



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Medidas Procedimentales

CANDELARIA OJOS DEL SALADO

DFZ-2024-2014-III-MP

JULIO 2024

	Nombre	Firma
Aprobado	CLAUDIA PASTORRE HERRERA	X _____ CLAUDIA PASTORE HERRERA Jefa División de Fiscalización
Elaborado	FELIPE SÁNCHEZ ARAVENA	X _____ FELIPE SÁNCHEZ ARAVENA Jefe Oficina SMA Región de Atacama



Contenido	
Contenido	1
1 RESUMEN	2
2 IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE	4
2.1 Antecedentes Generales	4
2.2 Ubicación y Layout	4
3 INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL QUE ORIGINAN LA DICTACIÓN DE MEDIDAS URGENTES Y TRANSITORIAS	5
4 ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN	5
4.1 Aspectos relativos a la ejecución de la Inspección Ambiental	5
4.1.1 Ejecución de la inspección	5
No aplica	5
4.2 Revisión Documental	5
4.2.1 Documentos Revisados	5
5 HECHOS CONSTATADOS	6
6 CONCLUSIÓN	28
7 ANEXOS	28



1 RESUMEN

El presente documento da cuenta de los resultados de la actividad de fiscalización ambiental realizada por la Superintendencia de Medio Ambiente a la unidad fiscalizable “Candelaria – Ojos del Salado”, localizada en la comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama. La actividad de fiscalización correspondió a un examen de información.

El motivo de la actividad de fiscalización ambiental se originó a partir de la dictación de medida urgente y transitoria adoptada por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Resolución Exenta N°1899 de fecha 15 de noviembre del año 2023, por un plazo de 20 días corridos, en virtud de lo establecido en el artículo 3 letra g) de la LO-SMA y artículo 32 de la Ley N°19.880. Lo anterior en el marco del procedimiento sancionatorio ROL D-207-2023, y en atención del cargo N°2 “*Modificación de la infraestructura minera ambientalmente evaluada generando afectación en el acuífero del río Copiapó, lo que se constata en: i) modificación del sistema de drenaje de Mina Alcaparroso, destinado a manejar el caudal de aguas afloradas en las galerías, con la incorporación de piscinas subterráneas en los niveles 335, 270 y 205; y ii) ejecución de infraestructura minera hasta el nivel 350 en el sector Gaby*”, todo lo anterior vinculado al incidente ambiental producido el día 30 de julio de 2022, que causó una subsidencia (socavón) en las inmediaciones de Mina Candelaria Ojos del Salado.

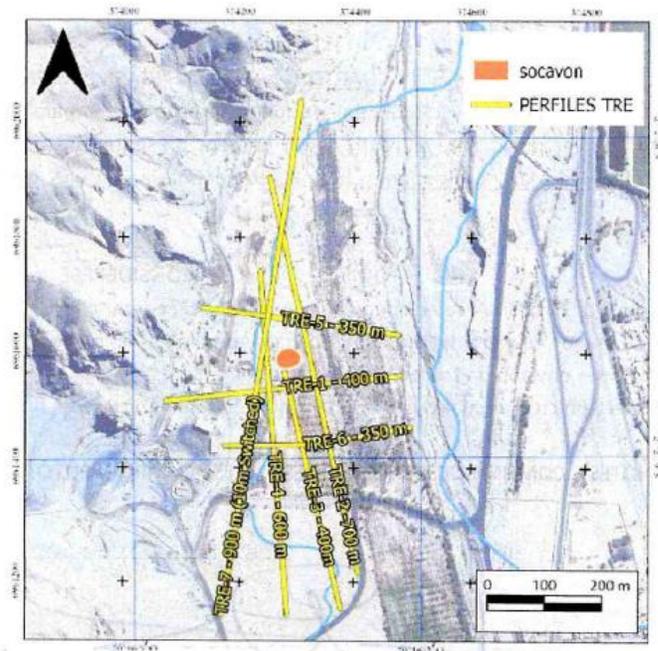
El titular presentó un recurso de reposición mediante carta de fecha 23 de noviembre de 2023, en el que solicita, en lo principal, dejar sin efecto la medida, mientras que en el segundo otrosí solicitó un nuevo plazo de 2 meses para su ejecución, que comenzarán a regir desde la notificación de la resolución que dicte el SNGM que autorice a realizar las actividades ordenadas. Dicha reposición, fue resuelta mediante Res. Ex. N°2167 de fecha 29 de diciembre de 2023, procediendo a rechazar el recurso y a conceder un nuevo plazo de un mes para la ejecución de la medida ordenada mediante Res. Ex. N°1899/2030 contada a contar del permiso a la zona a ser visitada a ser otorgado por SNGM, aviso que fue informado con fecha 15 de febrero.

La materia objeto de la fiscalización consistió en la verificación de la siguiente medida, adoptadas por la Superintendencia del Medio Ambiente por la Res. Ex. N°1899 de fecha 15 de noviembre del año 2023 que dio lugar al Expediente Rol MP-043-2022:

1. Ejecución de una campaña geofísica de 7 perfiles TRE con espaciado de 5 metros entre electrodos, en forma de malla que permite visualizar las anomalías en varias secciones, tal como se observa en la siguiente figura:



Figura 2. Mapa de ubicación de perfiles propuestos para definir posibles cavidades existentes, no colapsadas ubicadas en las proximidades del socavón



Fuente: elaboración propia, en base a imágenes satelitales obtenidas de Google Earth

Entre los principales hechos constatados que representan hallazgos y que fundamentaron esta conclusión, se encuentran:

- Se cumple con la medida ya que el titular ejecutó la campaña geofísica, ejecutando los 7 perfiles requeridos, detallando la metodología utilizada, detallando los errores y los datos recolectados en el transcurso de la campaña solicitada.

Se hace presente que la ejecución de la medida fue realizada dentro del plazo de un mes contado desde el permiso de ingreso a la zona solicitada otorgado por SNGM, conforme lo dispuesto en la Res. Ex. N°2167 de fecha 29 de diciembre de 2023 que resuelve el recurso de reposición y otorga nuevo plazo.



2 IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE

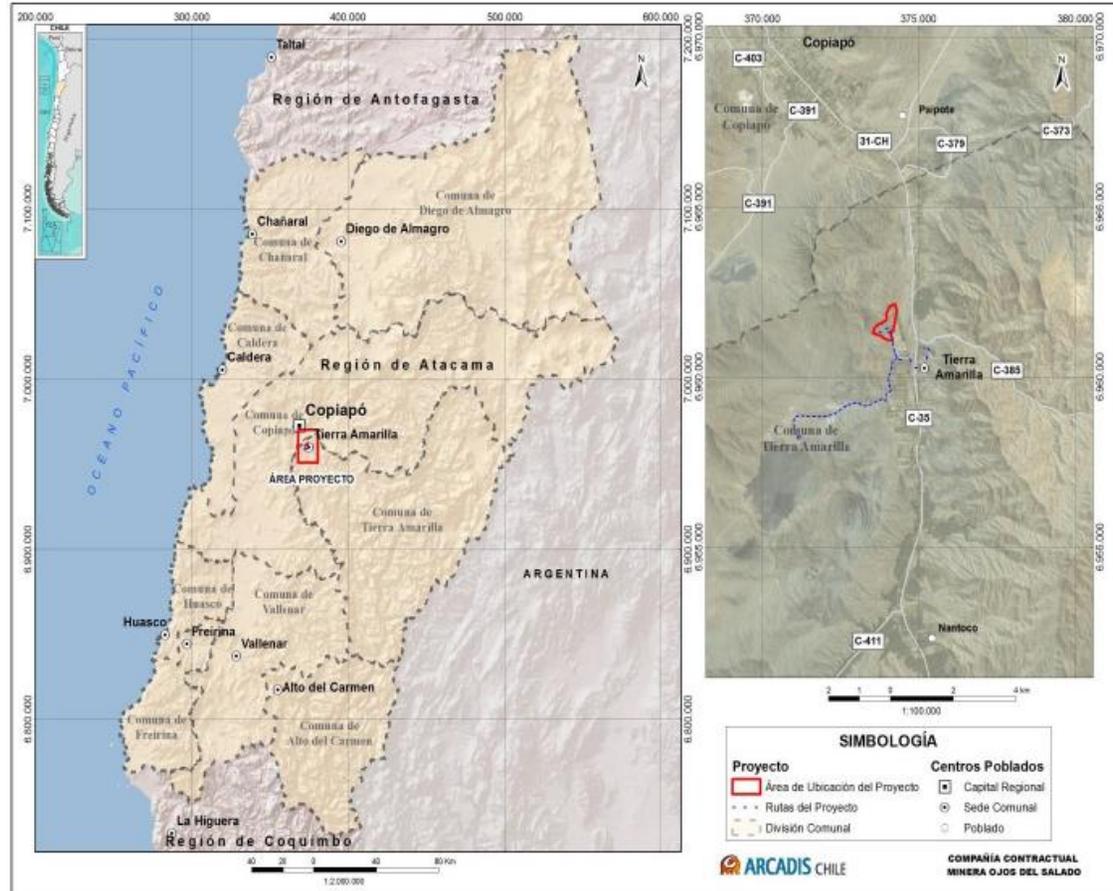
2.1 Antecedentes Generales

Identificación de la Unidad Fiscalizable: CANDELARIA OJOS DEL SALADO	Estado operacional de la Unidad Fiscalizable: Operación
Región: Atacama	Ubicación específica de la unidad fiscalizable: El Proyecto se ubica en la Región de Atacama Provincia de Copiapó comuna de Tierra Amarilla. Específicamente el yacimiento minero Alcaparrosa se ubica aproximadamente a 900 m al Noroeste de la zona urbana de la localidad de Tierra Amarilla y a 20 km de la ciudad de Copiapó.
Provincia: Copiapó	
Comuna: Tierra Amarilla	
Titular(es) de la unidad fiscalizable: COMPAÑÍA CONTRACTUAL MINERA OJOS DEL SALADO	RUT o RUN: 96635170-5
Domicilio titular(es): Punta del Cobre S/N Tierra Amarilla, Región de Atacama	Correo electrónico: jorge.bravo@lundinmining.com
	Teléfono:
Identificación representante(s) legal(es): Juan Carlos Pino Escobar	RUT o RUN: 15.661.800-4
Domicilio representante(s) legal(es): Punta del Cobre S/N Tierra Amarilla, Región de Atacama	Correo electrónico: juan.pino@lundinmining.com
	Teléfono: 2461074



2.2 Ubicación y Layout

Figura 1. Mapa de ubicación local (Fuente: Figura 1-1 del EIA Proyecto “Estudio de Impacto Ambiental Continuidad Operacional Mina Alcaparrosa”).



Coordenadas UTM de referencia: DATUM WGS 84

Huso: 19J

UTM N: 510.857 m

UTM E: 7.123.111 m



3 INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL QUE ORIGINAN LA DICTACIÓN DE MEDIDAS URGENTES Y TRANSITORIAS

Identificación de Instrumentos de Carácter Ambiental fiscalizados.						
N°	Tipo de instrumento	N°/ Descripción	Fecha	Comisión/ Institución	Título	Comentarios
1	Res. Ex.	1899/2023	15 11.2023	SMA	Ordena Medida Urgente y Transitoria que indica a Compañía Contractual Minera Ojos del Salado en el marco del proyecto "Continuidad Operacional Mina Alcaparrosa".	Sin Comentarios

4 ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN

4.1 Aspectos relativos a la ejecución de la Inspección Ambiental

4.1.1 Ejecución de la inspección
No aplica

4.2 Revisión Documental

4.2.1 Documentos Revisados

ID	Nombre del documento revisado	Origen/ Fuente del documento	Organismo encomendado	Observaciones
1	Informe del titular respecto a autorización de SERNAGEOMIN	Carta s/n	SMA	Entregado dentro de plazo
2	Reporte del titular resultados campañas geofísicas	Carta s/n	SMA	Entregado dentro de plazo



5 HECHOS CONSTATADOS

5.1. Resolución Exenta N°1899/2023

De los resultados de las actividades de fiscalización realizadas y de la revisión de los antecedentes anteriormente indicados, asociados a la verificación del cumplimiento de las medidas urgentes y transitorias instruidas por la Res. Ex. N°1899/2023, y fuese renovada por las doce resoluciones que se indican en la tabla, fue posible constatar lo siguiente:

N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
1	<p>Res. Ex. N°1899 de fecha 15 de noviembre 2023 (anexo 1)</p> <p>Numeral I Primer Resuelvo</p> <p>1. Ejecución de una campaña geofísica de 7 perfiles TRE con espaciado de 5 metros entre electrodos, en forma de malla que permite visualizar las anomalías en varias secciones, tal como se observa en la siguiente figura:</p> <p><small>Figura 2. Mapa de ubicación de perfiles propuestos para definir posibles cavidades existentes, no colapsadas ubicadas en las proximidades del socavón</small></p>  <p><small>Fuente: elaboración propia, en base a imágenes satelitales obtenidas de Google Earth</small></p> <p>Medio de Verificación: presentación de informe que contenga la descripción de la metodología, los errores asociados a la interpolación de datos y data recolectada.</p>	<p>En relación con el cumplimiento de la instrucción de realizar una campaña geofísica de 7 perfiles TRE, titular presentó la siguiente información para verificar el cumplimiento general de la medida:</p> <p>Informe titular del titular respecto a autorización de SERNAGEOMIN:</p> <p>El titular mediante carta s/n de fecha 14 de febrero del 2024 (anexo 2) informó lo siguiente: <i>“Tal como se ha venido indicando, el día 13 de diciembre de 2023, se presentó ante el Sernageomin una solicitud de autorización de ingreso al perímetro de seguridad establecido por la Res. Ex. N°551, de 27 de agosto de 2022, de la Delegación Presidencial de la Región de Atacama, en virtud de lo indicado en Res. Ex. N° 570, del 7 de septiembre de 2022, del mismo organismo, para poder realizar los levantamientos geofísicos solicitados por esta Superintendencia del Medio Ambiente.</i></p> <p><i>Al respecto, se debe tener presente que Sernageomin solicitó antecedentes adicionales para dar curso a esa solicitud, lo que fue objeto de la respuesta contenida en Carta de 5 de febrero de 2024, adjunta al otrosí de esta presentación. En ella, CCMO solicitó permiso para que el ingreso se verificara desde el día 13 de febrero de 2024, lo que ha sido autorizado finalmente por dicho Servicio mediante Of. Ord. N° 452/2024, adjunto en el otrosí de esta presentación.</i></p> <p><i>En consecuencia, informamos a esta Superintendencia acerca del éxito en la autorización antes descrita, indicando que mi representada, tal como lo planteó a Sernageomin, ingresará desde el día 13 de febrero de 2024, al área de seguridad de</i></p>	<p>Se cumple con la medida ya que el titular ejecutó la campaña geofísica, ejecutando los 7 perfiles requeridos, detallando la metodología utilizada, detallando los errores y los datos recolectados en el transcurso de la campaña solicitada.</p> <p>Se hace presente que la ejecución de la medida fue realizada dentro del plazo de un mes contado desde el permiso de ingreso a la zona solicitada otorgado por SNGM, conforme lo dispuesto en la Res. Ex. N°2167 de fecha 29 de diciembre de 2023 que resuelve el recurso de reposición y otorga nuevo plazo.</p>



N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p><i>modo de efectuar las campañas geofísicas solicitadas mediante resolución del ANT (1)".</i></p> <p>Reporte del titular resultados campañas geofísicas: El titular mediante carta s/n de fecha 13 de marzo del 2024 (anexo 3) informó lo siguiente: <i>" 2) Informe campaña perfiles de tomografía de resistividad eléctrica (TRE). CCMO contrató a la empresa AguaEx Geociencias para el desarrollo de un estudio geofísico integrado con objeto de caracterizar geofísicamente el subsuelo circundante a la zona de subsidencia mediante técnicas de Tomografía Eléctrica. Para lo anterior, AguaEx realizó la adquisición de 7 perfiles de TRE 2D (4 perfiles en dirección N-S y 3 perfiles E-W) con un total de 3705 m medidos, tal como fue solicitado mediante Resolución Ex 1899/23 (ver registro N°1).</i></p> <p><i>Los trabajos de geofísica fueron realizados aplicando la técnica de tomografía eléctrica, utilizando instalaciones de electrodos de acero inoxidable distanciados cada 5 m a lo largo cada perfil. Estos electrodos fueron conectados mediante un cable multi-conductor a un instrumento de medición de resistividad de suelos de extrema sensibilidad, con capacidad de transmisión de corriente continua de hasta 2500 miliamperios (mA) y 600 voltios (V). Cada perfil fue construido con una densidad de 1.200 mediciones por km. Además, se registraron las posiciones de cada dos electrodos mediante un GPS diferencial. Después de cada día de adquisición de datos, fueron descargados los datos de resistividad, así como los de posicionamiento, y se envió la información para el procesado de estos.</i></p> <p><i>El pre-procesado de información de resistividad consistió en la visualización del contenido del archivo ASCII, el pre-acondicionamiento del archivo de entrada y la visualización de la pseudo-sección en pantalla. Se agregó la información geométrica proveniente del instrumento GPS. Para el</i></p>	



N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p><i>procesado de los perfiles, fueron utilizadas las configuraciones del levantamiento geofísico que se presentan en el Anexo A, Metodología de trabajo de tomografía eléctrica (ERT).</i></p> <p><i>Toda la información fue procesada con el algoritmo RES2DINV, considerado como uno de los tres códigos de estándar industrial. El proceso aplicado es el robusto, que se distingue del proceso suavizado por la rutina de minimización de diferencias absolutas entre los datos observados y modelados de forma iterativa. De esta forma, el algoritmo tiene la capacidad de reconstruir fuertes cambios de resistividad. En comparación, el proceso suavizado minimiza el cuadrado de la diferencia entre valores observados y calculados, lo que genera modelos suavizados con gradientes de resistividad no tan fuertes. Mientras ambas tienen sus aplicaciones, para el presente trabajo fue seleccionado el método robusto.”</i></p> <p>Respecto de la metodología utilizada, el titular presenta un documento del 01 de octubre del 2020 denominado “metodología de trabajo tomografía eléctrica” preparado por AguaEx, mediante el cual la empresa describe el método de aplicación utilizado por ellos, incluyendo el proceso de datos y la modelación.</p> <p>El titular entregó las principales conclusiones del estudio, que se detallan continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Existen zonas con valores anómalamente altos de resistividad que se observan en varias de las campañas realizadas en sectores próximos entre sí.</i> b. <i>En el mapa de anomalía gravimétrica residual de Bouger se muestran zonas con valores negativos (bajo 0mGal).</i> c. <i>De estas zonas, la de mayor magnitud (valor más negativo) se encuentra al noreste del área, coincidente con la presencia de varios caserones más someros y el resto de la mina subterránea.</i> 	



N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p>d. En la zona próxima a la subsidencia, en el sector donde aparecen concentración de anomalías altas de resistividad (A1, A2 y A3), también aparecen anomalías gravimétricas negativas, sin embargo, estas son de menor magnitud, (mayor a -0,25 mGal) lo que pudiera atribuirse a mayor profundidad del cuerpo que las genere, por ejemplo, los caserones Gaby 1, Gaby 4 y Gaby 12.</p> <p>e. A 175 m al sur del socavón actual, dentro del área de exclusión ONEMI, también se observa una anomalía gravimétrica negativa de mayor magnitud (bajo -0,25 mGal) que a su vez aparece a 35 m al sureste de la anomalía de A4 de resistividad y no se relaciona con presencia de caserones.</p> <p>f. El radar y Monitoreo Satelital INSAR no muestran actividades relevantes del área desde su instalación e implementación respectivamente.</p> <p>g. Los TDR no muestran actividades relevantes del área desde su instalación, lo que indica que el pilar roca se mantiene estable en el tiempo.</p> <p>h. La medición de variación de la subsidencia no muestra crecimiento del diámetro superior para los últimos 3 meses y desde que se empezó a medir a la fecha lleva un crecimiento de entre 6 a 8 cm aproximadamente</p> <p>Si bien el titular llega a estas conclusiones, de la revisión de los resultados, en específico de los planos de resistividad generados por las TRE, se complementan las conclusiones a partir de la revisión hecha por esta Superintendencia. En los registros del N°2 al N°8 se exhiben los planos de cada uno de los perfiles TRE.</p> <p>De la revisión se obtienen las siguientes conclusiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perfil TRE-7: Va en el sentido noroeste al sureste. Presenta una anomalía de alta resistividad en la intersección con el perfil TRE-4 a los 420 metros de distancia. Esta anomalía tiene un ancho aproximado de 45 m (entre 395 y los 440 	



N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p>m) y una altura de 13 m en promedio. Está a 80 m aproximadamente al este del socavón dentro de las instalaciones mineras. La ubicación de esta anomalía está justo en la proyección del caserón Gaby 1, tal como se muestra en el plano de planta general del estudio geofísico mediante tomografía eléctrica ERT hecho por Sernageomin (en adelante SNGM) en agosto del 2022 y que puede observarse en el registro N°9 de este informe. La intersección entre el perfil TRE-7 y TRE-4 se da en los 440 metros correspondiente a la coordenada geográfica WGS 84 19S 6961575,1 N 374214,4 E.</p> <p>A partir de la información geológica levantada por el titular en el estudio “Análisis de estabilidad global de la subsidencia” presentado por este para dar cumplimiento con la medida 1 de la MUT MP-040-2022, se desprende que la realidad geológica del área se compone por una base profunda que representa a la roca fracturada o el macizo rocoso, sobre el cual descansa los materiales no consolidados del acuífero del Copiapó, denominada Unidad Geotécnica UG-2. Esta unidad se definió de esta manera en el estudio “Análisis de estabilidad global de la subsidencia”: <i>“Gravas arena limosas asociadas a depósitos antiguos de baja energía de origen fluvio-aluvial. Presenta rigidez que varía con la profundidad. (...) El contacto con la unidad que la subyace es variable, con valores cercanos a los 45 m hacia el poniente del socavón (sector instalaciones Mina Alcaparrosa), aumentando hacia el suroriente y nororiente, con valores entre 60 m y 65 m, respectivamente”</i>, estructura que puede verse graficada en el registro N°10 de este informe. De la gráfica de este perfil, se observa claramente una unidad continua entre los 400 y 480 m.s.n.m. profundidad en la que se encuentra la UG-2.</p>	



N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p>Por lo tanto, las características de esta unidad hacen que los valores de resistividad oscilen en rangos más o menos conductores, sin embargo, se aprecia en el perfil TRE-7 que dentro de esta unidad hay una anomalía que podría evidencia potencialmente cavidades vacías, dada la alta resistividad encontrada en este punto, la cual además está exactamente sobre el caserón Gaby 1, por lo que podría ser una condición de riesgo para la explotación de este.</p> <p>- Perfil TRE-4: Va desde el noreste a suroeste. Presenta dos anomalías de resistividad relevante. La primera de ellas con responden a la anomalía de la intersección del TRE-4 con el perfil TRE-7 que fuese descrita cuando se analizó este último perfil, por lo que se considerará dicho análisis. La segunda anomalía, está muy próxima a la intersección del TRE-4 con el perfil TRE-6 (la intersección está en los 300 m de distancia), a 275 m desde el inicio del perfil TRE-4. El ancho de la anomalía es de aproximadamente 13 m, por 10 m de alto.</p> <p>En este perfil, también se aprecia una unidad bien definida entre los 420 y 480 m.s.n.m., la que correspondería a la unidad geológica UG-2, y por tanto esta anomalía también se encuentra dentro de esta unidad.</p> <p>Lo relevante de esta anomalía, es que se encuentra muy próxima a las primeras grietas que están al sur del socavón, aproximadamente a 15 m de distancia en línea recta hacia el oeste de estas. Cabe destacar que en el estudio geofísico mediante tomografía eléctrica ERT hecho por SNGM en agosto del 2022, el perfil TRE L1 obtenido de este estudio, y que se puede observar en el registro N°10 de este informe, reveló también la presencia de una anomalía bajo las grietas que están al sur del socavón, por lo que lo levantado por AguasEx</p>	



N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p>para el titular, solo viene a confirmar que esta anomalía de alta resistividad podría estar vinculada con las grietas, siendo una condición de precolapso bajo esta área.</p> <ul style="list-style-type: none"> - TRE-3: De orientación sur- norte, presenta algunas anomalías menores, que está distantes del punto donde ocurre la subsidencia. En los puntos donde intercepta otros perfiles como el TRE-6 y el TRE-1, hay dos zonas con resistividades medias del orden de los 900 Ohm respectivamente. Lo más interesante de este perfil, es que las anomalías de resistividad, que son menores en dimensiones, están debajo de las grietas que están más al sur del socavón, y que en la imagen del registro N°4 se pueden apreciar que firman un círculo que podría reconocerse como un área que se formó por los vacíos que se identifican en el subsuelo de esta. Cabe destacar, que esta zona se encuentra fuera del predio de Mina Alcaparrosa y en un área en la que en subsuelo no hay infraestructura minera, según lo indicado por el titular, por lo que no estaría relacionada con presencia de caserones como sucede en las anomalías descritas para el TRE-7 y TRE-4. - TRE-2: Va en sentido noroeste – sureste. Presenta cuatro anomalías de resistividad que son menores en volumen, y todas dentro de los primeros 35 m de profundidad. La de mayor volumen, se encuentra entre los 590 m y 610 m de distancia hacia el sureste, y bajo del camino de acceso a la empresa. En el noroeste entre los 130 y 240 metros de distancia, están las otras tres anomalías. Lo relevante de este perfil, se da también en este mismo tramo, y corresponde a dos anomalías de media resistividad, que están por sobre los 2.000 Ohm. La más 	



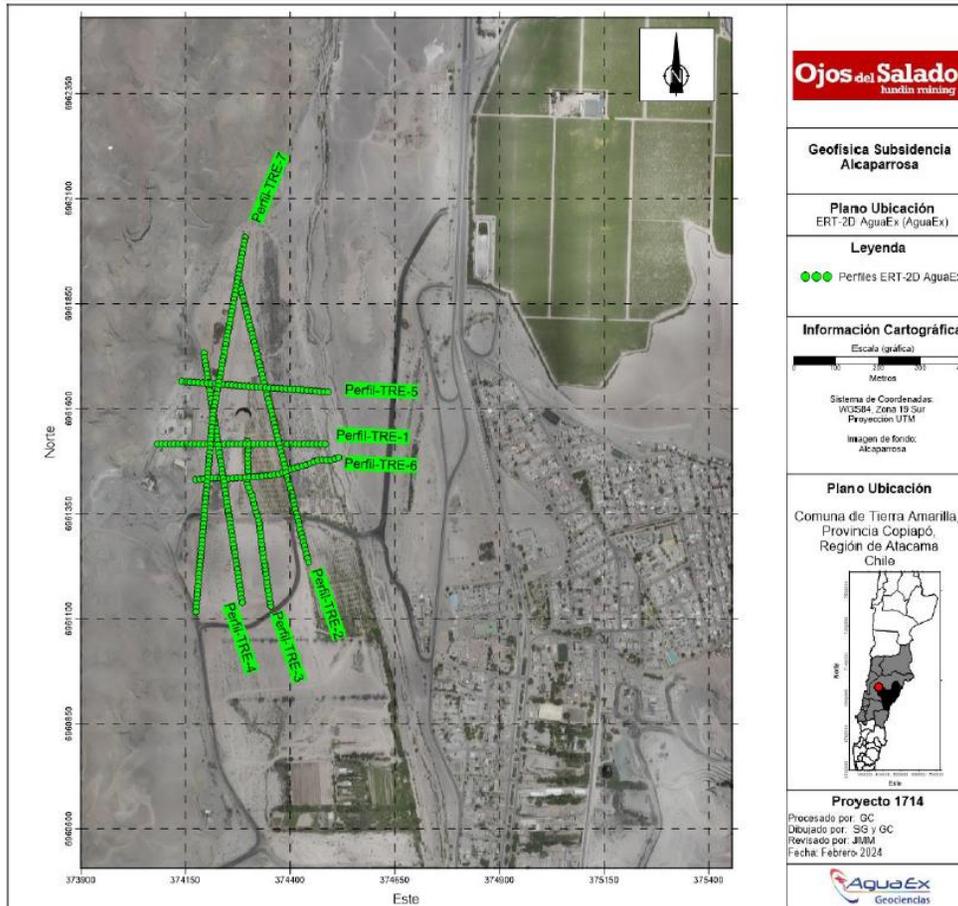
N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p>distante, que está entre los 240 y los 280, es decir, de un ancho de 40 m, y 30 de alto, está en la intersección con el perfil TRE-3. Las dimensiones de la primera son de 25 m de ancho por 35 m de alto. Ambas anomalías, están al estenoreste del socavón, y en un área donde hay presencia de infraestructura mina, como puede verse en el registro N°12 que detalla el plano de inundaciones de Mina Alcaparrosa, entregado por el titular para dar respuesta al requerimiento Res. Ex. N°826 del 16 de mayo de 2023 en el marco de la MP-062-202. Por último, se debe destacar, además, que en este perfil, se observan claramente dos zonas con resistividades de 20 a 100 Ohm, lo que podría definir la estructura minera que está bajo este perfil; ambas están entre los 410 a 360 m.s.n.m., lo que describe la cercanía con el nivel de superficie, y lo más relevante con el nivel del acuífero del Copiapó. Es importante destacar, que en los perfiles TRE-7 y TRE-4, que tienen sentido sur- norte, se observan estas áreas con valores de resistividad del orden de los 100 Ohm.</p> <p>- TRE-5 Va en sentido oeste – este. Se observan tres anomalías, una de mayor tamaño ubicada en los primero 20 m de distancia, y que está dentro del polígono de la empresa, ya que este perfil parte desde el oeste y está entre los 450 y 420 m.s.n.m. Las otras dos, de menor tamaño, están entre los 60 y 80 m, es decir, un poco más al este; la primera en la intersección con el perfil TRE- 4, y la segunda entre esta intersección y la intersección con el perfil TRE-7, ambas también dentro del polígono de la empresa. En este perfil, llama la atención lo que sucede con el extremo este, ya que se observan resistividades medianas de 900 Ohm que se mantienen constantes entre los 210 y 330 m de distancia, justo en la zona</p>	



N°	Medida asociada	Hecho constatado	Conformidad técnica de la medida
		<p>donde hay infraestructura minera proyectada como puede apreciarse en el registro N°12.</p> <ul style="list-style-type: none"> - TRE-1 Va en sentido oeste – este. Presenta cuatro anomalías de alta resistividad de menor tamaño. Las primeras tres, están entre los 125 y los 165 m de distancia, y de estas, las dos primeras corresponden a la intersección con el perfil TRE-7 y TRE-4 respectivamente. La cuarta anomalía está a los 240 m de distancia entre los perfiles TRE-3 y TRE-2. Todas las anomalías están entre los 475 y 460 m.s.n.m. - TRE-6 Va en sentido oeste – este. Presenta dos anomalías de alta resistividad, en ambos extremos del perfil, vale decir una al comienzo en el oeste, y otra al final del perfil en el este. La del oeste, corresponde aquella que está en la intersección con el perfil TE-7 y la segunda está en los 320 m de distancia de un total de 350. Ambas, están entre los 475 y 460 m.s.n.m. <p>Cabe destacar que en todos los perfiles con dirección oeste – este, a saber: TRE-5, TRE-1 y TRE-6, se observan zonas con resistividades medianas del orden de los 500 a 700 Ohm que definen áreas que claramente se diferencian del resto de las resistividades.</p> <p>Es importante destacar, que, si bien el titular da cuenta de la acción requerida, la información que se desprende de la campaña es esencial para describir el estado en el que está el subsuelo en las inmediaciones de socavón y la vinculación de este con la infraestructura minera que hay en el área, especialmente, la asociada al sector Gaby y sus respectivos caserones</p>	



Registros



Registro 1.

Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

Descripción del medio de prueba: Imagen con el detalle de la ubicación del área de estudio y de los perfiles de tomografía eléctrica 2D. Coordenadas UTM, WGS84 19S.



Registros

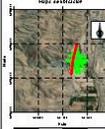
Proceso de Tomografía de Resistividad Eléctrica AguaEx - Sector Mina Alcaparrosa
ERT-2D AguaEx Perfil - TRE 7

Modelo de Resistividad Eléctrica



Legenda
 Resistividad: 0m m, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 50000, 51000, 52000, 53000, 54000, 55000, 56000, 57000, 58000, 59000, 60000, 61000, 62000, 63000, 64000, 65000, 66000, 67000, 68000, 69000, 70000, 71000, 72000, 73000, 74000, 75000, 76000, 77000, 78000, 79000, 80000, 81000, 82000, 83000, 84000, 85000, 86000, 87000, 88000, 89000, 90000, 91000, 92000, 93000, 94000, 95000, 96000, 97000, 98000, 99000, 100000.

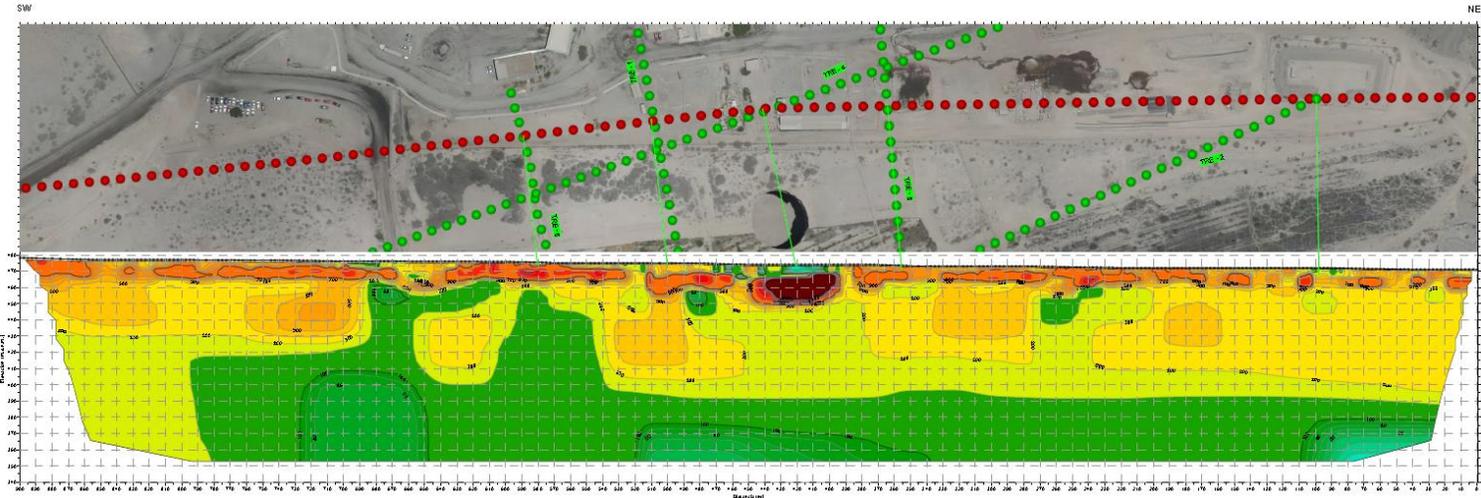
Planos
 Plano 1
 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-7
 Resistividad
 Relación escala vertical/horizontal: 1/1

Mapa de Ubicación


Objeto de Estudio
 Mina Alcaparrosa

Objeto de Estudio
 Tomografía Eléctrica 2D AEx-Perfil-TRE-7

Fecha: 11/11/2011
 Sección geológica: 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-7
 Escala: 1:1000
 Autor: AguaEx
 Cliente: Mina Alcaparrosa, S.A.



Profundidad [m]	Este [m]	Norte [m]	Cota [m.s.n.m.]
0	374252.3	6962009.0	473.0
40	374252.1	6962049.0	473.0
80	374237.9	6961923.8	473.2
120	374230.8	6961930.0	472.0
160	374263.6	6961850.6	472.0
200	374256.4	6961913.2	472.0
240	374249.2	6961771.8	472.3
280	374242.0	6961712.6	473.0
320	374234.8	6961663.8	473.0
360	374227.6	6961615.3	473.6
400	374220.5	6961563.6	474.0
440	374213.4	6961515.1	474.0
480	374206.2	6961463.2	474.8
520	374207.4	6961406.4	475.0
560	374204.0	6961443.6	475.0
600	374200.5	6961415.7	475.8
640	374197.0	6961375.3	476.0
680	374193.5	6961336.0	476.2
720	374190.1	6961296.2	476.6
760	374186.6	6961256.4	476.7
800	374183.1	6961216.5	477.0
840	374179.6	6961176.7	477.0
880	374176.2	6961136.8	477.3
900	374174.4	6961116.9	479.2

Registro 2. Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

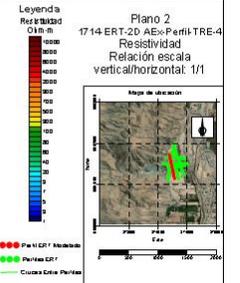
Descripción del medio de prueba: Imagen del plano 1 correspondiente al perfil 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-7 con dirección noreste - suroeste.



Registros

Proceso de Tomografía de Resistividad Eléctrica AguaEx - Sector Mina Alcaparrosa
ERT-2D AguaEx Perfil - TRE 4

Modelo de Resistividad Eléctrica



Mina Alcaparrosa

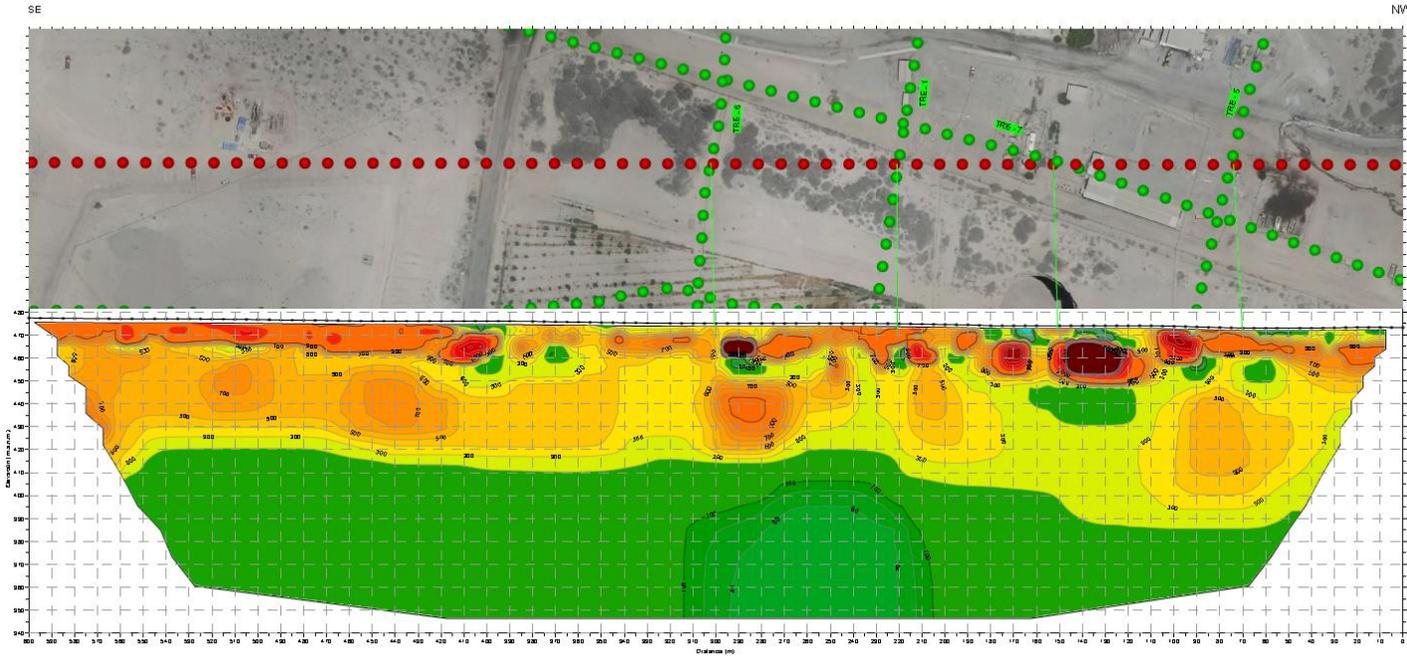
Ojos-Salado

Proyecto: Tomografía Eléctrica 2D AguaEx, Mina Alcaparrosa

Sección geológica actualizada con topografía
Escala horizontal: 1:5000
Escala vertical: 1:1
Fecha: 2015-08-28

Mina Alcaparrosa
Comuna de Santa María, Provincia de Copacabana,
Región de Antofagasta, Chile

Posición	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m.)
0	374194.0	6961731.7	473.2
40	374200.1	6961692.1	473.0
80	374206.2	6961652.6	473.2
120	374212.3	6961613.1	474.0
160	374218.5	6961573.6	474.0
200	374224.6	6961534.0	474.5
240	374230.7	6961494.5	475.0
280	374236.8	6961455.0	475.0
320	374242.9	6961415.5	475.1
360	374249.0	6961375.9	475.6
400	374255.1	6961336.4	476.0
440	374261.2	6961296.9	476.0
480	374267.3	6961257.4	476.4
520	374273.4	6961217.9	476.9
560	374279.5	6961178.3	477.0
600	374285.6	6961138.8	477.4



Registro 3. Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

Descripción del medio de prueba: Imagen del plano 2 correspondiente al perfil 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-4, con dirección noroeste - sureste.

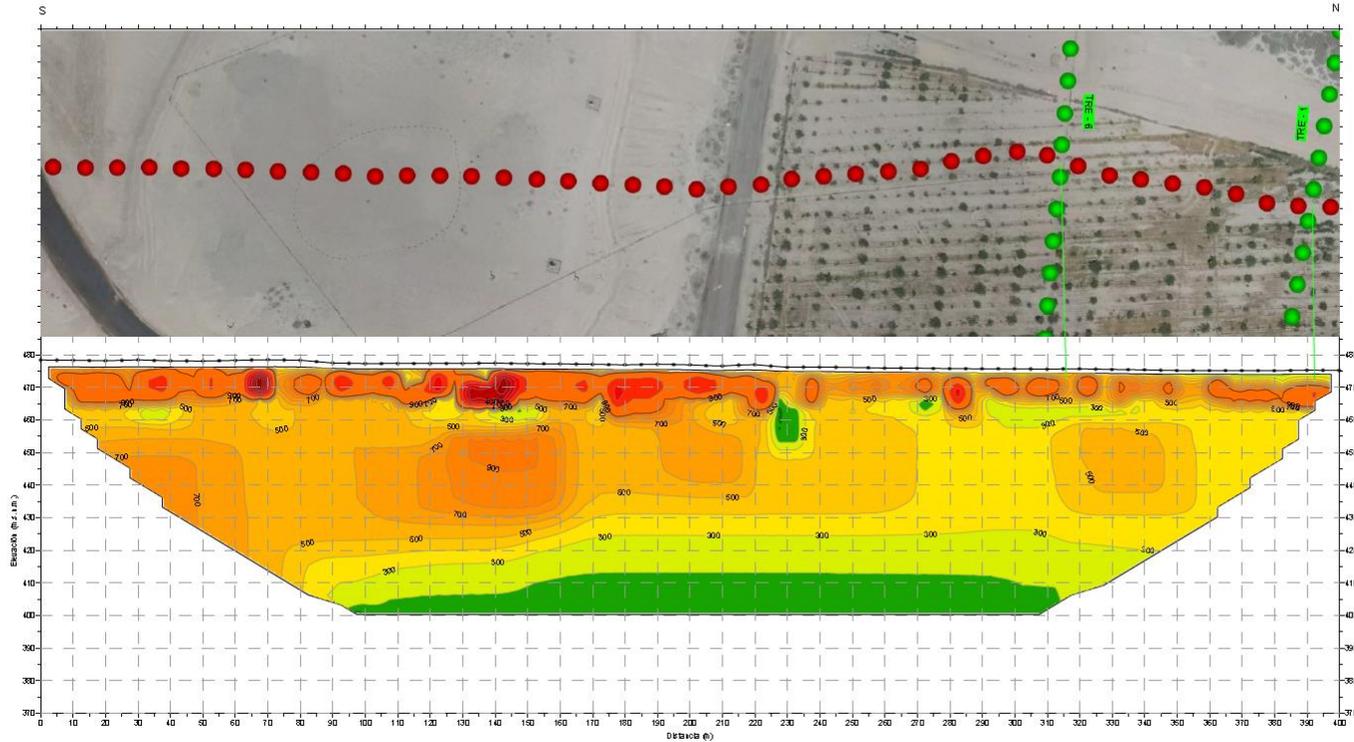


Registros



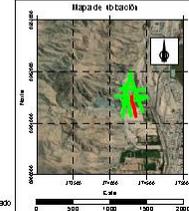
Proceso de Tomografía de Resistividad Eléctrica AguaEx - Sector Mina Alcaparrosa
ERT-2D AguaEx Perfil - TRE-3

Modelo de Resistividad Eléctrica



Leyenda
Resistividad
Ohm.m
10000
5000
2000
1000
500
200
100
50
20
10
5
3
1

Plano 3
1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-3
Resistividad
Relación escala
vertical/horizontal: 1/1



Mina Alcaparrosa

Ojos de Salado
Geofísica

Proyecto: 1714
Fecha adquisición: 18-02-2020
Perfil: 1714-ERT-2D
Parámetro: 1

Sección geofísica integrada con topografía
Relación T.R.M.S = 0,96%

Mina Alcaparrosa
Comuna de Taltal, Provincia de Copiapó,
Región de Atacama, Chile

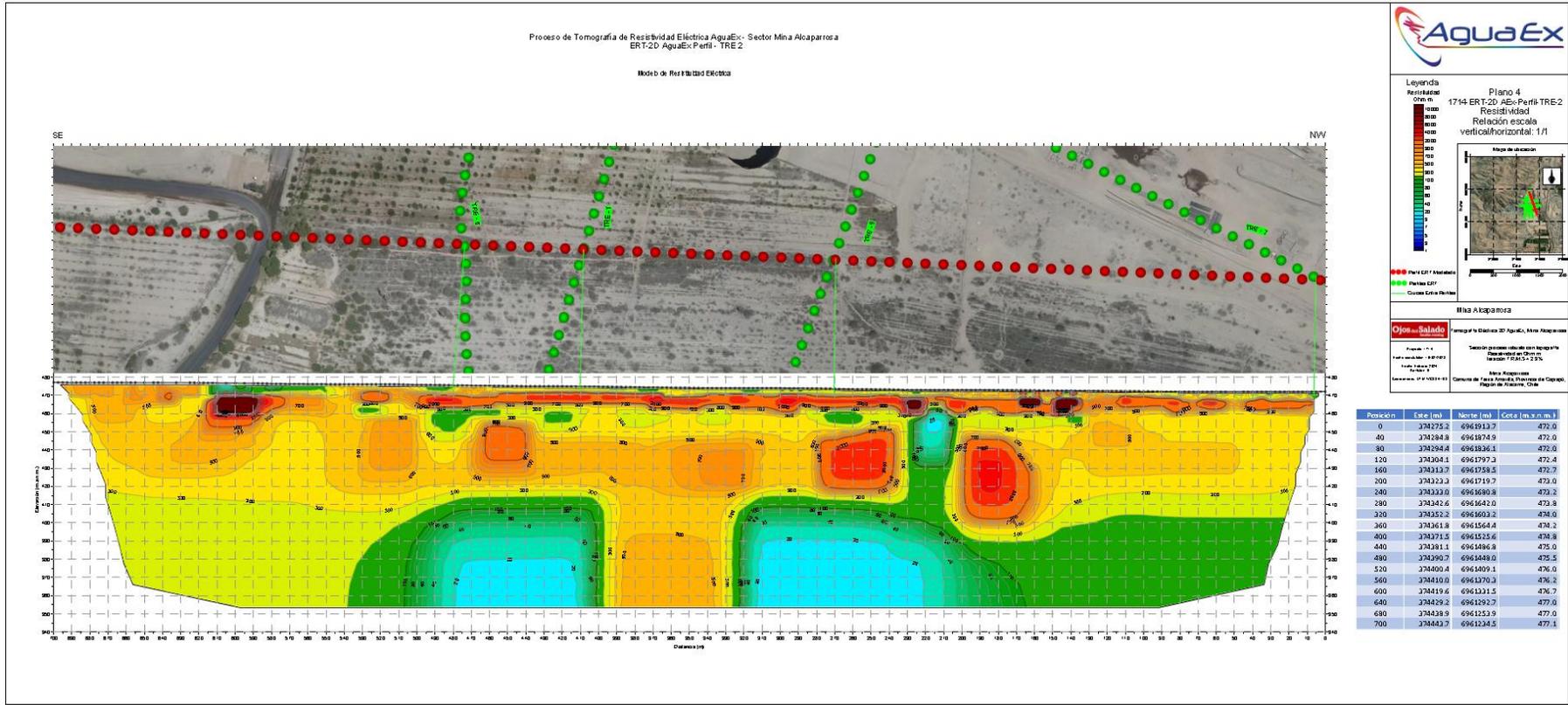
Posición	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m.)
0	374353.6	6961130.2	447.1
40	374347.2	6961169.2	447.3
80	374341.5	6961209.0	447.8
120	374335.6	6961248.4	448.0
159	374330.5	6961287.9	448.3
199	374325.1	6961327.6	449.1
239	374315.3	6961365.7	449.7
279	374309.9	6961403.8	450.0
319	374298.6	6961442.8	451.8
359	374298.3	6961482.5	453.5
399	374297.6	6961522.3	455.4

Registro 4. Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

Descripción del medio de prueba: Imagen del plano 3 correspondiente al perfil 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-3, con dirección sur - norte



Registros



Registro 5. Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

Descripción del medio de prueba: Imagen del plano 4 correspondiente al perfil 1714-ERT-2D AEEx-Perfil-TRE-2, con dirección noroeste - sureste



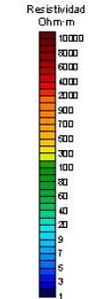
Registros

Proceso de Tomografía de Resistividad Eléctrica AguaEx - Sector Mina Alcaparrosa
ERT-2D AguaEx Perfil - TRE 5

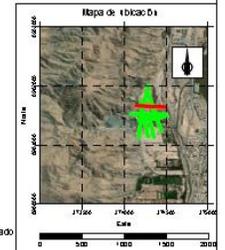
Modelo de Resistividad Eléctrica



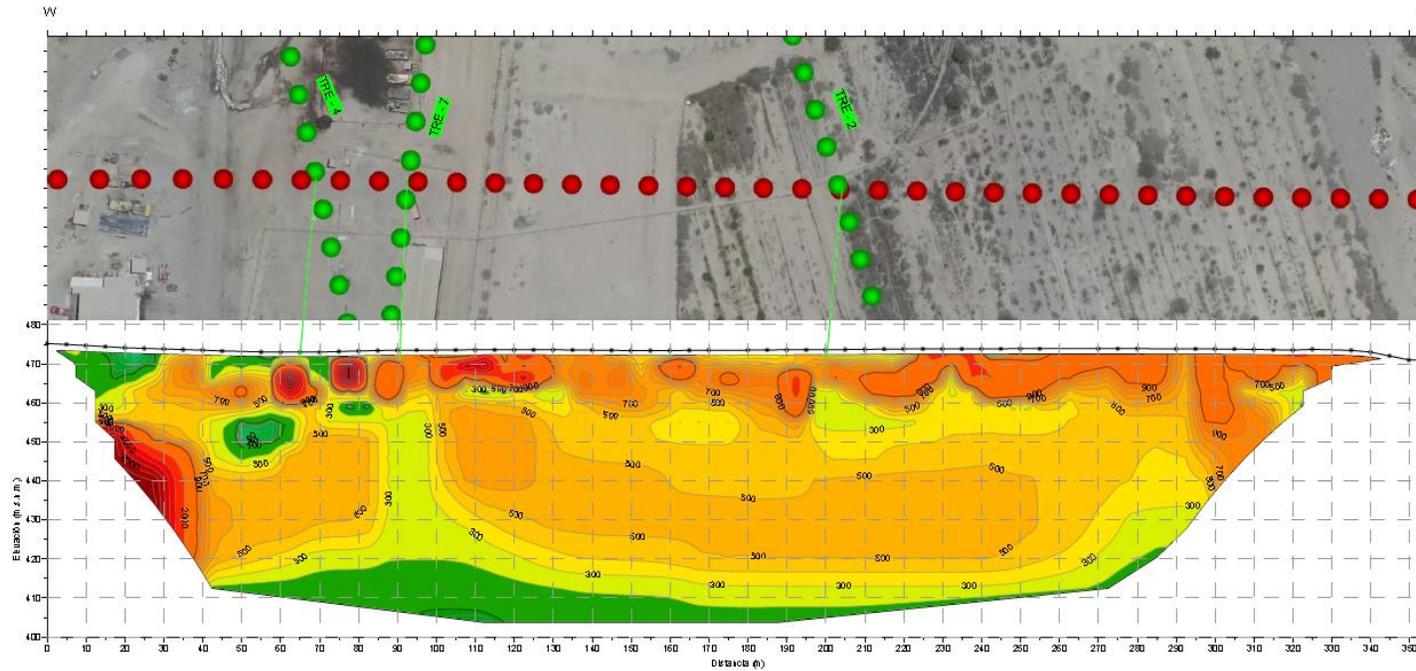
Leyenda



Plano 5
1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-5
Resistividad
Relación escala
vertical/horizontal: 1/1



● Perfil ERT Modo Bto
●● Perfil ERT
— Cinescopio de Perfiles



Mina Alcaparrosa

Ojos del Salado

Tomografía Eléctrica 2D AguaEx, Mina Alcaparrosa

Playada, 1114
Fecha adquisición: 19-02-2023
Parqueo 2
Cordenadas UTM: 33QUB-15

Sección a proceso robotizado topografía
Resistividad en Ohm m
Relación 1:1 (V.H) = 1:1 (V.H)
Mina Alcaparrosa
Comuna de Tarma Aconcagua, Provincia de Copiapó,
Región de Atacama, Chile

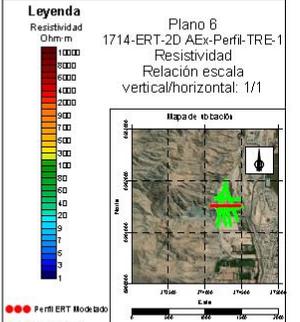
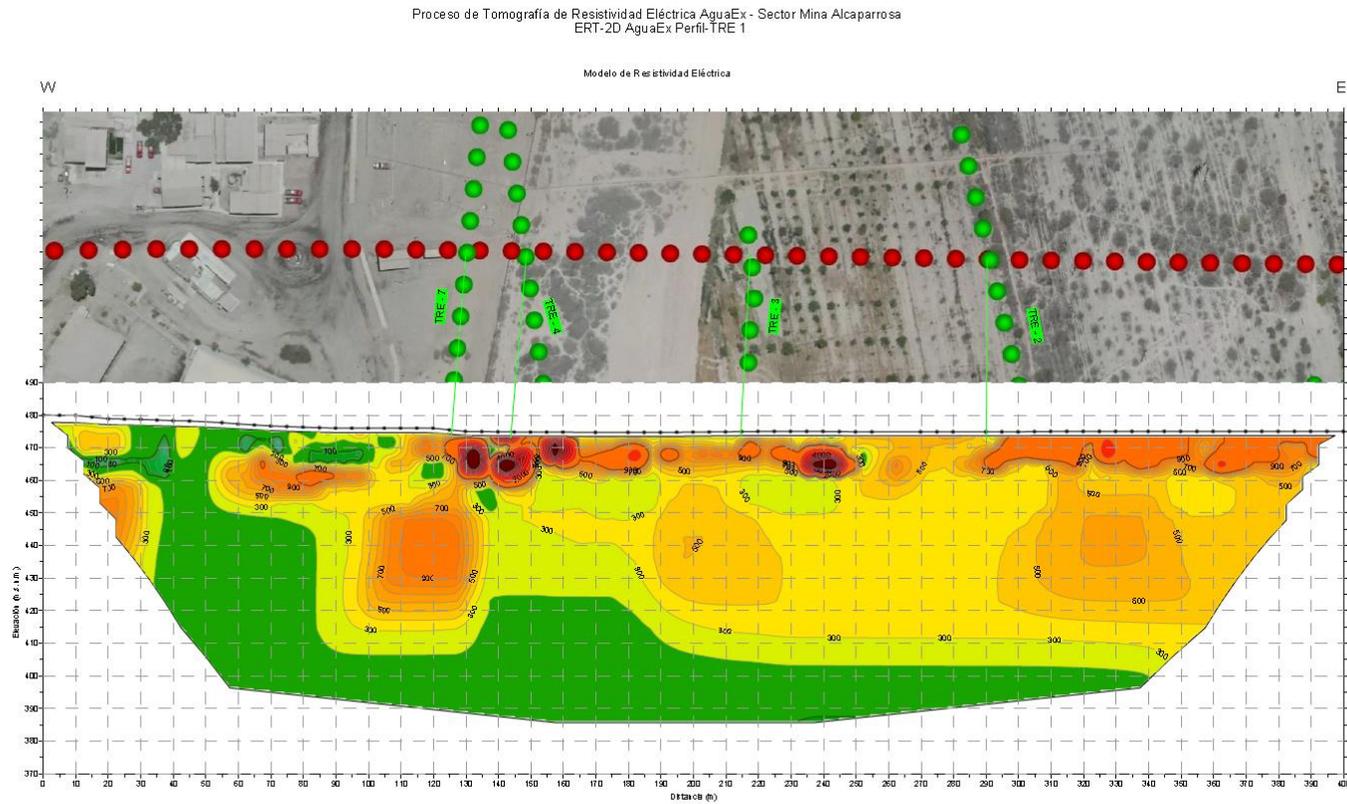
Posición	Este (m)	Norte (m)	Cota (m s.n.m.)
0	374341.3	5961664.7	475.2
40	374381.1	5961661.9	475.5
90	374291.0	5961658.3	475.5
140	374280.9	5961654.2	475.5
190	374390.7	5961651.2	475.6
240	374380.6	5961647.7	475.8
300	374440.4	5961645.4	475.8
340	374480.3	5961640.6	475.0
350	374490.3	5961639.3	471.0

Registro 6. Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

Descripción del medio de prueba: Imagen del plano 5 correspondiente al perfil 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-5, con dirección oeste - este



Registros



Mina Alcaparrosa

Ojos de Salado
Tomografía Eléctrica 2D AguaEx, Mina Alcaparrosa

Proyecto: 1714
Fecha adquisición: 19-03-2025
Fecha de entrega: 20/04/2025
Técnico: S

Sección: proceso robotizado topografía
Resistencia y ICD km m
Resolución: 1 F.R. 1.5 - 2.5%

Mina Alcaparrosa
Con 412 de Tercer Nivel, Fondo de Copia, Reg. de Alcaparrosa, Chile

Posición	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m.)
0	374083.2	6961516.0	480.0
30	374113.2	6961516.0	478.7
70	374153.2	6961516.0	476.7
110	374193.2	6961516.0	475.0
150	374233.2	6961516.0	474.8
190	374273.1	6961516.1	474.7
230	374313.1	6961516.1	475.0
270	374353.1	6961516.1	474.9
310	374393.1	6961516.1	475.0
350	374433.1	6961516.1	475.0
390	374473.1	6961516.1	475.0
400	374483.1	6961516.1	475.0

Registro 7. Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

Descripción del medio de prueba: Imagen del plano 6 correspondiente al perfil 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-1, con dirección oeste - este



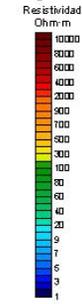
Registros

Proceso de Tomografía de Resistividad Eléctrica AguaEx - Sector Mina Alcaparrosa
ERT-2D AguaEx Perfil - TRE 6

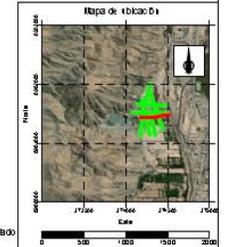
Modelo de Resistividad Eléctrica



Leyenda



Plano 7
1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-6
Resistividad
Relación escala
vertical/horizontal: 1/1



Mina Alcaparrosa

Ojos del Salado
Geofísica

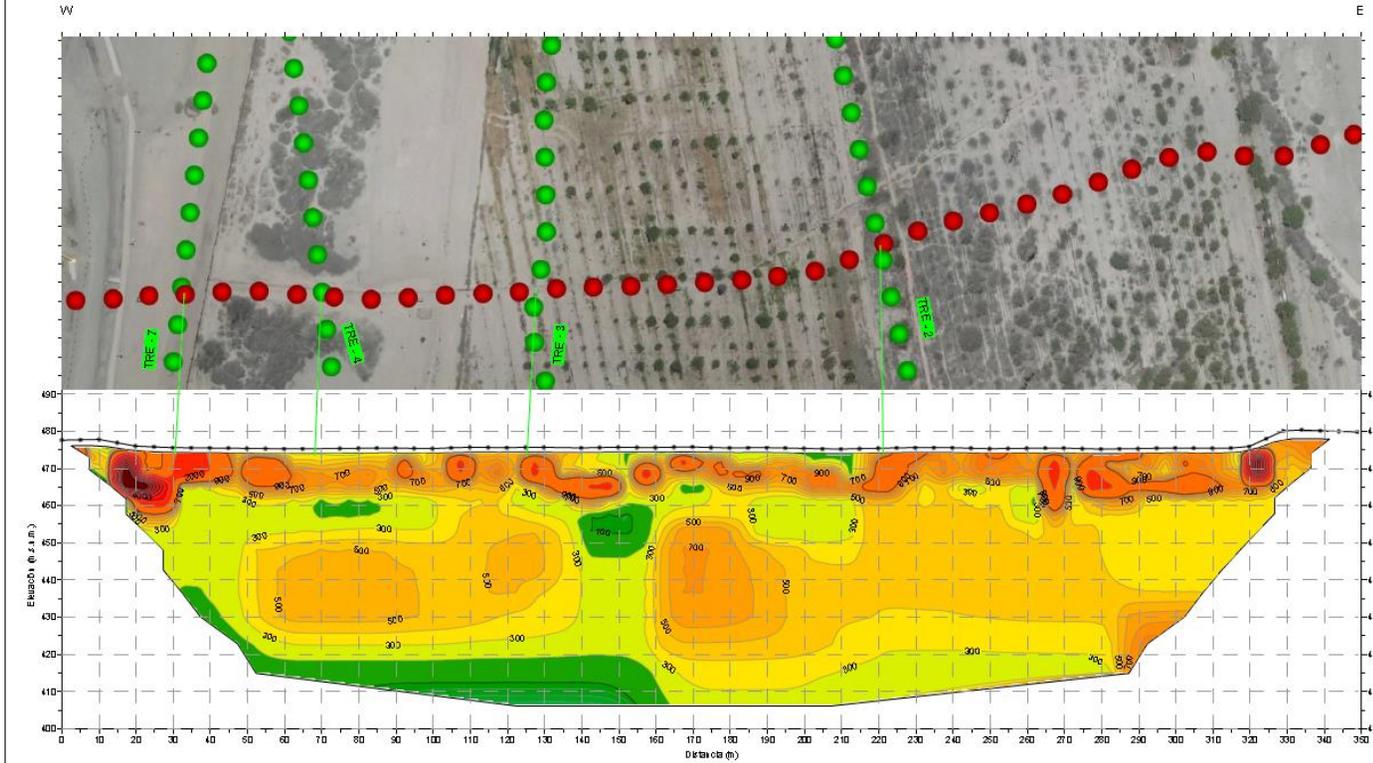
Tomografía Eléctrica 2D AguaEx, Mina Alcaparrosa

Proyecto: 1714
Fecha adquisición: 14-02-2020
Fecha: Febrero 2024
Revisión: 0

Sección a procesar robótica con topografía
Resistividad en Ohm·m
Escala T. R. M.S. = 1:1.5

Mina Alcaparrosa
Comuna de Tierra Amarilla, Provincia de Copiapó,
Región de Atacama, Chile.

Profundidad	Este (m)	Norte (m)	Cota (m s. n. m.)
0	374174.1	6961431.6	477.6
30	374193.5	6961433.2	476.0
39	374212.0	6961434.6	475.5
59	374233.1	6961434.4	475.3
79	374253.0	6961433.6	475.4
99	374273.0	6961435.3	475.3
119	374292.9	6961436.7	475.6
139	374312.9	6961439.5	475.5
159	374332.8	6961439.9	475.6
179	374352.8	6961441.6	475.5
199	374372.5	6961444.5	475.4
219	374390.8	6961452.4	475.4
239	374409.1	6961459.9	475.6
259	374428.7	6961463.7	475.4
279	374447.6	6961469.9	475.2
299	374466.3	6961476.9	475.5
319	374486.2	6961477.7	475.5
341	374506.6	6961481.1	480.1
350	374515.5	6961484.0	479.8

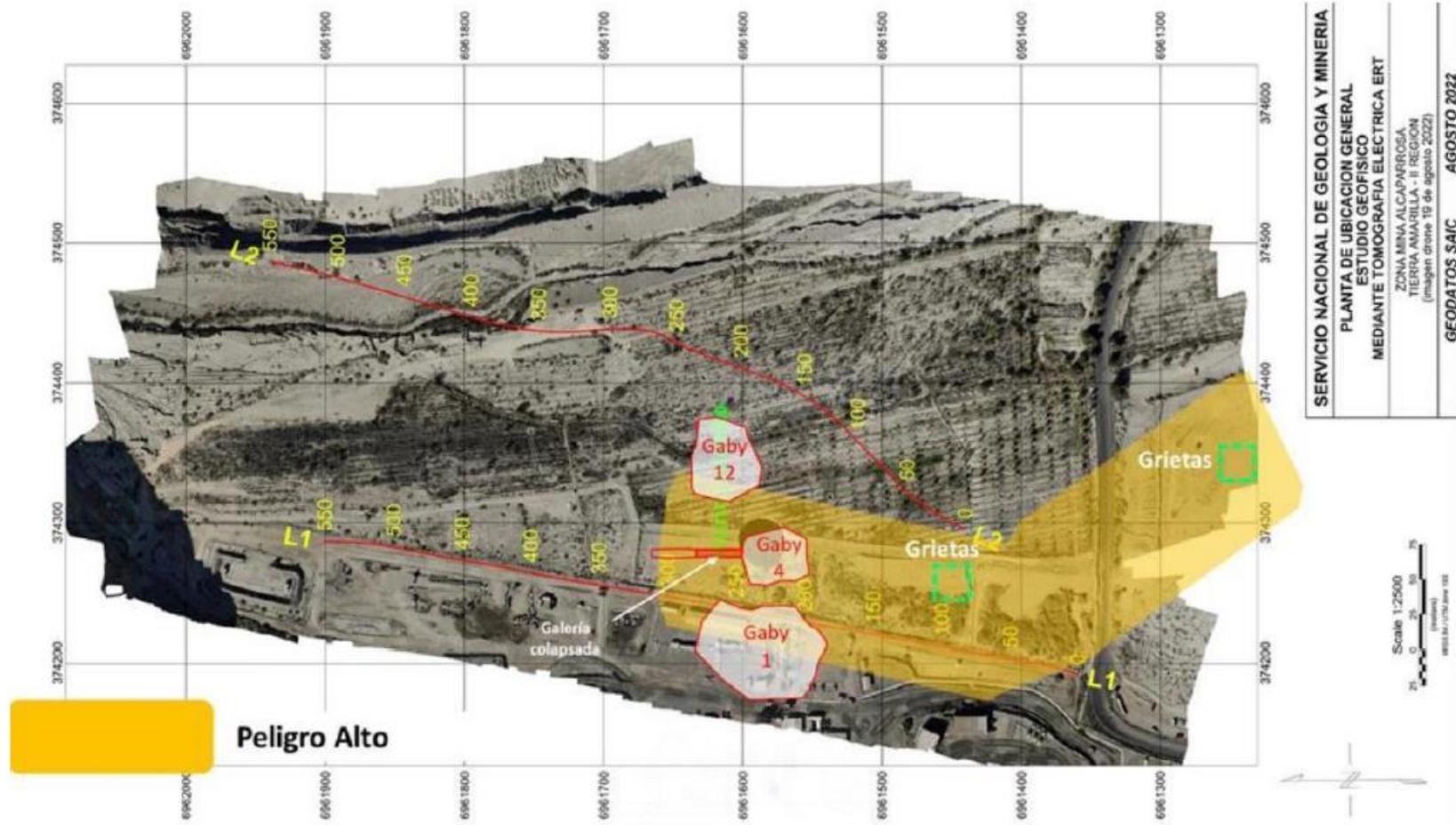


Registro 8. Fuente: Estudio geofísico integrado en apoyo a la caracterización de subsuelo de la zona de subsidencia, Sector Socavón MINA ALCAPARROSA. Preparado por AguaEx para el titular.

Descripción del medio de prueba: Imagen del plano 7 correspondiente al perfil 1714-ERT-2D AEx-Perfil-TRE-6, con dirección oeste - este



Registros

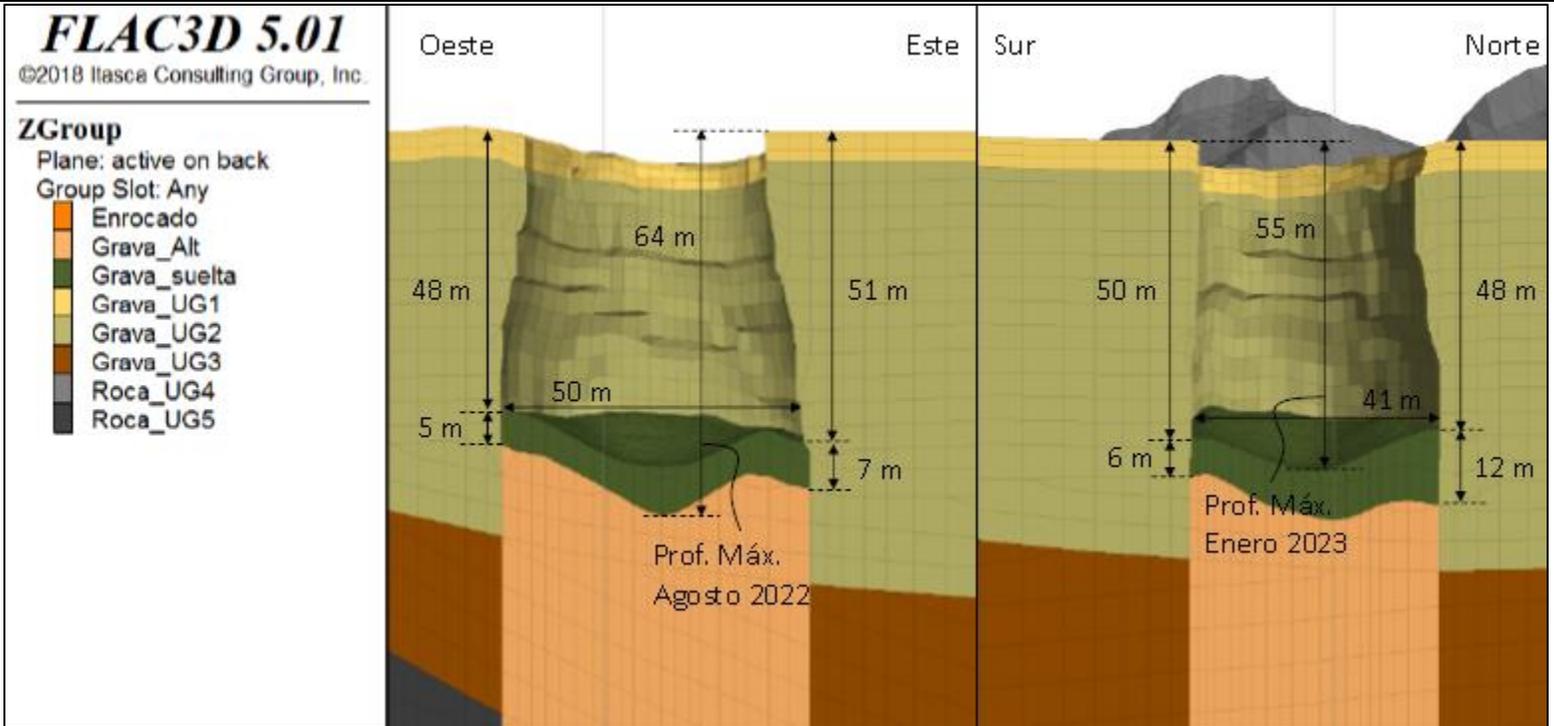


Registro 9. Fuente: Estudio geofísico mediante Tomografía Eléctrica, Sernageomin, agosto 2022.

Descripción del medio de prueba: Imagen de la ubicación de las medidas de TRE realizadas para el SERNAGEOMIN.



Registros

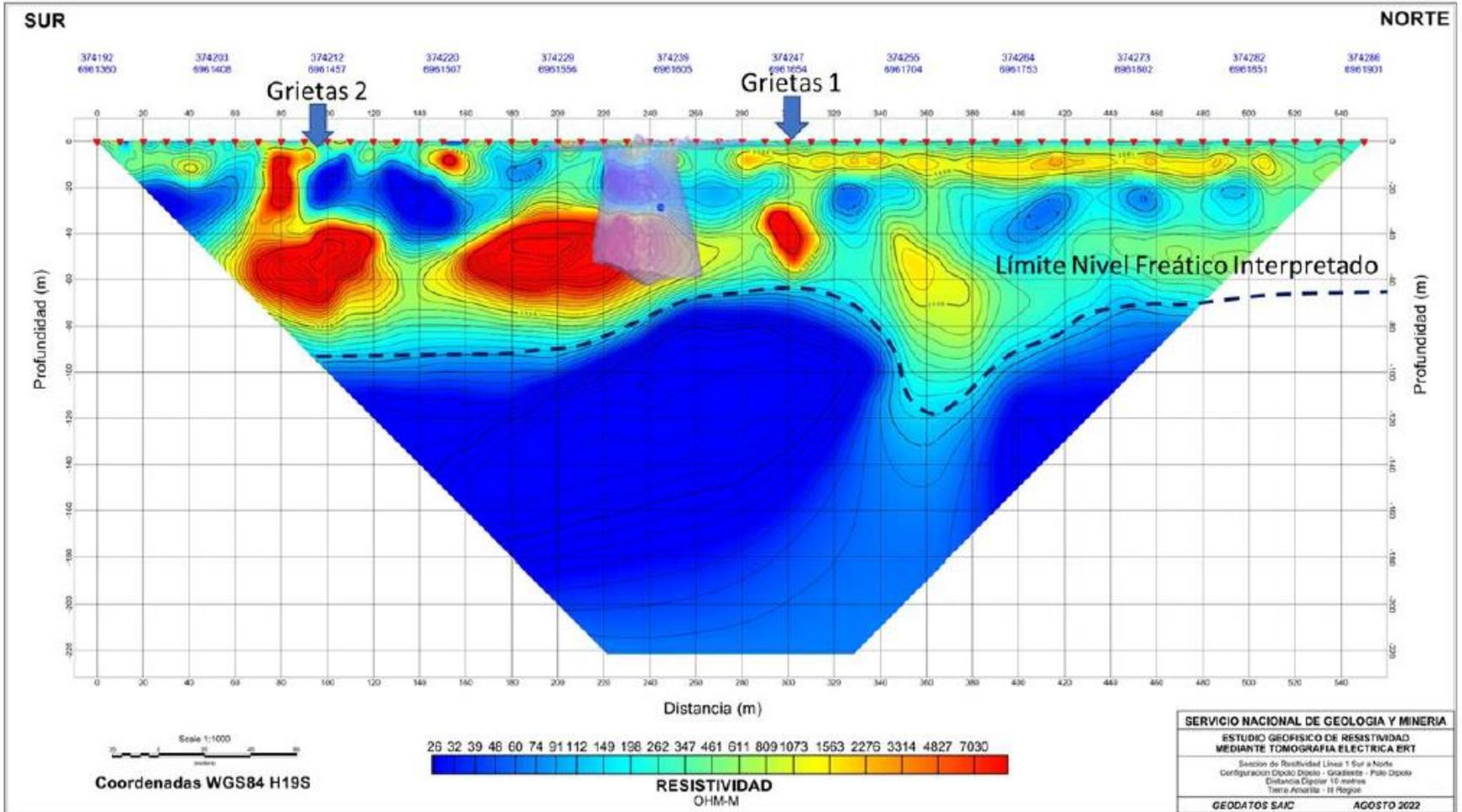


Registro 10. Fuente: Estudio “Análisis de estabilidad global de la subsidencia en sector Alcaparrosa”, elaborado por IDIEM para el titular, abril 2023.

Descripción del medio de prueba: Imagen del detalle de la malla en el sector de la subsidencia, profundidades en corte E-O (izquierda) y corte N-S (derecha).



Registros

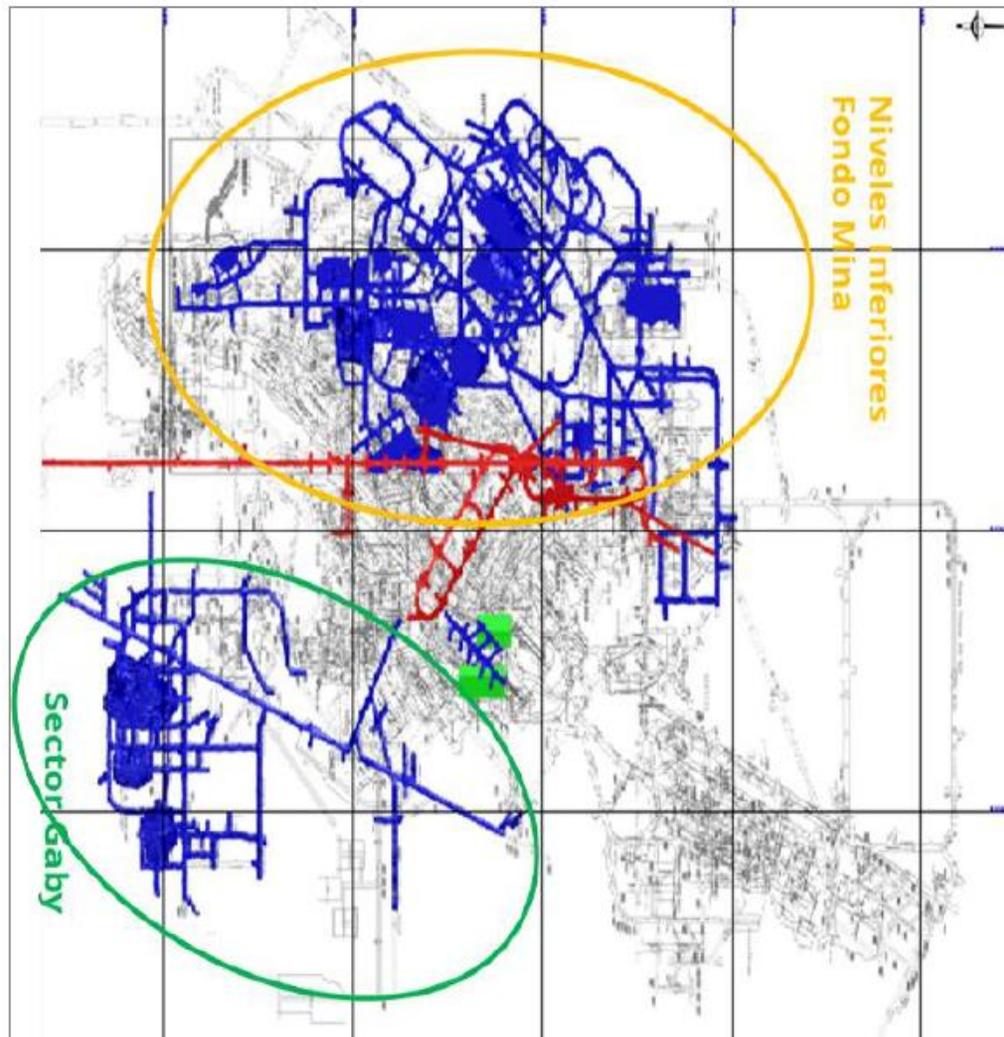


Registro 11. Fuente: Estudio geofísico mediante Tomografía Eléctrica, Sernageomin, agosto 2022.

Descripción del medio de prueba: Imagen del Interpretación de los datos de TRE adquiridos en la zona del socavón (modificado de SERNAGEOMIN, 2022)



Registros



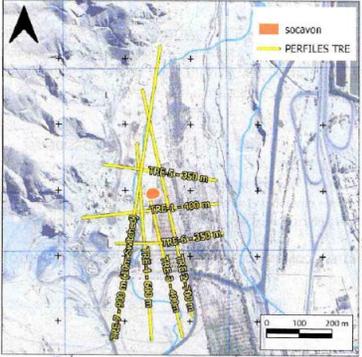
Registro 12. Fuente: Carta del titular de fecha 13 de junio 2023.

Descripción del medio de prueba: Imagen del plano de inundación de Mina Alcaparrosa. Se indica que la imagen se coloca en el sentido oeste – este, de manera que el sector Gaby (en verde) esté en el mismo sentido del registro N°5 para comparar las imágenes entre ambas.



6 CONCLUSIÓN

En consideración a los hechos constatados e indicados en el punto anterior, se verifican los siguientes hallazgos:

N°	Medida asociada	Hallazgos
1	<p>Res. Ex. N°1899 de fecha 15 de noviembre 2023</p> <p>Numeral I Primer Resuelvo</p> <p>2. Ejecución de una campaña geofísica de 7 perfiles TRE con espaciado de 5 metros entre electrodos, en forma de malla que permite visualizar las anomalías en varias secciones, tal como se observa en la siguiente figura:</p> <p>Figura 2. Mapa de ubicación de perfiles propuestos para definir posibles cavidades existentes, no colapsadas ubicadas en las proximidades del socavón</p>  <p>Fuente: elaboración propia, en base a imágenes satelitales obtenidas de Google Earth</p> <p>Medio de Verificación: presentación de informe que contenga la descripción de la metodología, los errores asociados a la interpolación de datos y data recolectada.</p>	<p>Se cumple con la medida ya que el titular ejecutó la campaña geofísica, ejecutando los 7 perfiles requeridos, detallando la metodología utilizada, detallando los errores y los datos recolectados en el transcurso de la campaña solicitada.</p> <p>Se hace presente que la ejecución de la medida fue realizada dentro del plazo de un mes contado desde el permiso de ingreso a la zona solicitada otorgado por SNGM, conforme lo dispuesto en la Res. Ex. N°2167 de fecha 29 de diciembre de 2023 que resuelve el recurso de reposición y otorga nuevo plazo.</p>

7 ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Res. Ex. N°1899 de fecha 15 de noviembre 2023
2	Carta conductora del titular de fecha 14 de febrero del 2024
3	Carta conductora del titular de fecha 13 de marzo del 2024

