

	COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA GERENCIA DE ÁREA SEGURIDAD NUCLEAR Y AMBIENTE GERENCIA GESTIÓN AMBIENTAL			IN-GA-HI 12 Rev.: 0		
	INFORME			Página: 1 de 6		
TÍTULO: Dictamen Sectorial - Programa de Hidrología Isotópica						
1. OBJETIVO Emitir opinión técnica en materia de Hidrología Isotópica sobre el “Dictamen Técnico -Informe de Impacto Ambiental” de Orden 121 elaborado por Fundación Universidad Nacional de Cuyo en expediente EX-2025-00278264- -GDEMZA- MINERÍA, caratulado “E/IIA - PROYECTO DENOMINADO “PSJ COBRE MENDOCINO”.						
2. ALCANCE Evaluación de Informe de Impacto ambiental Proyecto denominado “PSJ COBRE MENDOCINO” a ubicarse en el Departamento de Las Heras, Distrito de Uspallata, Provincia de Mendoza, propuesto por Minera San Jorge S.A, en el marco de la Ley N° 5961 y su Decreto Reglamentario N° 820/06.						
Preparó		Revisó			Intervino	Aprobó
HEGUILOR, Santiago	CANÉ, Alejandro	SILEO, Noelia	CRESPO, Luciana		ALCAIDE, Ileana	CICERONE, Daniel
REVISIONES						
Rev.	Fecha	Modificaciones				
0		Original				
DISTRIBUCIÓN			ESTADO DEL DOCUMENTO			
Distribuyó: ELECTRÓNICA DIGITAL			LIBERADO			
			Fecha:			
NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.						

CNEA	Dictamen Sectorial - Programa de Hidrología Isotópica	IN-GA-HI 12 Rev.: 0 Página: : 2 de 6
-------------	--	--

ÍNDICE

1. OBJETIVO	1
2. ALCANCE.....	1
3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES	3
3.1 Abreviaturas.....	3
3.2 Definiciones	3
4. REFERENCIAS.....	3
4.1 Antecedentes.....	3
4.2 Documentación Aplicable	3
4.3 Documentación afectada	3
5. RESPONSABILIDADES	3
6. DESARROLLO	4
6.1 Introducción.....	4
6.2 Estado de la cuestión.....	4
6.3 Análisis técnico	5
6.4 Conclusiones.....	5
7. REGISTROS	6
8. ANEXOS	6

CNEA	Dictamen Sectorial - Programa de Hidrología Isotópica	IN-GA-HI 12 Rev.: 0 Página: : 3 de 6
-------------	--	--

3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

3.1 Abreviaturas

DM: Dirección de Minería

DPA: Dirección de Protección Ambiental

PHI: Programa de Hidrología Isotópica.

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

A°: Arroyo

3.2 Definiciones

No Aplica.

4. REFERENCIAS

4.1 Antecedentes

- Ibáñez, S.P, et al., 2021. Estudio preliminar del origen del agua del Valle de Uspallata y de su contribución al río Mendoza mediante técnicas isotópicas e hidroquímicas. Mendoza, Argentina. Boletín Geológico y Minero, 132 (1-2): 107-114.

- Lana N.B, et al., 2021. First conceptual hydrogeological model of two intermountain Andean basins based on isotopes and hydrochemistry, Isotopes in Environmental and Health Studies, 57(4): 420-442.

4.2 Documentación Aplicable

- Ley Nacional N°25.675 “Ley General del Ambiente”.
- Código de Minería de la Nación y normas modificatorias.
- Ley N°9529 “Ley de Procedimiento Minero” Prov. de Mendoza.
- Ley N°5961 “Preservación del Medio Ambiente” Prov. de Mendoza.
- Decreto N° 820/06 “Decreto reglamentario de la Ley N°5961”.
- Ley N°9003 “Ley de Procedimientos Administrativos” Prov. de Mendoza.
- Ley N°7722 “Minería. Procesos. Sustancias químicas prohibidas. Informe de Partida” Prov de Mendoza.
- Resolución Conjunta de la AAM N° 134/25 DM. Prov. de Mendoza.
- Resolución Conjunta N° 50/25 DPA. Prov. de Mendoza.

4.3 Documentación afectada

No Aplica.

5. RESPONSABILIDADES

No Aplica.

CNEA	Dictamen Sectorial - Programa de Hidrología Isotópica	IN-GA-HI 12 Rev.: 0 Página: : 4 de 6
-------------	--	--

6. DESARROLLO

6.1 Introducción

El presente Dictamen Sectorial refleja la opinión técnica del Programa de Hidrología Isotópica (PHI) de la Gerencia de Gestión Ambiental de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Se restringe a la temática de hidrología isotópica y toma como base la información disponible en el Informe de Impacto Ambiental de la etapa de Explotación (E/IIA) del Proyecto denominado “PSJ Cobre Mendocino” y el Dictamen Técnico emitido por la Fundación Universidad Nacional de Cuyo para dar cumplimiento con lo resuelto por la Dirección de Minera de fecha 28 de abril del corriente según la Resolución N°134/25-DIRECCIÓN DE MINERÍA y Resolución N°50/25-DIRECCIÓN DE GESTIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL.

La misión, objetivos y antecedentes del PHI se encuentran disponibles en el IF-2025-44145167-APN-GASNYA#CNEA. Se incorpora aquí evidencia basada en datos obtenidos mediante el Proyecto de Cooperación Técnica entre la CNEA y el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG/7/008 “Uso de Técnicas Isotópicas para la mejora de la gestión del recurso hídrico subterráneo”.

6.2 Estado de la cuestión

En el marco del Proyecto ARG/7/008 se realizaron dos campañas de muestreo de aguas superficiales y subterráneas en las cuencas de Yalguaraz y Uspallata, Mendoza (agosto 2016 y febrero 2017). Los análisis incluyeron isótopos estables (Deuterio, ^2H y Oxígeno 18, ^{18}O) y radiactivos (Tritio, ^3H y Carbono 14, ^{14}C). La interpretación de los datos y los resultados de isótopos estables son parte de la literatura científica (Ibañez et al., 2021; Lana et al., 2021). Cabe aclarar que las interpretaciones y conclusiones a las que se arribó se basan en un número de muestras escaso obtenidas a partir de un diseño de muestreo donde no fue considerado el Proyecto minero en cuestión. Esto hace que las apreciaciones y opiniones técnicas vertidas en este Dictamen Sectorial sean preliminares. Por caso, los pozos propiedad de la Empresa Minera San Jorge fueron muestreados solo en una oportunidad (febrero 2017). A continuación, se resumen las conclusiones generales del artículo Lana et al. (2021) que constituyen un marco de referencia para la discusión de los resultados del E/IIA y el Dictamen Técnico.

Las cuencas hidrológicas de Yalguaraz (YHB) y Uspallata (UHB) son cuencas elongadas, que se encuentran en una depresión tectónica Cenozoica (Neógeno y Cuaternario) y se formaron durante el último ciclo orogénico (Ciclo Andino). Ambas cuencas se encuentran delimitadas *superficialmente* por la elevación que forma el abanico aluvial del Arroyo El Tigre, proveniente de la ladera oriental de la Cordillera Principal (2340 metros sobre el nivel del mar; msnm). Cercano a este límite, 5 km hacia el sur, se encuentra una pequeña depresión llamada Barreal del Centro (2310 msnm), en la intersección de los abanicos aluviales que forman los A° El Tigre y El Chiquero, y por lo tanto recibe los aportes de la escorrentía de ambos. Hacia el norte de este Barreal se encuentra el posible límite *subterráneo* entre la cuenca de Yalguaraz al norte y la de Uspallata al sur. Las hipótesis que se plantearon en Lana et al. (2021) advierten que las principales fuentes de agua que abastecen los sistemas superficiales y subterráneos deben proceder de fuentes cuya composición isotópica sea homogénea a lo largo del año, como glaciares de escombros, glaciares blancos, glaciares cubiertos, entre otros. Esto permite afirmar que, tanto en YHB como en UHB, la recarga del sistema ocurre principalmente desde el sector occidental del valle y de grandes alturas, donde existen glaciares y permafrost rico en hielo. Estas fuentes se encuentran en alturas de recarga por encima de los 3900 msnm, lo que pone de relieve la importancia de la Cordillera Frontal como zona principal de recarga de las cuencas. La presencia de cursos de agua permanentes en el sector occidental y su composición isotópica similar a las muestras de aguas subterráneas (pozos y manantiales) confirman esta observación. Por otro lado, la influencia de la precipitación líquida se evidencia poco en la recarga del sistema y es representada por un enriquecimiento temporal de isótopos pesados durante el período estival.

CNEA	Dictamen Sectorial - Programa de Hidrología Isotópica	IN-GA-HI 12 Rev.: 0 Página: : 5 de 6
-------------	--	--

6.3 Análisis técnico

Del análisis técnico de la información obtenida del Proyecto ARG/7/008 se obtuvo una interpretación preliminar. El análisis de isótopos estables ($\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$) y radiactivos (^3H y ^{14}C) permite diferenciar las características de las aguas según su origen y evolución. Una de las agrupaciones identificadas presenta valores de $\delta^2\text{H}$ entre -80 y -87‰, y se localiza en las cabeceras de las subcuentas de los arroyos El Tigre (puntos de muestreo YTIG, PSJ01) y Chiquero (UT1). Esta misma composición isotópica también se detectó en el sector norte de la ciénaga de Yalguaraz y en otras vertientes cercanas. Los análisis de isótopos radiactivos en estos sitios muestran concentraciones elevadas en las cabeceras, tanto en Tritio como en Carbono 14 ($^3\text{H} = 4\text{-}5 \text{ UT}$ y $^{14}\text{C} = 95 \text{ \% pCM}$, respectivamente). En cambio, en la ciénaga de Yalguaraz, los valores de ^3H y ^{14}C disminuyen, lo que indica un mayor tiempo de residencia del agua. Esta tendencia se repite en todos los puntos muestreados dentro de la ciénaga.

Un segundo grupo de aguas, con una composición isotópica más empobrecida (-90 a -95 ‰ $\delta^2\text{H}$), está representada por el punto PSJ05, que se ubica al este de la Falla de la Fortuna (inferida), y por las vertientes del sector centro y sur de la ciénaga de Yalguaraz. En la cuenca de Uspallata, el punto más cercano con características similares es UACH 2 (Lat: -32,3516, Long: -69,3852), ubicado en el sector bajo de la subcuenca Chiquero. Debido a la distancia no es posible vincular este punto con los anteriores. En cuanto a los isótopos radiactivos, los valores en estas aguas, muestran una disminución con respecto a las cabeceras ($^3\text{H} = 2 \text{ UT}$ y $^{14}\text{C} = 80 \text{ \% pCM}$). En la ciénaga de Yalguaraz, como se mencionó previamente, los valores de ^3H tienden a cero y el ^{14}C disminuye notablemente (entre 30 y 60 ‰ pCM), lo que sugiere la presencia de aguas más antiguas, probablemente provenientes de la alta montaña por medio de flujos intermedios o profundos.

Por otra parte, en la cuenca de Uspallata, a partir del arroyo San Alberto se identifica un tercer grupo de aguas aún más empobrecidas ($\delta^2\text{H}$ entre -110 y -120 ‰). Estas características se mantienen hacia el sur, donde se mezclan con aguas que ingresan desde la ladera occidental de la precordillera. Los valores de isótopos radiactivos en la cabecera del arroyo San Alberto son similares a los registrados en otras cabeceras de la región. Sin embargo, hacia el sur, en la dirección del flujo y a la altura de la localidad de Uspallata, los valores disminuyen ($^3\text{H} = 1\text{-}2 \text{ UT}$ y $^{14}\text{C} = 70\text{-}80 \text{ \% pCM}$).

En conjunto, los isótopos estables de estas tres agrupaciones indican que el origen de las aguas que recargan estas cuencas corresponde a zonas de alta montaña. Las composiciones isotópicas sugieren que se trata de agua proveniente de la fusión de nieve y/o hielo glaciario a diferentes altitudes. En las cabeceras dominan las aguas jóvenes, mientras que en los sectores bajos de las cuencas —especialmente en pozos y ciénagas— predominan aguas más antiguas, asociadas a flujos profundos con origen también en la alta montaña.

En la cuenca de Yalguaraz, las distintas composiciones isotópicas se distribuyen en sectores bien definidos del área de estudio. El grupo con valores menos empobrecidos se ubica en el sector oeste y norte de la cuenca, vinculado a las descargas del arroyo El Tigre desde la cabecera, que afloran en el norte de la ciénaga de Yalguaraz y en vertientes cercanas. En el sector este, dentro del valle separado por la Falla de la Fortuna y el bloque Alto Yalguaraz, se detecta el grupo más empobrecido, cuya composición sugiere la presencia de un acuífero alimentado por flujos más profundos provenientes de la alta montaña, con descargas hacia el norte, en el sector centro y sur de la ciénaga de Yalguaraz. Sin embargo, no es posible delimitar con precisión los límites ni la continuidad de este sistema hacia el sur, debido a la escasa cantidad de pozos y puntos de muestreo disponibles. Además, los estudios geofísicos realizados hasta ahora no permiten confirmar claramente la existencia de un alto estructural que separe ambas cuencas, ni la continuidad hacia el sur de la Falla de la Fortuna.

6.4 Conclusiones

La distribución de los puntos de muestreo (pozos, puntos para agua superficial, sondeos eléctricos verticales, SEVs y transientes electromagnéticos, TEMs) corresponde a un diseño de

IF-2025-54491960-APN-GASNYA#CNEA

CNEA	Dictamen Sectorial - Programa de Hidrología Isotópica	IN-GA-HI 12 Rev.: 0 Página: : 6 de 6
-------------	--	--

muestreo que buscó responder a determinados objetivos y evaluación de hipótesis (por parte de la minera y del Proyecto ARG/7/008). Es así que la información obtenida no sería suficiente para esclarecer el comportamiento del sistema en el límite de las cuencas Yalguaraz-Uspallata. La falta de resolución espacial y temporal de los datos en el sitio de interés impiden visualizar la eventual continuidad o separación del acuífero entre las cuencas en cuestión.

En base a lo expuesto y con el objetivo de conocer en profundidad la dinámica hidrológica de la zona en estudio se propone:

1. Incorporar puntos de muestreo de aguas superficiales de manera que abarquen la zona entre SEV4 y el Barreal del Centro.
2. Incorporar puntos de muestreo de aguas subterráneas de manera que abarquen la zona entre SEV4 y el Barreal del Centro.
3. Analizar tanto propiedades físico-químicas como isotópicas estables (D, ^{18}O , ^{34}S , ^{15}N , ^{13}C) y radiactivas (^3H , ^{14}C).
4. Ampliar los estudios geofísicos de la zona mediante SEVs y TEMs.

En particular: es necesario contar con mayor número de puntos de muestreo y una serie temporal más prolongada en esta zona baja (cercanos a la Ruta Provincial 149), entre el SEV 4 y el Barreal del Centro. Estos nuevos puntos de muestreo pueden obtenerse a través de nuevos piezómetros y realizando muestreos de vertientes que afloran en el sector del Barreal del Centro y sus alrededores. Estos servirían además para mejorar el monitoreo durante la operación de la minera.

Si bien los estudios geofísicos sugieren la presencia de un alto estructural al este del cerro Fortuna, aproximadamente entre el SEV 4 y SEV 7, es necesaria una mayor densidad de SEVs y TEMs en la zona para visualizar si existe un alto estructural que desconecte ambas cuencas.

Los estudios realizados en la zona por el Proyecto ARG/7/008 no contienen información suficiente en el sector bajo, donde se encuentra el límite entre las cuencas de Yalguaraz y Uspallata. Esto se debe principalmente a que no existen puntos de muestreo en la zona donde se podría detectar la posible conexión. Todos los puntos de muestreo se ubican en zonas altas y medias de la cuenca, lo que describe las características del agua que recarga cada una (o subcuenca). En la zona pedemontana, donde podría darse la conexión subterránea, no hay puntos de muestreo, por lo cual no es posible evaluarlo.

Se necesita generar un mayor volumen de datos, por lo que se propone realizar nuevas campañas de caracterización isotópica con los nuevos puntos de muestreo sugeridos de la zona baja. Se recomienda la medición de isótopos estables como Deuterio, Oxígeno 18, Azufre 34 y Nitrógeno 15, e isótopos radiactivos como Tritio y Carbono 14; así como continuar con el muestreo isotópico de agua de lluvia. El muestreo y análisis isotópico se deberá acompañar con la química convencional para obtener resultados más robustos.

7. REGISTROS

No aplica.

8. ANEXOS

No aplica.



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico firma conjunta

Número: IF-2025-54491960-APN-GASNYA#CNEA

CIUDAD DE BUENOS AIRES

Jueves 22 de Mayo de 2025

Referencia: Dictamen Sectorial-PHI

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 6 pagina/s.

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.05.21 15:54:27 -03:00

Santiago Heguilor
Analista
Gerencia de Área Seguridad Nuclear y Ambiente
Comisión Nacional de Energía Atómica

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.05.21 16:02:01 -03:00

Alejandro Cane
Técnico Profesional
Gerencia de Área Seguridad Nuclear y Ambiente
Comisión Nacional de Energía Atómica

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.05.21 16:02:52 -03:00

Noelia Romina Sileo
Jefa IV
Gerencia de Área Seguridad Nuclear y Ambiente
Comisión Nacional de Energía Atómica

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.05.21 16:33:35 -03:00

Luciana Susana Crespo
Jefa de División
Gerencia de Área Seguridad Nuclear y Ambiente
Comisión Nacional de Energía Atómica

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.05.21 16:35:21 -03:00

Ileana Carolina Alcaide
Analista
Gerencia de Área Seguridad Nuclear y Ambiente
Comisión Nacional de Energía Atómica

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.05.22 11:17:04 -03:00

E/E Helga Goulart
Jefa de Departamento
Gerencia de Área Seguridad Nuclear y Ambiente
Comisión Nacional de Energía Atómica

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL
ELECTRÓNICA - GDE
Date: 2025.05.22 11:17:06 -03:00



Gobierno de la Provincia de Mendoza
República Argentina

Hoja Adicional de Firmas
Anexo

Número:

Mendoza,

Referencia: DS de CNEA EX-2025-00278264- -GDEMZA-MINERIA

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 7 pagina/s.