

CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE

VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS

**CS-064 SERVICIO DE MONITOREO HÍDRICO Y
METEOROLÓGICO, PERIODO 2021-2022
PROYECTO RAJO INCA**

4600019896-06310-INFSU-000035

**MEDICIONES DE NIVELES FREÁTICOS
PIEZOMETRÍA (CONSEJO DE DEFENSA DEL ESTADO)
SALAR DE PEDERNALES
JUNIO 2022**

0	22-06-22	REVISION CODELCO	PB	MBR	CBG	ROL
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REVISADO POR	APROBADO POR	APROBADO POR
			AGQ CHILES.A.			CODELCO
						Pág. 1 de 23
		4600019896-06310-INFSU-000035				Rev.0

Monitoreo hídrico y meteorológico 2021-2022

Medición de niveles freáticos Salar de Pedernales

2022



Junio 2022

1001_AGQ_PiezCDE_Junio2022_SPED_v0

Índice

Resumen Ejecutivo	6
1 Introducción	7
1.1 Objetivos	7
2 Antecedentes.....	8
3 Metodología	11
3.1 Medición de niveles de agua	11
3.2 Fechas de muestreo, medición, análisis y/o control de cada parámetro	11
3.3 Instalación de sensores de medición continua.....	11
4 Resultados.....	13
4.1 Niveles de agua.....	13
5 Discusión de resultados	14
5.1 Evolución temporal en los puntos de seguimiento	14
5.2 Evolución temporal en los puntos de control.....	18
5.3 Evolución temporal en puntos de monitoreo continuo.....	19
6 Conclusiones.....	21
7 Referencias.....	22
Anexo A. Compromisos Ambientales	23
Anexo B. Certificaciones ETFA	23
Anexo C. Niveles, formato SMA	23
Anexo D. Certificados de terreno	23
Anexo E. Esquemas de habilitación	23

Índice de Tablas

Tabla 2-1: Puntos de seguimiento correspondientes a 20 pozos establecidos en el Avenimiento.	8
Tabla 2-2: Valores Umbrales en puntos de control del PSAV.	10
Tabla 3-1: Características de los sensores de medición continua instalados en la Cuenca del Salar de Pedernales.	12
Tabla 4-1: Medición de nivel de agua en los puntos de monitoreo año 2022.	13

Índice de Figuras

Figura 2-1: Ubicación puntos de monitoreo establecidos en el Avenimiento en la cuenca Salar de Pedernales.....	9
Figura 5-1: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento CP-01A, CP-03A, CP-04A y CP-06.	14
Figura 5-2: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento CP-08, CP-09, CP-10 y CP-13.	15
Figura 5-3: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento PE-2, SON-2, SON-5 y SON-6.	16
Figura 5-4: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento SPX-1, SPX-2, SPX-3 y SPX-4.	17
Figura 5-5: Profundidad de nivel en el punto de seguimiento SPX-5.	17
Figura 5-6: Profundidad de nivel en los puntos de control P-4a y P-19a.....	18
Figura 5-7: Registro continuo de la profundidad de nivel en los puntos de control P-4a y P-19a.	19
Figura 5-8: Registro continuo de la profundidad de nivel en los puntos de seguimiento CP-06, CP-08, CP-09 y CP-10.	20
Figura 5-9: Registro continuo de la profundidad de nivel el punto de seguimiento CP-13.	20

Resumen Ejecutivo

El presente informe incluye los resultados del monitoreo efectuado en el marco del acuerdo de Avenimiento y transacción con el Consejo de Defensa del Estado (CDE) en la Cuenca Salar de Pedernales entre enero y mayo 2022. El principal objetivo del informe es cumplir con el Plan de Seguimiento y Alerta Temprana en el control de las aguas subterráneas del sector Salar de Pedernales (Proyecto Rajo Inca) en lo que respecta al control piezométrico de los puntos adicionales establecidos en el marco de acuerdo de Avenimiento y Transacción con el CDE.

El análisis del comportamiento de los niveles de agua indica que los puntos de control P-4a y P-19a presentan mediciones de la profundidad del nivel por sobre los Valores Umbrales definidos en el Avenimiento con el CDE, cumpliendo con los compromisos adoptados. Además, en el resto de los puntos comprometidos no se observan variaciones significativas de los niveles de agua medidos.

1 Introducción

La División Salvador (DSAL) de Codelco Chile se encuentra ubicada en la Región de Atacama, comuna de Diego de Almagro, a 5,2 kilómetros de la ciudad El Salvador. DSAL se comprometió mediante un Plan de Seguimiento Ambiental Voluntario (PSAV), al monitoreo de las Aguas Subterráneas de la cuenca Salar de Pedernales, con la finalidad de garantizar la conservación de las actuales zonas de vegetación activas del tipo SVAHT localizadas al suroeste del salar, así como controlar la extensión del cono de depresión de los pozos de bombeo asociados al Proyecto Rajo Inca (PRI), aprobado mediante la Resolución Exenta N°19 del 28 de febrero de 2020 en su considerando 13.1.

Posteriormente a la aprobación del Proyecto Rajo Inca, y con motivo del Avenimiento entre el Consejo de Defensa del Estado (CDE) y Codelco, se estableció en la Medida H-03 de dicho acuerdo una complementación del PSAV del PRI a partir de la incorporación de 19 nuevos puntos de seguimiento y de 2 puntos de control adicionales (todos estos documentos son incluidos en el Anexo A).

El presente documento consolida las mediciones mensuales realizadas desde enero del 2022 hasta mayo de 2022 de los puntos adicionales al PSAV establecidos en el Avenimiento con el CDE. La frecuencia de monitoreo comprometida en el PRI es mensual y la entrega a la información a la autoridad es de carácter semestral.

Además, cabe mencionar que AGQ, encargada de las mediciones de piezometría en dichos puntos, se trata de una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) debidamente inscrita en el registro de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y que cuenta con las resoluciones exentas pertinentes, adjuntas en el Anexo B, para la correcta ejecución de los trabajos.

1.1 Objetivos

El presente informe tiene como objetivo cumplir con el control de las aguas subterráneas del sector Salar de Pedernales (Proyecto Rajo Inca) en lo que respecta al control piezométrico de los puntos adicionales incorporados en el Avenimiento con el CDE.

2 Antecedentes

Como parte de los compromisos establecidos en el marco del acuerdo de Avenimiento y transacción con el Consejo de Defensa del Estado, se incluye la realización de un monitoreo de los niveles de agua de forma mensual en 20 puntos adicionales al Plan de Seguimiento Ambiental Voluntario (PSAV) del Proyecto Rajo Inca (PRI) (Tabla 2-1).

Por otra parte, el PSAV incluye la instalación de sensores de medición continua, los cuales registrarán dos veces al día el nivel de agua en los pozos de monitoreo (actualmente se dispone de dicha instalación en 7 de los puntos establecidos en el Avenimiento).

Tabla 2-1: Puntos de seguimiento correspondientes a 20 pozos establecidos en el Avenimiento.

Nombre punto	Este WGS84 (m)	Norte WGS84 (m)	Cota (m s.n.m.)	Frecuencia de medición
P-19a	480.343	7.08.5060	3.375	Mensual y Continua
P-4a	481.828	7.086.312	3.375	Mensual y Continua
SON-2	485.289	7.097.426	3.357	Mensual
SON-5	487.638	7.100.959	3.358	Mensual
SON-6	483.695	7.101.915	3.352	Mensual
SPX-1	504.367	7.078.540	3.799	Mensual
SPX-2	503.621	7.080.589	3.746	Mensual
SPX-3	503.078	7.082.724	3.678	Mensual
SPX-4	502.055	7.085.337	3.610	Mensual
SPX-5	500.331	7.087.643	3.541	Mensual
CP-04a	493.781	7.051.547	3.723	Mensual
CP-06	493.449	7.043.350	3.807	Mensual y Continua
CP-13	492.131	7.038.887	3.875	Mensual y Continua
CP-01A	494.111	7.058.035	3.670	Mensual
CP-09	504.870	7.058.107	3.944	Mensual y Continua
CP-08	503.724	7.038.660	4.037	Mensual y Continua
P-2	482.731	7.089.164	3.365	Mensual
PE-2	491.723	7.089.578	3.427	Mensual
CP-03A	504.990	7.068.033	3.812	Mensual
CP-10	519.261	7.047.649	4.224	Mensual y Continua

La ubicación de los puntos de monitoreo se presenta en la Figura 2-1 y los esquemas de habilitación de cada uno de ellos se encuentran en el Anexo E.

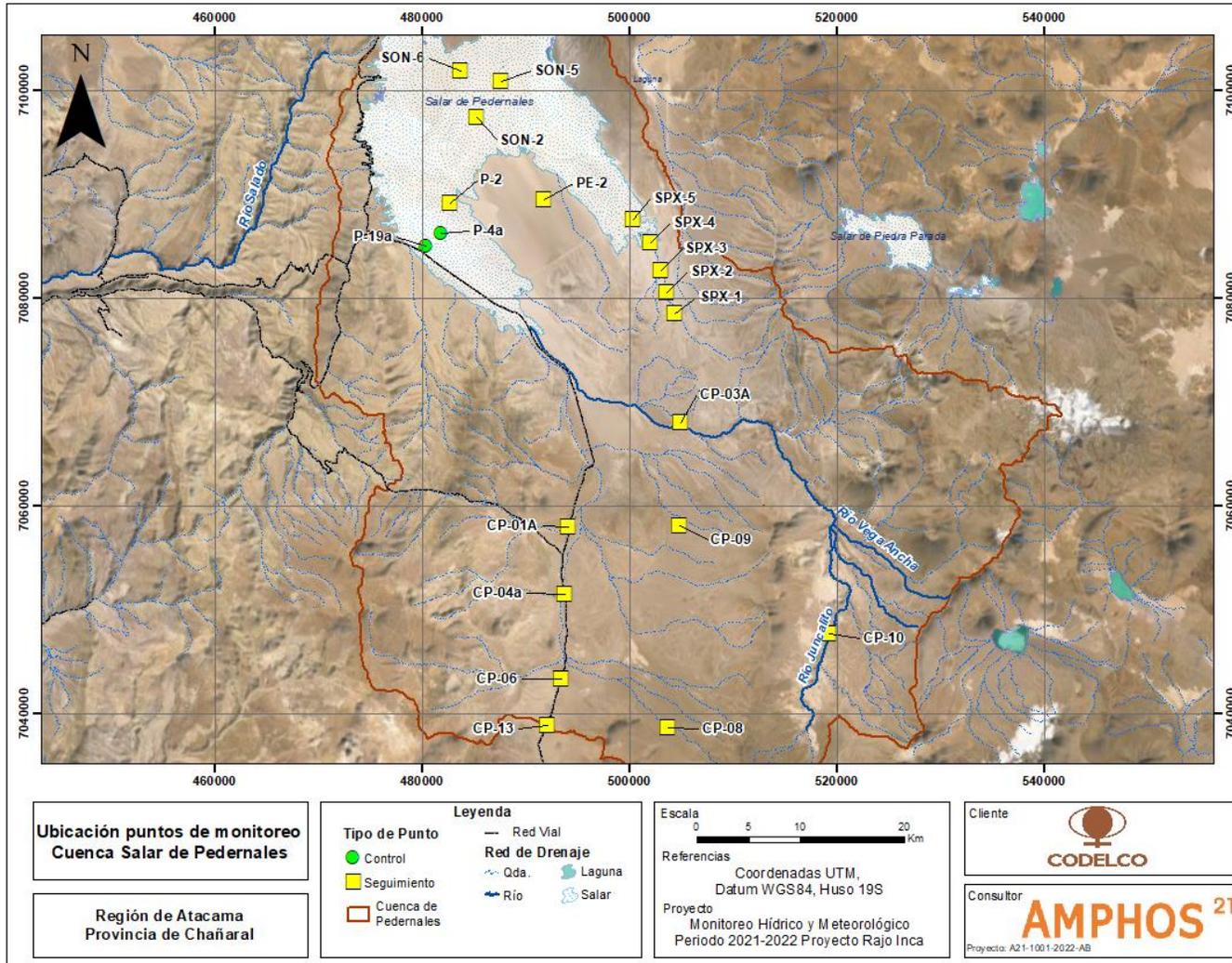


Figura 2-1: Ubicación puntos de monitoreo establecidos en el Avenimiento en la cuenca Salar de Pedernales.

Por otro lado, en el marco del acuerdo de avenimiento y transacción con el Consejo de Defensa del Estado (CDE), se estableció la incorporación de 2 pozos de control correspondientes a los puntos P-19a y P-4a. Para dichos puntos, se establecieron valores umbrales de la profundidad de nivel (Tabla 2-2), empleando los criterios establecidos por la DGA en el Ord. N°29/2020.

Tabla 2-2: Valores Umbrales en puntos de control del PSAV.

Nombre	VUM (m b.n.t.)
P-4a	19,2
P-19a	20,4

3 Metodología

3.1 Medición de niveles de agua

Los trabajos de terreno de medición de niveles han sido realizados por la empresa ETFA AGQ.

El nivel freático en las aguas subterráneas se mide con pozómetro contrastado. La medición en “metros bajo el punto de medición” (m b.p.m.) es milimétrica y se verifica, al menos, dos veces antes de anotar el valor en el registro. El nivel freático puede ser estático o dinámico, siendo necesario consignar esto en el registro.

Los puntos de monitoreo donde no se logra detectar a qué nivel se encuentra el espejo de agua al interior de los piezómetros, se informan en Constancias de Terreno, donde se presenta la justificación por la visita realizada al punto de monitoreo sin obtener la medida requerida, ya sea porque el punto se encuentra dañado, seco, obstruido o congelado. En general, estas son las principales causas derivadas del reconocimiento y control de puntos.

3.2 Fechas de muestreo, medición, análisis y/o control de cada parámetro

La frecuencia de medición para los niveles de agua de sector Salar de Pedernales es mensual y la entrega de la información a la autoridad es semestral.

El presente reporte consolida las mediciones mensuales realizadas desde enero de 2022 hasta mayo de 2022, con el objetivo de presentar ante el CDE los resultados recopilados durante el año 2022.

3.3 Instalación de sensores de medición continua

Para el control continuo de los niveles se instalaron sensores tipo CTD-Diver de presión. Los pozos reportados en este informe donde se encuentran instalados dichos sensores se presentan en la Tabla 3-1, indicando el tipo de sensor instalado y la profundidad de instalación. La frecuencia de medición de estos instrumentos es de entre 3 y 12 horas, considerando como mínimo dos medidas diarias.

Tabla 3-1: Características de los sensores de medición continua instalados en la Cuenca del Salar de Pedernales.

Nombre	Modelo CDT-Diver	Profundidad de instalación (m b.n.t.)
P-19a	DI271 (10 m)	21,00
P-4a	DI271 (10 m)	21,12
CP-06	DI701	49,34
CP-08	DI801	218,00
CP-09	DI801	138,52
CP-10	DI801	10,07
CP-13	DI801	116,44

Los datos de presión informados en metros de columna de agua son corregidos con los datos medidos de la presión atmosférica. Estos son registrados por instrumentos Baro-Divers (modelo DI 800) y que se encuentran instalados en los piezómetros CP-08, CP-10, CP-13 y P-4a, correspondiente al modelo. Estos datos son representativos en un radio de 15 km, distancia que varía si la topografía del sector se mantiene homogénea.

Los datos corregidos son transformados a profundidad de nivel de agua considerando las diferencias entre las mediciones continuas del sensor, las cuales son aplicadas directamente a la profundidad de instalación del instrumento. Si se observan saltos en el registro continuo, debido a cambios de la profundidad de instalación entre campañas, la diferencia es aplicada en todo el mes en que se observa esa diferencia.

Además, para el caso de los piezómetros donde el nivel se encuentra somero al nivel de terreno, los datos son calibrados utilizando el nivel medido en el mes de muestreo. Esto se debe a que, al utilizar la profundidad de instalación del sensor, se observa una diferencia significativa, considerando los niveles más superficiales que se registran en estos puntos y la diferencia de densidades.

4 Resultados

4.1 Niveles de agua

En el 2022 se han realizado 100 mediciones del nivel de manera manual en el sector del Salar de Pedernales entre enero y mayo 2022 en los puntos establecidos en el Avenimiento con el CDE. Los resultados son presentados en la Tabla 4-1, donde se indican el mes de la medición y las mediciones del nivel de agua. Los datos se presentan adjuntos en el Anexo C en el formato que la SMA exige y en el Anexo D las constancias de medición de terreno de la ETFA.

Tabla 4-1: Medición de nivel de agua en los puntos de monitoreo año 2022.

Pozo	Umbral (m b.n.t)	Medición nivel de agua (m b.n.t.)				
		ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22
CP-01A	N/A	11,795	11,805	11,792	57,313	11,798
CP-03A	N/A	26,317	26,402	26,462	26,567	26,795
CP-04A	N/A	58,114	58,126	58,105	58,133	58,106
CP-06	N/A	41,458	41,463	41,448	41,469	41,450
CP-08	N/A	216,946	216,952	216,908	216,905	216,955
CP-09	N/A	133,008	133,008	132,996	133,001	132,985
CP-10	N/A	0,390	0,391	0,388	0,401	0,371
CP-13	N/A	111,451	111,437	111,433	111,450	111,429
P-19a	20,4	17,505	17,476	17,450	17,438	17,417
P-2	N/A	Seco	Seco	Obstruido	Obstruido	Obstruido
P-4a	19,2	16,577	16,554	16,542	16,522	16,502
PE-2	N/A	64,191	64,188	64,191	64,140	64,188
SON-2	N/A	7,127	7,125	7,120	7,141	7,154
SON-5	N/A	3,320	3,309	3,288	3,310	3,329
SON-6	N/A	1,585	1,563	1,550	1,578	1,597
SPX-1	N/A	61,710	81,698	61,708	61,685	61,682
SPX-2	N/A	56,335	56,325	56,350	56,313	56,308
SPX-3	N/A	22,789	22,769	22,779	22,763	22,770
SPX-4	N/A	18,388	18,372	18,379	18,365	18,360
SPX-5	N/A	71,928	71,921	71,936	72,045	72,130

N/A: no aplica valor umbral piezométrico ya que se tratan de puntos de seguimiento.

5 Discusión de resultados

5.1 Evolución temporal en los puntos de seguimiento

Las mediciones efectuadas de niveles freáticos de agua subterránea, desde la campaña de enero de 2022 hasta la campaña de mayo 2022 en los puntos considerados para el plan de monitoreo del Salar de Pedernales establecidos en el Avenimiento con el CDE, son presentadas en las siguientes figuras (Figura 5-1 a Figura 5-5).

Al respecto, como se puede observar, los puntos monitoreados no presentan variaciones significativas durante el período de tiempo analizado. Únicamente, se registran descensos puntuales en los puntos SPX-1 y CP-01A en febrero y abril 2022 respectivamente, así como un ascenso puntual en el punto CP-10 en mayo 2022.

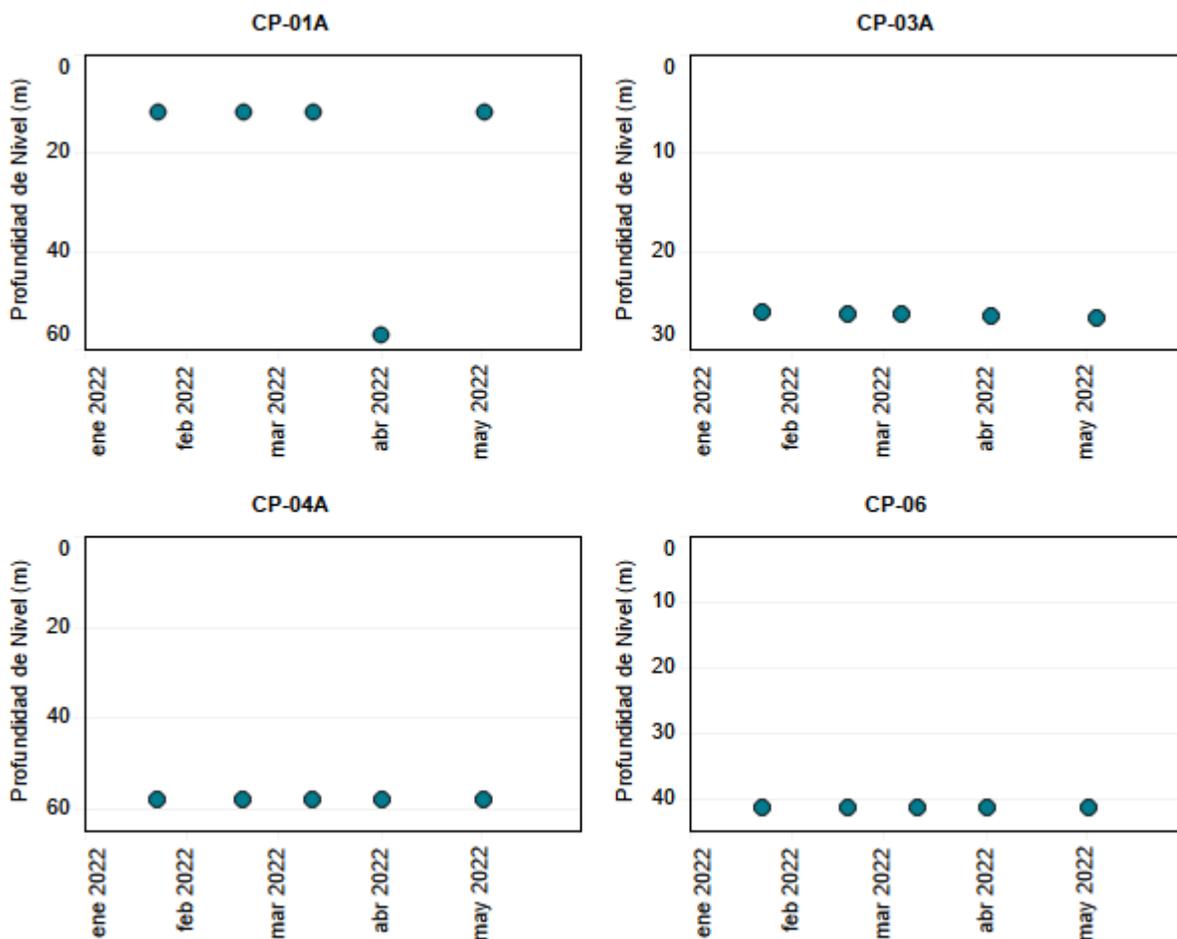


Figura 5-1: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento CP-01A, CP-03A, CP-04A y CP-06.

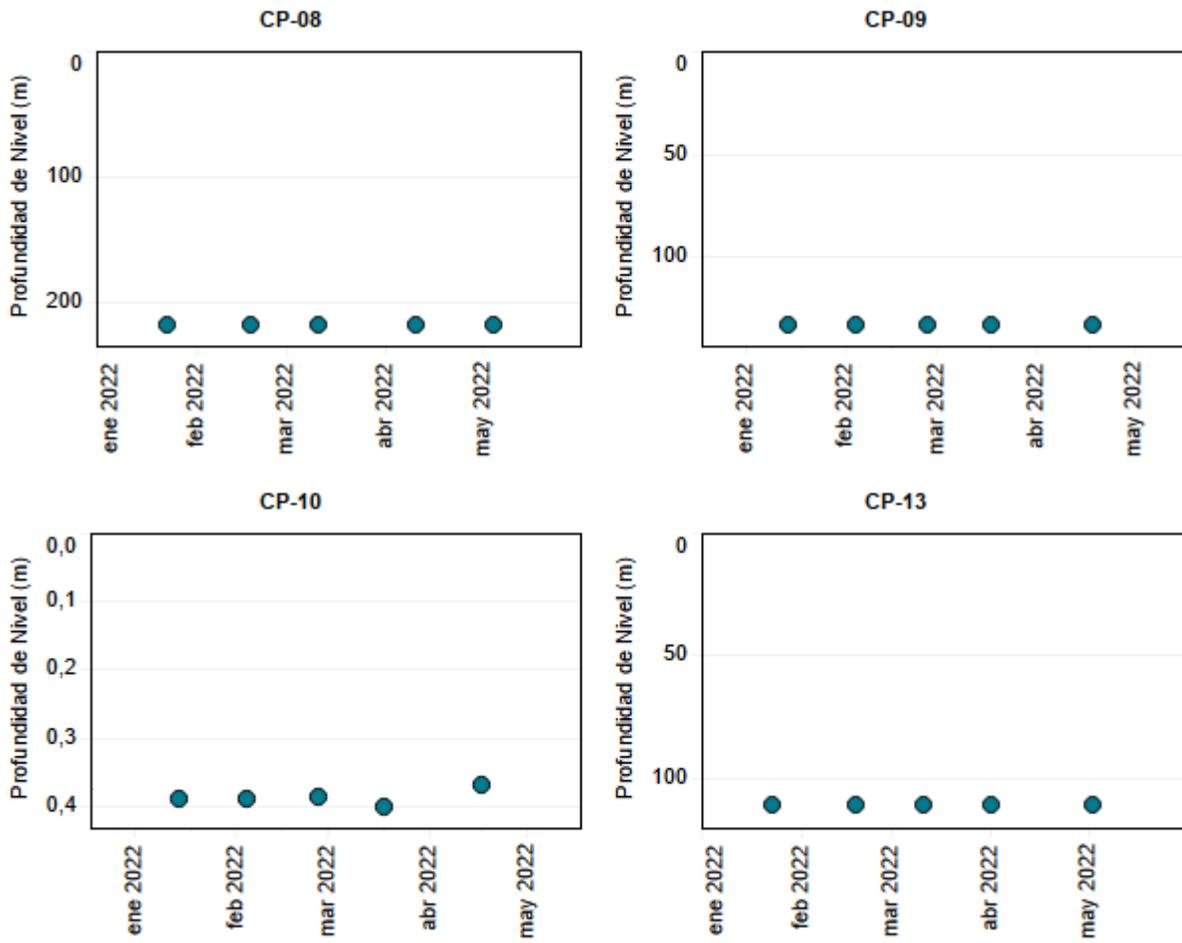


Figura 5-2: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento CP-08, CP-09, CP-10 y CP-13.

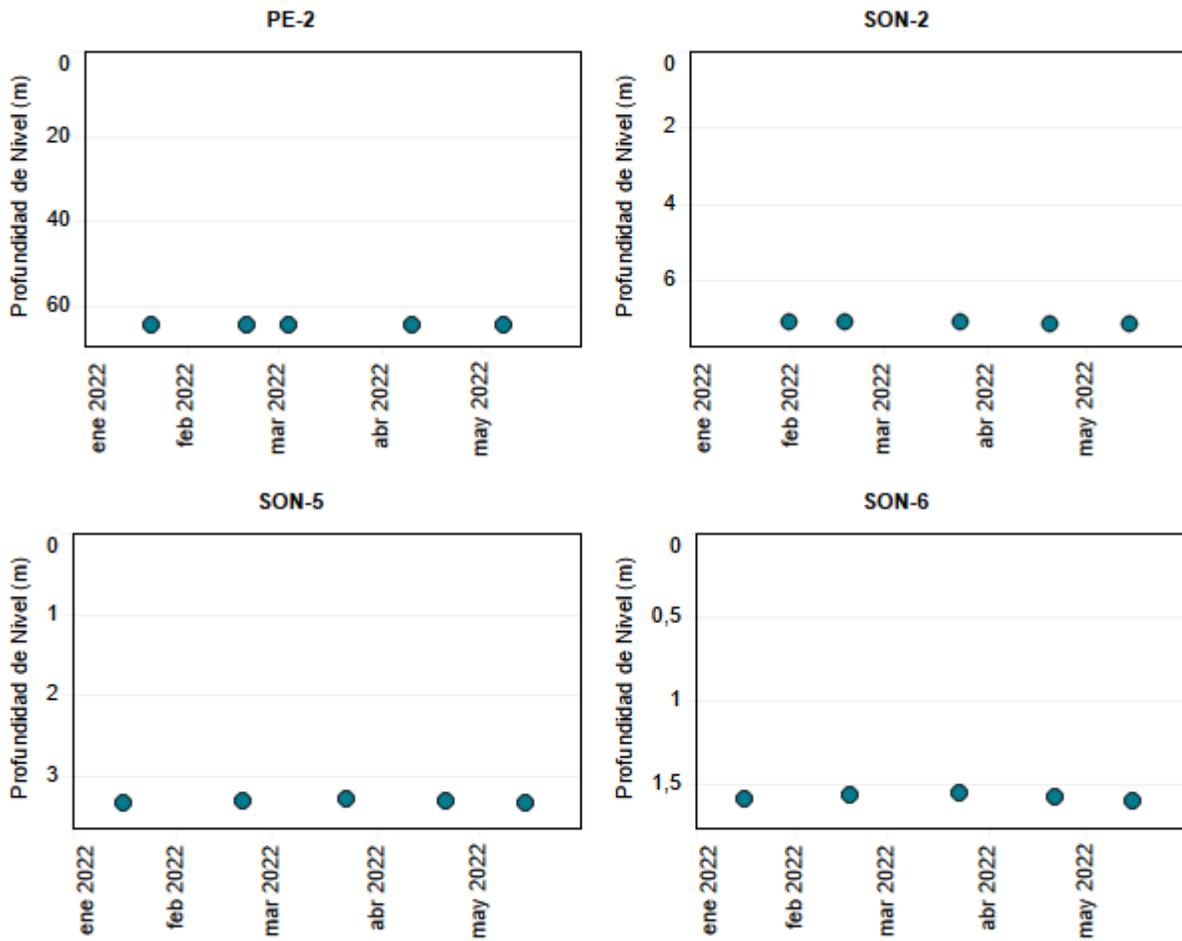


Figura 5-3: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento PE-2, SON-2, SON-5 y SON-6.

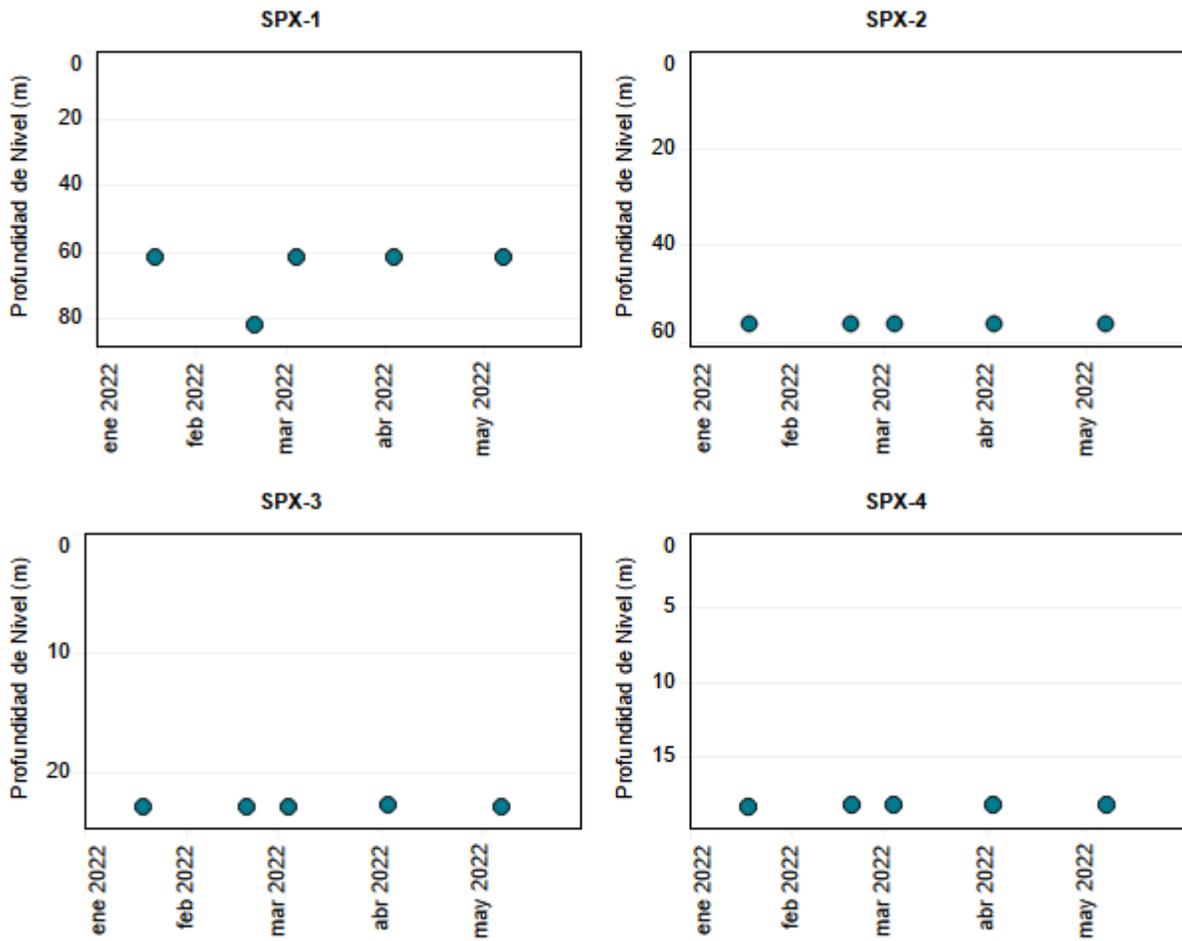


Figura 5-4: Profundidad de nivel en los puntos de seguimiento SPX-1, SPX-2, SPX-3 y SPX-4.

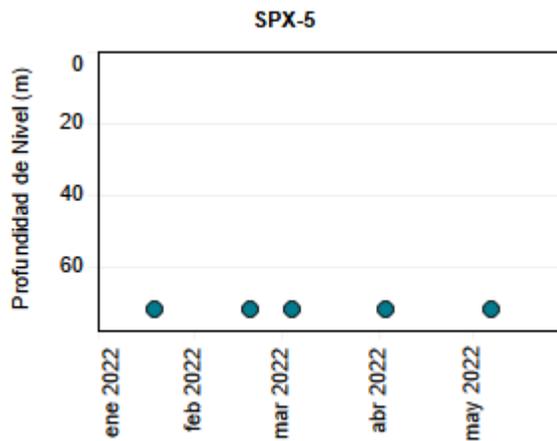


Figura 5-5: Profundidad de nivel en el punto de seguimiento SPX-5.

5.2 Evolución temporal en los puntos de control

Las mediciones efectuadas de niveles freáticos de agua subterránea, desde la campaña de enero 2022 hasta la campaña de mayo 2022, en los 2 puntos de control establecidos en el Avenimiento con el CDE en la cuenca del Salar de Pedernales son presentadas en la Figura 5-6.

Al respecto, la profundidad de los niveles en los dos pozos de control se ha mantenido sobre los valores umbrales establecidos en el acuerdo de Avenimiento.

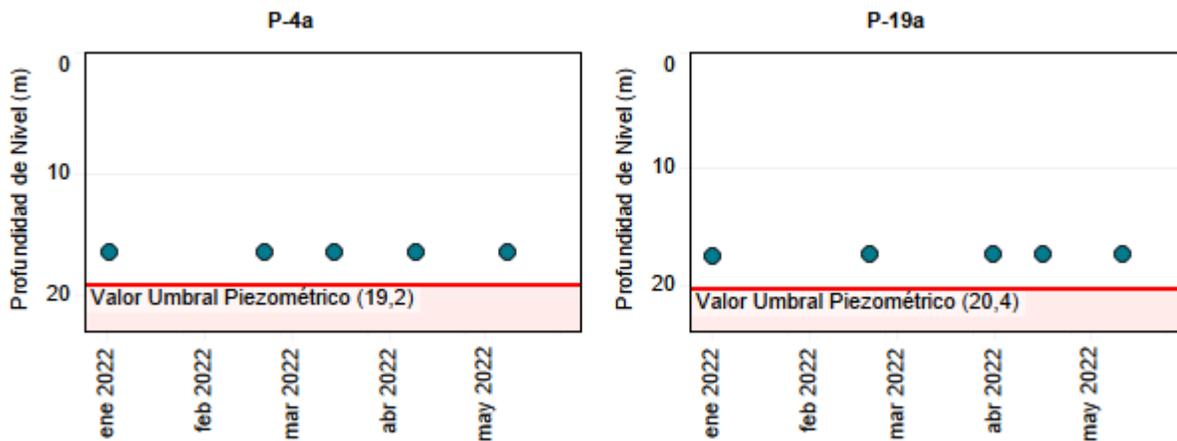


Figura 5-6: Profundidad de nivel en los puntos de control P-4a y P-19a.

5.3 Evolución temporal en puntos de monitoreo continuo

Las mediciones descargadas desde los equipos instalados en los 7 piezómetros del Salar de Pedernales establecidos en el Avenimiento, correspondientes a los niveles de agua subterránea desde enero 2022 hasta la campaña de mayo de 2022, son presentadas en la Figura 5-7, Figura 5-8 y Figura 5-9. Además, se incorporan en las figuras las mediciones mensuales realizadas por AGQ (en naranja).

Al respecto, los niveles medidos en los pozos no presentan variaciones significativas durante el año 2022. Únicamente se observan ligeros ascensos de nivel, desde enero hasta mayo 2022, en los puntos P-4a y P-19a, de 0,08 m y 0,1 m respectivamente.

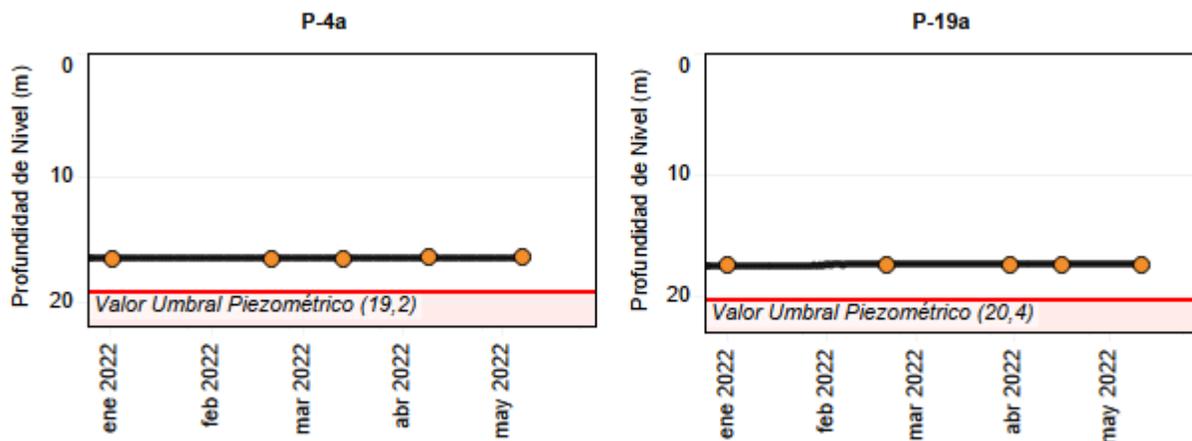


Figura 5-7: Registro continuo de la profundidad de nivel en los puntos de control P-4a y P-19a.

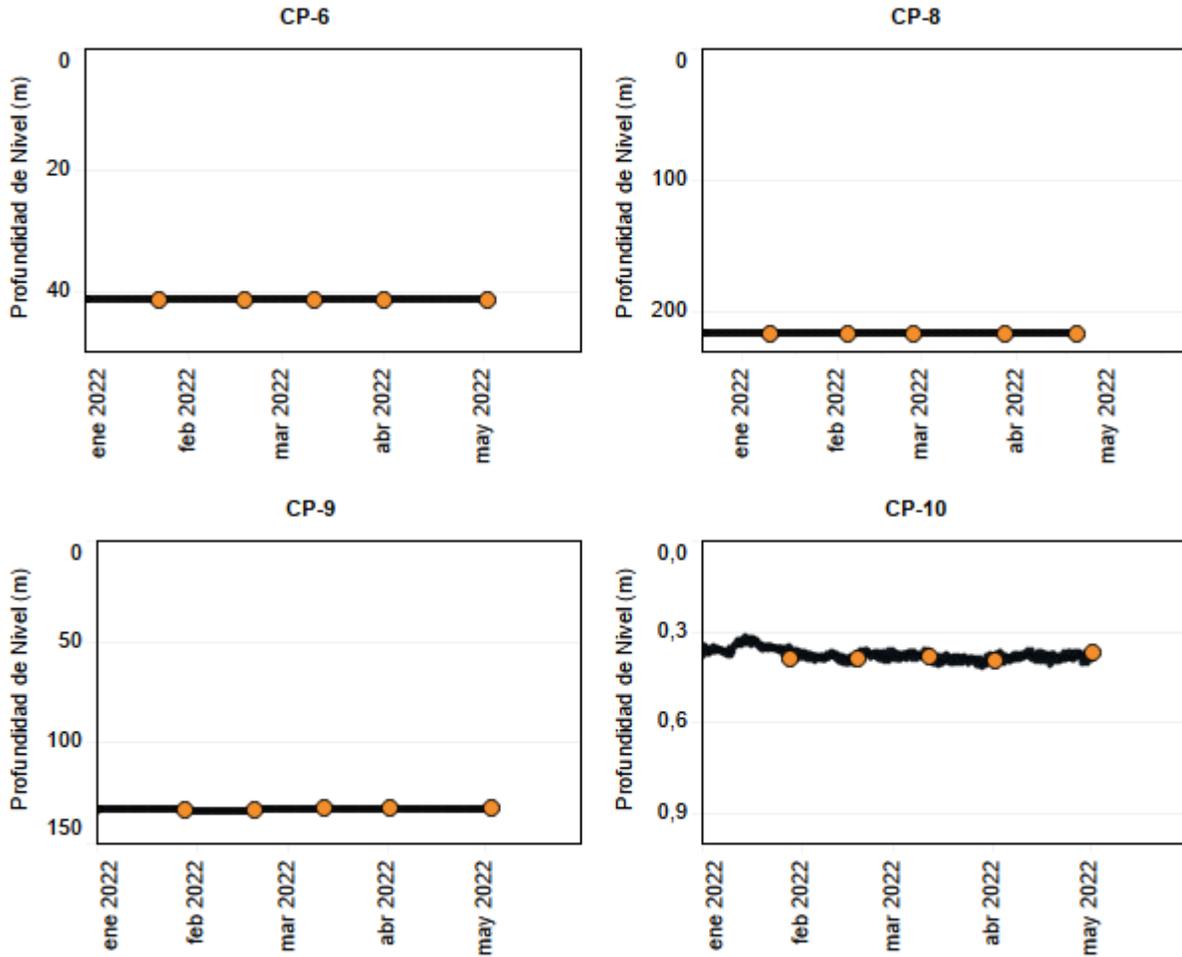


Figura 5-8: Registro continuo de la profundidad de nivel en los puntos de seguimiento CP-06, CP-08, CP-09 y CP-10.

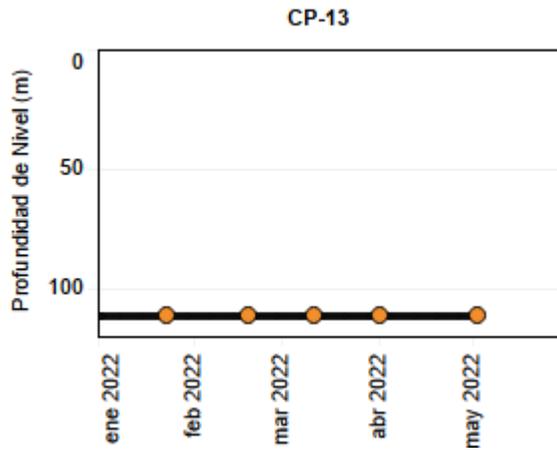


Figura 5-9: Registro continuo de la profundidad de nivel el punto de seguimiento CP-13.

6 Conclusiones

Las campañas de medición que se incluyen en el presente informe fueron realizadas en terreno entre los meses de enero de 2022 y mayo de 2022. Las mediciones fueron llevadas a cabo por inspectores ambientales de AGQ, autorizados para los alcances de medición en aguas subterráneas.

Durante las actividades mensuales, se considera un programa de mediciones con 20 puntos, que corresponden a aquellos incorporados por Codelco debido al Avenimiento con el CDE.

Las mediciones del nivel freático se realizan de manera exitosa en los puntos de monitoreo definidos en el Avenimiento.

Se realiza la descarga mensual desde enero a mayo 2022, de los equipos instalados en 7 de los puntos de monitoreo. Estos datos son calibrados utilizando el valor de nivel medido en la campaña actual.

De acuerdo con el Plan de Seguimiento Ambiental Voluntario (PSAV) en la Cuenca de Pedernales, los puntos de control P-4a y P-19a presentan mediciones de la profundidad del nivel de agua por sobre los valores umbrales definidos, cumpliendo con los compromisos establecidos en el Avenimiento.

7 Referencias

- Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N.º 19/2020. Proyecto Rajo Inca.
- Apéndice 1 del Anexo 1-2 Adenda Excepcional EIA Proyecto Rajo Inca. Plan de Seguimiento y Plan de Alerta Temprana Pedernales.
- GP Consultores Ltda. (2021) Medición de Niveles Freáticos Piezometría (Mensual) Salar de Pedernales enero 2021. Código Informe 4400253014-06310-INFSU-00014.
- Gestión Ambiental Consultores (2019) Anexo 8-4 Adenda 1 EIA Proyecto Rajo Inca. Esquema de los Pozos y Punteras en Salar de Pedernales.
- CDE-CODELCO (2020). Supuestos y medidas adoptadas por Codelco en el marco del acuerdo de avenimiento y transacción con el Consejo de Defensa del Estado. Causa Rol D-7-2020, Primer Tribunal Ambiental.

Anexo A. Compromisos Ambientales

Anexo B. Certificaciones ETFA

Anexo C. Niveles, formato SMA

Anexo D. Certificados de terreno

Anexo E. Esquemas de habilitación