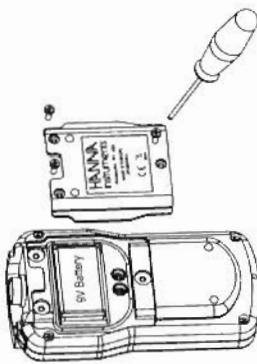
Estos medidores están alimentados por una pila de 9V situada en la parte posterior del instrumento.

Cuando el nivel de la pila es tan bajo que pudiera causar mediciones poco fiables, el medidor se desconecta automáticamente. Se recomienda sustituir la pila inmediatamente.

La sustitución de la pila solo deberá realizarse en un lugar no peligroso usando una pila alcalina de 9V.

Desenrosque los tres tornillos de la parte posterior del medidor, reíne la tapa del compartimiento de la pila y sustituya la pila de 9V por una nueva prestando atención a su polaridad.

Asegúrese de que los contactos de la pila estén firmemente sujetos antes de colocar la tapa.





## CALIBRACION DE CE/TDS

### Accesorios necesarios:

- Use HI 70031 Solución de Calibración de CE ( $1413 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) o HI 70032 Solución de Calibración de TDS ( $1382 \text{ ppm}$ ,  $0 \text{ mg/L}$ ).

Nota: La conversión entre CE y TDS se realiza mediante un circuito integrado, por lo tanto solo se requiere calibrar el medidor en el rango de CE o TDS. El otro rango se calibra automáticamente.

### PROCEDIMIENTO

- Vierta aproximadamente 4 cm de una solución de calibración de conductividad (p.ej. HI 70031) en un vaso. A ser posible, use vasos de plástico para minimizar toda interferencia de EMC.
- Sumérja la sonda en la solución.
- Espera un par de minutos a que se alcance el equilibrio térmico.
- De unos pequeños con la sonda en el fondo del vaso, a continuación agítela ligeramente mientras la hace girar para garantizar que no quedan burbujas de aire atrapadas dentro de la sonda.
- Pulse la tecla "µS/cm" o "mg/L".



Gire el potenciómetro de calibración de CE/TDS hasta que el display muestre la lectura de CE o TDS a  $25^\circ\text{C}$ .

El valor TDS en soluciones acuosas es directamente proporcional a la conductividad. El ratio entre los dos parámetros depende de la solución.

El modelo HI 9811-5N tiene un factor de conversión fijo establecido en 0.5. Esto significa que  $1 \mu\text{S}/\text{cm}$  equivale a  $0.5 \text{ mg/L}$  de TDS.

## FACTOR DE CONVERSIÓN DE CE/TDS

El valor TDS en soluciones acuosas es directamente proporcional a la conductividad. El ratio entre los dos parámetros depende de la solución.

El modelo HI 9811-5N tiene un factor de conversión fijo establecido en 0.5. Esto significa que  $1 \mu\text{S}/\text{cm}$  equivale a  $0.5 \text{ mg/L}$  de TDS.

- Seleccione el rango de medición apropiado (CE o TDS).



- Espera un par de minutos para que el sensor de temperatura alcance el equilibrio térmico. La pantalla mostrará entonces la medición con compensación automática de temperatura y con las indicaciones apropiadas de entre las siguientes:



- El símbolo  $\mu\text{S}$  indica que el medidor está en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , modo CE.
- El que no hay símbolo indica que el medidor está en modo TDS.

### MEDICIONES DE TEMPERATURA

(solo para HI 9811-5)

- Sumérja la punta (4cm) de la sonda en la muestra a analizar.

- Seleccione modo  $^\circ\text{C}$ .



- Agite bienveniente y espere un par de minutos a que la lectura se ajuste y estabilice. El display muestra el valor temperatura.



- Nota: Si el display muestra solo un "1" en el extremo izquierdo, la lectura está fuera de rango.

- Nota: Se recomienda limpiar la sonda frecuentemente con Solución de Limpieza HI 700661.
- Nota: Tras haber completado las mediciones, se deberá desconectar el instrumento, limpiar la sonda y cubrirla con la tapa protectora.



## CALIBRACION de pH

Para una mayor precisión, se recomienda calibrar el instrumento frecuentemente. El instrumento deberá ser calibrado para pH:

- Cada vez que se sustituya el electrodio.
- Por lo menos una vez al mes.
- Tras analizar sustancias químicas agresivas.
- Siempre que se requiera una precisión extrema.

### PREPARACION

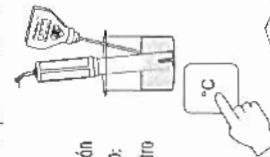
Vierto pequeños cantidades de solución pH 7,01 (HI 7007) o pH 4,01 (HI 7004) o pH 10,01 (HI 7010) en un vaso limpio.

### PROCEDIMIENTO

Para obtener lecturas exactas, use pH 7,01 (HI 7007) si va a medir muestras neutras o casi neutras, pH 4,01 (HI 7004) si va a medir muestras ácidas o pH 10,01 (HI 7010) para mediciones alcalinas. Si necesita calibrar según estándares NBS, use pH 6,86 (HI 7006) en lugar de pH 7,01 y pH 9,18 (HI 7009) en lugar de pH 10,01.

### PROCEDIMIENTO

- Conecte la sonda y encienda el medidor, a continuación pulse la tecla "pH" para que el display muestre la medición de pH.
- Retire la tapa protectora de la sonda, lávelo y suméjalo en el tampon y hágalo girar suavemente. Espere un par de minutos que la lectura se establezca.
- Compruebe la temperatura de la solución tampon, p.ej. 10,0°C, del siguiente modo:  
para HI 9811, con un ChecktempC (u otro termómetro de precisión);  
para HI 9811-5, seleccione modo °C y leo el valor que aparece en el display.
- Ajuste el potenciómetro de calibración de pH hasta que el display muestre el valor pH a la temperatura análoga mencionada (ver tabla pH versus temperatura).
- Así la calibración de pH ha sido completada.



**Nota:** La sonda deberá sumergirse aproximadamente 4 cm en la solución.

El termómetro ChecktempC ha de ser situado junto a la sonda.

**Nota:** Si al girar el potenciómetro no puede alcanzar el valor requerido, límpie la sonda (ver la sección "Mantenimiento de la Sonda").

Si, del mismo modo, tras limpiar la sonda no se puede alcanzar el valor deseado, sustituya la sonda.

## VALORES pH A TEMPERATURAS VARIAS

Para compensación de temperatura durante la calibración, consulte la siguiente tabla.

TEMP °C	TEMP °F	4,01	6,86	7,01	9,18	10,01
0	32	4,01	6,98	7,13	9,46	10,32
5	41	4,00	6,95	7,10	9,39	10,24
10	50	4,00	6,92	7,07	9,33	10,18
15	59	4,00	6,90	7,04	9,27	10,12
20	68	4,00	6,88	7,03	9,22	10,06
25	77	4,01	6,86	7,01	9,18	10,01
30	86	4,02	6,85	7,00	9,14	9,96
35	95	4,03	6,84	6,99	9,10	9,92
40	104	4,04	6,84	6,98	9,07	9,88
45	113	4,05	6,83	6,98	9,04	9,85
50	122	4,06	6,83	6,98	9,01	9,82
55	131	4,07	6,84	6,98	8,99	9,79
60	140	4,09	6,84	6,98	8,97	9,77
65	149	4,11	6,85	6,99	8,95	9,76
70	158	4,12	6,85	6,99	8,93	9,75

Por ejemplo, si la temperatura del tampon es de 25°C, el display deberá mostrar pH 4,0 o 7,0 o 10,0.

Si la temperatura del tampon es de 10°C, el display deberá mostrar pH 4,0 o 7,0 o 10,1.



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE  
**CIENCIAS APLICADAS**  
A LA INDUSTRIA

» Bernardo de Irigoyen 375  
» 5600, San Rafael, Mendoza, Argentina  
» Tel: +54 260 4421947 / 4436213  
» Fax: +54 260 4430673

"2018 - Año del Centenario de la Reforma Universitaria"



San Rafael, 13 de Agosto de 2018

**Ing. Miriam Skalany**  
Directora de Protección Ambiental  
Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial

Ref.: DICTAMEN TÉCNICO,  
Exp. N°: 1169-D-2014-03834-E.

Por la presente, me dirijo a ud. a fin de solicitarle tenga a bien contemplar la posibilidad de actualización de los montos definidos como honorarios para la realización del Dictamen Técnico de Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, que bajo la modalidad de Manifestación General de Impacto Ambiental de Proyecto se ha denominado: "Manifestación General de Impacto Ambiental – Complejo Minero Fabril San Rafael – Etapa de Remediación – FASE I" propuesto por C.N.E.A.

Según se establece en la Resolución N° 387/16 de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, se autoriza el inicio del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y en su artículo 3º se designa a la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la U.N.Cuyo como organismo responsable de la realización del Dictamen Técnico. En el artículo 4º se establece además, un monto de treinta mil pesos (\$30.000) en concepto de honorarios para la realización del mencionado Dictamen Técnico.

Habiendo transcurrido un tiempo considerable desde el dictado de la mencionada resolución y encontrándonos en la etapa final de definición del Dictamen Técnico, es que ponemos en su consideración la revisión y consideración de actualización de los montos designados como honorarios.

Sin más la saludo atentamente.

Dra. Ing. ALICIA L. ORDOÑEZ  
DECANA

SECRETARIA DE AMBIENTE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	
DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL	
14 AGO 2018	
ENTRO - FECH	.....
HORA	12:20
FOLIOS... 01	
DANTE ARIEL TORRES	
MESA DE ENTRADA	
Dirección de Protección Ambiental	



MENDOZA  
GOBIERNO

2030  
Dirección de Protección Ambiental  
Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial  
Av. Boulogne Sur Mer 3200 | +54 0261 4335422  
[www.ambiente.mendoza.gov.ar](http://www.ambiente.mendoza.gov.ar)

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

Vistas las actuaciones en el Expediente 1169-D-2014-03834, de esta Dirección de Protección ambiental en las que tramita PEIA para la reinversión del Complejo Minero Fabril San Rafael, propuesto por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), en el marco de la Ley 5961 y el Decreto Reglamentario 2109/94.-

Considerando los antecedentes obrantes, conforme los cuales se ha dado cumplimiento a la presentación de informe exigido por esta autoridad (constancia de Fs. 1031) por petición previa del organismo dictaminante, se puede concluir que CNEA ha dado cumplimiento a lo solicitado y se podrá dar continuidad al trámite de marras con el dictado del pertinente acto administrativo.-

Todo ello, sujeto a su más elevado criterio.-

MENDOZA, 24 DE AGOSTO DE 2018.-

ASESORÍA LEGAL.-



AGOVIT



MENDOZA  
GOBIERNO

2031

Dirección de Protección Ambiental  
Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial  
Av. Boulogne Sur Mer 3200 | +54 0261 4235428  
[www.ambiente.mendoza.gov.ar](http://www.ambiente.mendoza.gov.ar)

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

**MENDOZA,**

**RESOLUCIÓN N°**

VISTO el Expediente 1169-D-2014-03834, de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, "Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael, Etapa de Remediación – Fase I";

**Y CONSIDERANDO:**

Que es responsabilidad de la Dirección de Protección Ambiental de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, la protección ambiental del territorio de la Provincia de Mendoza; el control y la regulación de las actividades relacionadas al tratamiento de residuos peligrosos.

Que a fojas 1/687 la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) presenta la Manifestación General de Impacto Ambiental.

Que a fojas 703/704 obra la Resolución N° 599/14, la cual solicita a la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI) de la Universidad Nacional de Cuyo, la realización del Dictamen Técnico.

Que a fojas 708/725 la FCAI presenta el Dictamen Técnico.

Que a fojas 728 la Asesoría Legal de la Dirección de Protección Ambiental, solicita a la CNEA se de cumplimiento al pedido del Dictamen Técnico sobre otras alternativas posibles de remediación de los pasivos.

Que a fojas 947/950 obra Resolución N° 387/16, que diera inicio al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Que a fojas 951 consta Resolución N° 1087/16, la cual solicita la actualización del Proyecto.

Que a fojas 954/1006 la FCAI presenta un nuevo dictamen, el cual concluye: "*Se considera que el Informe MGIA analizado, no ha dado cumplimiento en lo formal ni en lo técnico, lo que requerirá de un nuevo análisis una vez completadas las consideraciones solicitadas para poder definir un Dictamen Técnico definitivo en este procedimiento de EIA.*"

Que a fojas 1029 obra Dictamen Legal de la Asesoría Legal de la Dirección de Protección Ambiental, el que emplaza a la CNEA a presentar lo solicitado por el dictaminante.



MENDOZA  
GOBIERNO

Dirección de Protección Ambiental  
Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial  
Av. Boulogne Sur Mer 3200 | +54 0261 4235428  
[www.ambiente.mendoza.gov.ar](http://www.ambiente.mendoza.gov.ar)

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

MENDOZA, 24 de enero de 2012

**RESOLUCIÓN N° 1032**

Que a fojas 1031 consta Cedula de Notificación a la CNEA.

Que a fojas 1032 la CNEA presenta las respuestas a las observaciones planteadas por la FCAI, integrada por un Cuerpo principal, documento de síntesis y diecisiete (17) Anexos.

Por lo expuesto, teniendo en cuenta los antecedentes, lo dictaminado por la Asesoría Legal, y las disposiciones aplicables de la Ley 5961, Decreto Reglamentario 2109/94, la Ley N° 5917, Decreto Reglamentario 2627/99; la Ley 9003 y demás vigentes;

**LA DIRECTORA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º:** Dese por cumplida la presentación efectuada por la Comisión Nacional de Energía Atómica, en respuesta a lo solicitado en Dictamen de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, de la Universidad Nacional de Cuyo.

**ARTÍCULO 2º:** Solicítense a la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, de la Universidad Nacional de Cuyo la revisión de las respuestas a fin de emitir la versión final del Dictamen Técnico, que forma parte del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

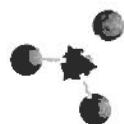
**ARTÍCULO 3º:** Actualícese el monto de los honorarios del Dictamen Técnico, dado el tiempo transcurrido y la recepción de nueva información sobre el Proyecto "Manifestación General de Impacto Ambiental – Complejo Minero Fabril San Rafael – Etapa de Remediación – FASE I"; por un monto de \$50.000. El proponente deberá abonar este importe contra entrega del receptivo a la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, de la Universidad Nacional de Cuyo.

**ARTÍCULO 4º:** Comuníquese a quien corresponda.

*Malena J.*



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE CIENCIAS  
APLICADAS A LA INDUSTRIA

Bernardo de Irigoyen 375  
5600 San Rafael, Mza., Argentina  
Tel Fax +54 260- 4421947- 4430673  
cetya@fcay.uncu.edu.ar



"2018 - Año del Centenario de la Reforma Universitaria"

San Rafael, 28 de setiembre de 2018.

**Sra. Directora**

**DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

**Sec. de Ambiente y Ordenamiento Territorial**

**Ing. Miriam Skalany**

**Ref: Exp. 1169-D-2014-03834-E**

Se eleva a Ud. el expediente de referencia conformado por 10 cuerpos y, Dictamen Técnico Definitivo de la Manifestación General de Impacto Ambiental "MGIA COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL - ETAPA DE REMEDIACIÓN – FASE I" de la Comisión Nacional de Energía Atómica, en función a lo establecido en el artículo 2º de la Resolución Nº 129/18 de la Dirección de Protección Ambiental de la provincia de Mendoza.

Sin otro particular saludo a Ud. atentamente.-

**Dr. Ing. DANIEL ALFREDO CASTRO**  
**DECANO**



## DICTAMEN TÉCNICO DEFINITIVO

Correspondiente a: MANIFESTACION GENERAL DE IMPACTO AMBIENTAL  
Expediente N°: 1169-D-2014-03834-E  
Asunto: MGIA COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL - ETAPA DE REMEDIACION FASE I  
Solicitado por: Dirección de Protección Ambiental, Secretaria de Ambiente y Ordenamiento Territorial  
Proponente: Comisión Nacional de Energía Atómica.

### Documentación contenida en el Expediente

A partir del Cuerpo V a fs 1007 consta la siguiente documentación

- A fs. 1007 Cédula de Notificación DPA Ing. M. Skalany a CNEA y fojas siguientes pedido de refoliación.
- A fs. 1008 a 1027 Documento de Síntesis original.
- A fs. 1028 Acta de Inspección N° 03261
- A fs. 1029 Nota Asesoría Legal
- A fs. 1030 Emplazamiento de DPA a CNEA a presentar respuesta a observaciones de DT.
- A fs. 1031 Cédula de Notificación a CNEA
- A fs. 1032 Nota Presentación de Respuestas al DT
- A fs. 1033 a 1141 Respuesta al DT
- A fs. 1142 a 1166 Nuevo Documento de Síntesis
- A fs. 1167 a 1195 Anexo I- Datos y Domicilios
- A fs. 1196 a 1278 Anexo II – Documentación aplicables a la tabla de acciones, informes Técnicos y resoluciones
- A fs. 1279 a 1280 Anexo III Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelo
- A fs. 1281 a 1283 Anexo IV-Bases de Datos Agua Superficial y Subterránea
- A fs. 1284 a 1312 Anexo V – Informes Técnicos de Calidad de Aire
- A fs. 1313 a 1314 Anexo VI- Mapa de Sismicidad
- A fs. 1315 a 1317 Anexo VII-Mapa de Tipología y Cobertura Vegetal- Mapa de Vegetación
- A fs. 1318 a 1548 Anexo VIII -Inventario de Flora y Fauna
- A fs. 1549 a 1560 Anexo IX- Notas de pedidos de información
- 1561 a 1884 Anexo X- Patrimonio Cultural
- A fs. 1885 a 1886 Anexo XI- Mapa de Clasificación de Usos Del Suelo
- A fs. 1887 a 1918 Anexo XII- Publicaciones Paleontológicas
- A fs. 1919 a 1991 Anexo XIII- Percepción Social

Dictamen Técnico Definitivo – MGIA COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL – ETAPA DE REMEDIACION – FASE I  
San Rafael – Mendoza



- A fs. 1992 a 2028 Anexo XIV- Interacciones Ecológicas
- A fs. 2029 Nota FCAI solicitando actualización de montos definidos como honorarios de DT.
- A fs. 2030. Pase a Asesoría Legal
- A fs. 2031 a 2032 Resolución N° 129 . Solicitud de Nuevo DT.

#### Consideraciones Generales:

Iniciado el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental bajo la modalidad de Manifestación General de Impacto Ambiental del Proyecto denominado "Manifestación General de Impacto Ambiental – Complejo Minero Fabril San Rafael – Etapa de Remediación – FASE I" propuesto por C.N.E.A, de acuerdo a lo establecido en los Art. 26, 27 y concordantes de la Ley N° 5961 y modificatorias y Decreto N° 2109/94 y modificatorio N°809/13, se procede a realizar la revisión y el análisis de la documentación presentada como Informe Técnico denominado Manifestación General de Impacto Ambiental, Anexos y actualización presentada el 26 de diciembre de 2016, con el fin de elaborar el Dictamen Técnico solicitado por la Dirección de Protección Ambiental y tramitado bajo Expediente N°: 1169-D-2014-03834-E.

Se elaboró un Dictamen Técnico Inicial, en que se indica que la MGAI posee temas que deben ser revisados, corregidos y completados a fin de cumplir los requerimientos de la legislación vigente. Presentada nueva documentación y las correcciones solicitadas se emite el presente Dictamen Técnico Definitivo.

#### Consideraciones formales:

Del análisis precedente y del estudio de la documentación presentada en el expediente en trámite, con las Respuestas al Dictamen Técnico Inicial, se infiere que según lo solicitado en el Título I, Decreto 2109/94 Arts.1 a 8 y modificatoria del Art. 5 por Dec. 809/13, el informe presentado **se ajusta**, en cuanto al contenido, a lo solicitado por la legislación mencionada, bajo la denominación Manifestación General de Impacto Ambiental.

Se realiza la revisión de la documentación de acuerdo a lo requerido en el Dictamen Técnico inicial, que consta en fs 995 a 1006 y se define como Aceptable, si se ha dado cumplimiento a lo solicitado y en caso de que la respuesta se considere no aceptable, se plantea como insuficiente o inadecuada a lo solicitado, según corresponda.

En la respuesta al DT presentado por el Proponente sería necesario agregar la aclaración a las firmas presentadas, ya que no se identifica a quien pertenece cada una de ellas.

#### Consideraciones técnicas:

Los diferentes puntos del Informe Técnico fueron analizados y la documentación presentada fue revisada y analizada, dando por resultado las siguientes observaciones:

Dictamen Técnico Definitivo – MGIA COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL – ETAPA DE REMEDIACION – FASE I  
San Rafael – Mendoza

F.C.A.I.



**1) Datos personales, domicilio real y legal del solicitante responsable de la obra o actividad, como los del profesional encargado de la confección de la Manifestación General de Impacto Ambiental.**

**INCOMPLETO**

No se acredita la constitución formal del proponente del proyecto ni de la empresa responsable de la elaboración de la Manifestación General de Impacto Ambiental.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

**2) Descripción del proyecto y sus acciones.**

2.1) Localización del proyecto, con indicación de las jurisdicciones municipales o municipales comprendidas en el mismo.

**INCOMPLETO**

No se indican coordenadas de la localización. Menciona mapas 1 y 2 y no indica donde se encuentran.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

2.2) Relación de todas las acciones inherentes a la actuación de que se trate, susceptibles de producir un impacto sobre el medio ambiente, mediante un examen detallado tanto de la fase de su realización como de su funcionamiento.

**INCOMPLETO**

No se presenta.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

2.3) Descripción de los materiales a utilizar, suelo a ocupar, y otros recursos naturales cuya eliminación o afectación se considere necesaria para la ejecución del proyecto.

**COMPLETO**

2.4) Descripción, en su caso, de los tipos, cantidades y composición de los residuos, vertidos, emisiones, o cualquier otro derivado de la actuación, tanto sean de tipo temporal durante la realización de la obra, o permanentes cuando ya esté realizada y en operación, en especial, ruidos, vibraciones, olores, emisiones luminosas, emisiones de partículas, etc.

**INCOMPLETO**

No indica cantidades ni gestión de residuos generados en la etapa de construcción. Tampoco se indican datos respecto a sólidos, lodos y/o precipitados del tratamiento de

Dictamen Técnico Definitivo – MGIA COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL – ETAPA DE REMEDIACION – FASE I  
San Rafael – Mendoza



efluentes líquidos. Se genera un nuevo pasivo de tipo precipitado sólido no cuantificado ni caracterizado y sin indicaciones de gestión final.

**Respuesta del Proponente:** Insuficiente. En fs 1044, efluentes líquidos: Se menciona: gestionado por la División Seguimiento de la Producción del CMFSR, sin especificar el tratamiento realizado.

El vertido por aspersión en el sector del ACRE especialmente seleccionado para tal fin y que constituye el reuso de este efluente para riego, deberá contar con la correspondiente autorización del DGI.

2.5) Un examen de las distintas alternativas técnicamente viables, y una justificación de las soluciones propuestas.

**COMPLETO**

Se realiza un examen de alternativas y se justifica la elección técnicamente viable. Se considera que la definición de la opción técnica planteada para la remediación de pasivos a escala industrial es válida, dado que cualquier otra alternativa factible de aplicar en la actualidad se encuentra en etapa de estudio y desarrollo en escala laboratorio y de planta piloto.

No hay coincidencia en las cantidades de Residuos Sólidos a procesar en cada batch, según fs. 211 y 425. Precisar fehacientemente la cantidad a tratar.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

2.6) Una descripción de las exigencias previsibles en el tiempo, en orden a la utilización del suelo y otros recursos naturales, para cada alternativa examinada.

**COMPLETO**

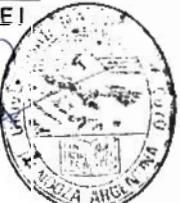
Se realiza una descripción del uso del suelo y el agua a utilizar en las etapas planteadas.

**3) Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.**

3.1) Estudio del estado del lugar y sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes. 3.2) Identificación, censo, inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía de todos los aspectos ambientales que puedan ser afectados por la actuación proyectada (población humana, fauna, flora, vegetación, gea, suelo, aire, agua, clima, paisaje, etc.).

**INCOMPLETO**

A fs. 357 respecto a contenido de uranio y radio en suelos, se recomienda actualizar datos.





**Respuesta del Proponente:** Insuficiente. En fs 1055 se presenta Tabla de datos, en forma preliminar, indicando resultados promedio de los principales parámetros, sin especificar fechas y período de muestreo que se promediaron.

Se recomienda presentar tabla de datos y fuentes correspondientes a las figuras 3.1-14 a 3.1-17, 3.1-19 a 3.1-22 (fs. 365 a 366 y 371 a 373), actualizar datos y realizar el análisis comparativo que se indica.

**Respuesta del Proponente:** Insuficiente. En fs 1059 se indica: En Anexo IV se consignan las bases de datos correspondientes a los gráficos actualizados y la ubicación de los puntos de muestreo en los mapas de aguas superficiales y subterráneas y estos últimos no están incorporados.

A fs. 376 el análisis realizado respecto a Calidad del Aire en cuanto a material particulado, establece referencias erróneas en cuanto a la legislación relacionada y a los valores comparativos presentados carecen de rigor técnico.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 378 se incorpora un mapa de sismicidad con una escala no adecuada para el análisis y sin detalles de ubicación y detalles del área. Se considera que la ubicación no corresponde al proyecto.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 381 el mapa de biomas, presenta escala inadecuada y sin detalles de la zona de estudio.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

Respecto al inventario de Flora y Fauna no hay inventario local que indique mediante metodología adecuada las especies de la zona específica de estudio.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

En fs. 401 se inicia la descripción de las actividades económicas a escala departamental y distrital (en algunos casos), se considera necesario especificar detalles de las actividades en el sector de influencia.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**





Asimismo también es necesario incluir una descripción del Patrimonio Cultural de la zona de estudio.

**Respuesta del Proponente:** Insuficiente, se adjunta abundante información pertinente, pero no se realiza en análisis específico que indique la condición del sector propio del proyecto ni se emite conclusión respecto al factor analizado.

En el apartado sobre Uso del Suelo fs. 408/409 la información es insuficiente sobre todos los uso de suelo del área y es necesario aportar ubicación geográfica de los mismos mediante un mapa georeferenciado.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 409/410 la descripción de áreas protegida está desactualizada y errónea. Se solicita su corrección.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

Se considera que la descripción del factor ambiental Patrimonio Paleontológico fs. 411 es insuficiente y necesita completar la información.

**Respuesta del Proponente:** Insuficiente, se adjunta información pertinente, pero no se realiza en análisis específico que indique la condición del sector propio del proyecto respecto a algún hallazgo, ni se emite conclusión sobre al factor analizado.

A fs. 412 sobre Percepción Social, se consideran que no pertinentes las apreciaciones expuestas por no tener un respaldo científico que lo valide.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

3.3) Descripción de las interacciones ecológicas claves y su justificación.

INCOMPLETO

No se presenta.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

3.4) Delimitación y descripción cartografiada del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto para cada uno de los aspectos ambientales definidos.

INCOMPLETO





Se recomienda presentar los mapas e imágenes satelitales a puntos georeferenciados con SIG como los que conforman el Anexo 7 en cada uno de los aspectos ambientales.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

3.5) Estudio comparativo de la situación ambiental actual y futura, con y sin la actuación derivada del proyecto objeto de la evaluación, para cada alternativa examinada.

**INCOMPLETO**

No se presenta.

**Respuesta del Proponente: Aceptable.** Si bien se presenta un somero análisis de la situación ambiental actual y futura, con y sin la actuación derivada del proyecto objeto de la evaluación y una breve conclusión, se considera que en todo el documento presentado existen suficientes fundamentaciones que amplían este ítem.

En consideración a las reiteradas menciones a la MGIA 2004, realizada por UTN FRA, se solicita la incorporación del documento al expediente en análisis para facilitar el acceso de los datos mencionados.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

4) Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en sus alternativas.

**INCOMPLETO**

No se presenta valoración de los impactos ambientales para las alternativas planteadas en el proyecto y no seleccionadas como pide la legislación.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 436 se indica en la etapa de funcionamiento actividades que corresponden a la parte de Construcción y preparación de las instalaciones (ítem 12)

**Respuesta del Proponente: Aceptable**



F.C.A.I.



A fs. 437 se listan los componentes del Medio Socioeconómico, en forma incompleta, considerándose necesario agregar aspectos relacionados a la salud y a la percepción social.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

Se menciona la consideración del Riesgo Potencial producido por la presencia de pasivos existentes y no se ha realizado el análisis correspondiente al mencionado riesgo ni la justificación científica de la incorporación en la Matriz de Valoración de Impactos Ambientales.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 440 respecto al impacto en Geoformas, no considera el cambio por la elevación generada en la construcción de muros de contención de los diques.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 441 se menciona que el impacto sobre el agua superficial es nulo, análisis que se contradice con lo expresado en las medidas protectoras del factor agua superficial debido a que admite la posibilidad de derrames (fs. 452/453 y Anexo 9). En esta página se analizan los impactos al agua subterránea, donde se hace un análisis comparativo erróneo e incompleto respecto a los valores de riego en ACRE. Siendo necesario una revisión y corrección del mismo para esclarecer la descripción del impacto descrito.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 442 el impacto positivo en el factor Aire, se considera sobrevaluado y no pertinente lo expresado respecto al pulmón verde que se genera en el área.

**Respuesta del Proponente: Insuficiente, no se ha realizado la valoración correspondiente al riego en el ACRE en el factor aire.**

A fs. 443 se realiza un análisis erróneo del factor Infraestructura ya que se hace referencia al cambio de la infraestructura interna debida al proyecto y se obvian los impactos sobre el factor a nivel regional y local (externo al proyecto).

**Respuesta del Proponente: Incorrecta, no se ha realizado la valoración correspondiente al factor Infraestructura como se plantea ya que se ha definido como una afectación no significativa y por lo tanto no han contemplado lo indicado en la metodología.**





A fs. 444 se realiza el análisis de los riesgos potenciales, siendo no pertinente su valoración en la metodología utilizada.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 449 el análisis del impacto sobre la opinión de la población no tiene sustento debido a la falta de relevamiento científico válido.

En función de lo observado, se requiere de acuerdo a lo señalado en este punto, que se incorporen las modificaciones en la Matriz de Impacto Ambiental y la actualización del análisis.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

Asimismo no se cumplimenta con lo especificado en Decreto 809/13:

"Artículo 5º - Identificación y Valoración de Efectos. Se incluirá la identificación y valoración de los efectos notables previsibles de las actividades proyectadas sobre los aspectos ambientales indicados en el artículo 4º y los aspectos territoriales, para cada alternativa examinada. Se deberá implementar la evaluación del impacto territorial, en cumplimiento de las previsiones de los Artículos Nros. 33 y 34 de la Ley N° 8051, debiendo identificar, interpretar y valorar las consecuencias geográficas, sociales y económicas-financieras que puedan causar las acciones o proyectos públicos o privados al equilibrio territorial, la equidad social y el desarrollo sustentable, de acuerdo a su grado de compatibilidad o incompatibilidad, las necesidades de la sociedad, las características intrínsecas del área y su afectación interjurisdiccional. Necesariamente la identificación de los impactos ambientales y territoriales, surgirá del estudio de las interacciones entre las acciones derivadas del proyecto y las características específicas de los aspectos ambientales y territoriales afectados en cada caso concreto..."

**Respuesta del Proponente: Aceptable, con revisión de observaciones anteriores respecto a algunos impactos.**

**5) Establecimiento de medidas correctoras y protectoras.**

INCOMPLETO

Planteado como Plan de protección ambiental dentro del plan de gestión ambiental.

Es necesario completar las medidas correctoras y protectoras en función de cumplimentar las observaciones de los puntos anteriores, haciendo especial énfasis en los errores conceptuales respecto al análisis planteado para el Ámbito Sociocultural (fs. 458).

Se destaca que a fs. 104 no se presenta el plan de control de desastre o emergencias para Tanque de Amoniaco para Proceso, se indica en proceso de redacción, debe contar fehacientemente el mismo en el expediente.



**Respuesta del Proponente: Aceptable**

A fs. 459 se incluye un ítem de Gestión de Residuos sólidos que se encuentra incompleto respecto a los residuos generados en la etapa de funcionamiento de la remediación y que no corresponde su incorporación en este punto de la MGIA.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

Asimismo es de suma importancia que se adjunte un Plan de Contingencias completo para la Etapa de Remediación-Fase I del CMFSR, en Anexo 9 (fs. 85) se presenta parte del mismo y se indica que está en proceso de redacción (fs. 104).

**Respuesta del Proponente: Insuficiente, no se presenta el rol de actuación ante cada situación de contingencia, con los responsables asignados en cada evento.**

**6) Programa de vigilancia ambiental.**

**INCOMPLETO**

No se presenta un programa de vigilancia ambiental, se incluye a partir de fs. 459 un Plan de Seguimiento y Control, con indicaciones incompletas respecto a monitoreo a realizar.

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene que contener detalles específicos del seguimiento a realizar a las medidas correctoras y protectoras y la evolución del ambiente.

Se deben incluir plazos para su realización, frecuencia de controles, lugares a controlar, métodos a utilizar, recursos humanos involucrados, responsables, los equipos de medida a emplear, etc.

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

**7) Documento en síntesis.**

El documento de Síntesis presentado no se ajusta a los contenidos requeridos por la legislación vigente, en los siguientes aspectos:

a) Las conclusiones relativas a la viabilidad de las actuaciones propuestas.

Si bien se realiza un análisis de las actuaciones propuestas no se emite un documento que especifique conclusiones respecto de la viabilidad de esas actuaciones.

b) Las conclusiones relativas al examen de elección de las distintas alternativas.

Dictamen Técnico Definitivo - MGIA COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL - ETAPA DE REMEDIACIÓN - FASE I  
San Rafael - Mendoza



*Se realiza examen de elección de las distintas alternativas pero no se emite un documento que especifique conclusiones respecto a las mismas.*

c) La propuesta de medidas correctoras y el programa de vigilancia tanto en la fase de ejecución de la actividad proyectada como en la de su funcionamiento.

*No se mencionan en el Documento de Síntesis las medidas correctoras y el programa de vigilancia a implementar en las fases de ejecución y funcionamiento.*

**Respuesta del Proponente: Aceptable**

**Conclusiones**

En el presente **Dictamen Técnico Definitivo** se realiza el análisis de la documentación de acuerdo a lo requerido en el Dictamen Técnico Inicial y se consideró como **Aceptable** si se ha dado cumplimiento y en caso de que la respuesta se considere no aceptable, se plantea como **insuficiente o incorrecto** a lo solicitado, según corresponda. A tal efecto en cada ítem se han realizado consideraciones pertinentes.

Se considera que la Respuesta presentada por el Proponente al Dictamen Técnico Inicial ha dado cumplimiento en lo formal y en lo técnico, salvo las observaciones realizadas. Una vez presentadas las mismas, se sugiere a la Autoridad de Aplicación continuar con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Asimismo se reitera la importancia de la pronta remediación de los pasivos ambientales en CMFSR FASE I y por lo tanto se considera ambientalmente necesaria la finalización del proyecto cumplimentando el Procedimiento Técnico Administrativo necesario para obtener la Declaración de Impacto Ambiental.

Mgter. Ing. Jorge S. de Ondarra

Mgter. Ing. Adriana B. Guajardo

Esp. Ing. Laura E. Najar





MENDOZA  
GOBIERNO

Dirección de Protección Ambiental  
Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial  
Av. Boulogne Sur Mer 3200 | +54 0261 4235428  
[www.ambiente.mendoza.gov.ar](http://www.ambiente.mendoza.gov.ar)



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

## CEDULA DE NOTIFICACION

EXPEDIENTE N°: 1169/D/14/03834

NOTIFICAR A: COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Se le hace saber que en las actuaciones de referencia, la Directora de Protección Ambiental dispone: **NOTIFIQUESE** en legal forma a la **COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA** el Dictamen Técnico de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo; a fin de que tome conocimiento de la misma.

Mendoza, 04 de Octubre de 2018. – ING. MIRIAM SKALANY DIRECTORA DE LA DIRECCION DE PROTECCION AMBIENTAL – SECRETARIA DE AMBIENTE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

NOTIFICADO

Aporta C. Horacio

  
NOTIFICO  
Cautrce  
sec. tecnica

DPA  
4/10/18

## ACLARACION

04/10/2018

## FECHA