

Santiago, 27 de noviembre de 2020

**Ref.:** Expediente sancionatorio  
ROL D-018-2019.

**Mat.:** Objeta Programa de  
Cumplimiento presentado por  
SCM MINERA LUMINIA  
COPPER CHILE S.A. y solicita  
su rechazo.

Señor

**EMANUEL IBARRA SOTO**

Jefe (s) de la División de Sanción y Cumplimiento

Superintendencia del Medio Ambiente

Teatinos N°280, piso 9, Santiago.

**Presente**

**SEBASTIÁN ALEJANDRO LEIVA ASTORGA**, Cédula de Identidad N°1 [REDACTED], en representación de la **ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES Y EXPORTADORES AGRÍCOLAS DEL VALLE DE COPIAPÓ** (en lo sucesivo, "APECO"), RUT N° 72.122.200-4, de **LA COMUNIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SECTOR N°1 "AGUAS ARRIBA DEL EMBALSE LAUTARO"**, RUT N° 65.124.977-5, de **LA COMUNIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SECTOR N°2 "EMBALSE LAUTARO – LAPUERTA"**, RUT N° 65.104.018-3, de **LA COMUNIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SECTOR N°3 "LA PUERTA – MAL PASO"**, RUT N° 65.104.135-k, apoderado de los denunciantes en el procedimiento sancionatorio seguido en contra de SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE S.A. (en lo sucesivo, "SCM MLCC"), titular de la Resolución de Calificación Ambiental N°13/2010, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacama, y las Resoluciones de Calificación Ambiental N°151/2011; 017/2012; 57/2014; y 48/2014, todas de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, respetuosamente decimos:

JMD/CMN

## **1 ANTECEDENTES GENERALES**

Con fecha 19 de febrero de 2019, la Superintendencia del Medio Ambiente (en lo sucesivo, "SMA") dictó la Resolución Exenta N°1/Rol D-018-2019, en virtud de la cual se formularon a SCM MLCC 18 cargos por incumplimiento de las obligaciones asumidas por el titular del proyecto a través de la Resolución de Calificación Ambiental N°13/2010 (en lo sucesivo, "RCA 13"), la Resolución de Calificación Ambiental N°57/2014 (en lo sucesivo, "RCA 57"), no haber dado respuesta al requerimiento de información, formulado en Acta de Inspección de 14 de noviembre de 2016, y por incumplimiento de las disposiciones de la Resolución SMA 1518/2013.

Los cargos formulados se encuentran especificados y detallados en el Resuelvo Primero de la señalada resolución. Del listado total de cargos, los establecidos en los numerales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13 y 14 se clasifican de graves, en virtud de la letra e) del numeral 2 del artículo 36 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (en lo sucesivo, "LO-SMA"). Por su parte, las infracciones 11 y 12 se clasifican de graves, en virtud del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, tanto en su letra a) como en su letra e).

Por otro lado, las infracciones 1, 8, 9 y 10 se clasificaron como leves, en virtud del numeral 3 del artículo 36 de la LO-SMA.

Considerando lo anterior, con fecha 12 de marzo de 2019, SCM MLCC presenta un Programa de Cumplimiento (en lo sucesivo, "PdC"), sosteniendo que no se encontraba afecto a ninguno de los impedimentos normativos que obstan a la presentación de tal programa.

Posterior a lo anterior, y con fecha 25 de junio de 2019, se dictó la Resolución Exenta N°4/ROL D-018-2019, en la cual la SMA formuló observaciones al PdC presentado.

En atención a dichas observaciones SCM MLCC, con fecha 25 de julio de 2019, presentó un nuevo Programa de Cumplimiento, denominado "Programa de Cumplimiento Refundido".

Con fecha 22 de octubre de 2019, la SMA dictó la Resolución Exenta N°7/ROL D-018-2019, mediante la cual la citada repartición vuelve a emitir observaciones al Programa de Cumplimiento presentado.

Posterior a dicha resolución, SCM MLCC presenta un nuevo Programa de Cumplimiento Refundido, con fecha 26 de noviembre de 2019, el cual, al igual que las instancias

anteriores, fue objeto de observaciones por parte de la SMA, a través de la Resolución Exenta N°10/ROL D-018-2019, de fecha 27 de agosto de 2020.

Finalmente, SCM MLCC, con fecha 23 de septiembre de 2020, presenta una cuarta versión del Programa de Cumplimiento, supuestamente, en respuesta a las observaciones efectuadas por la SMA a través de la Resolución Exenta N°10/ROL D-018-2019, lo cual procederemos a analizar.

## **2 ESTRUCTURA GENERAL DE LA PRESENTE SOLICITUD DE RECHAZO DEL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO**

Para facilitar el análisis del presente documento y de los fundamentos que en este se exponen, es conveniente detallar la estructura que se seguirá en la presentación de los argumentos que fundamentan nuestra petición.

En primer lugar, se presentará de manera textual el requerimiento específico ordenado por la SMA a través de la Resolución Exenta N°10/ROL D-018-2019, seguido, en segundo lugar, de la respuesta entregada por SCM MLCC para, supuestamente, hacerse cargo de dicha observación.

Asimismo, se incluirá un análisis de cada una de las respuestas dadas por SCM MLCC a la SMA, en donde se apreciará que, en definitiva SCM MLCC no da respuesta o bien lo hace de manera insuficiente o sin sustento técnico.

Por su parte, relacionado al aspecto de forma, la observación respectiva de la SMA se presentará en “Negrita”; la respuesta entregada por SCM MLCC, se entregará en “Cursiva”; y nuestro análisis en formato normal.

## **3 LA ÚLTIMA VERSIÓN DEL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO NO CUMPLE CON TODAS LAS OBSERVACIONES GENERALES FORMULADAS EN LA RESOLUCIÓN EXENTA N°10/ ROL D-018-2019.**

### **3.1 CONSIDERANDOS 10 Y 11**

**“Considerando 10: En relación a la determinación de efectos, la Empresa expone que “(...) dado que ninguno de los parámetros medidos en la estación LM – 30 ha superado el promedio histórico de calidad de las aguas de la estación LM – 36, no se debió haber adoptado alguna medida de control producto de la alteración de calidad de aguas en la quebrada**

**La Brea Alta, y por lo tanto, no se evidencia efecto negativo ambiental derivado del hecho infraccional imputado.”**

**Considerando 11: Al respecto, se advierte que no es posible aceptar este argumento, en tanto se desconoce el tipo de acciones y los hitos de activación que el SEA hubiera podido establecer en caso de que la Empresa hubiera dado aviso de la alteración continua de los parámetros en los puntos superficiales y en los pozos subterráneos en la zona alta de Quebrada La Brea. Al respecto debe precisarse que aun, cuando respecto a los flujos superficiales la Empresa exponga que los mismos no impactan en el río Ramadillas y, consecuentemente, prever que el SEA no habría determinado acciones específicas, dicha argumentación no resulta extensible a los monitoreos de pozos subterráneos, en que el SEA podría haber identificado acciones adicionales para la corrección de la alteración en el sector alto de Quebrada La Brea, tal como ocurrió en el marco de la evaluación ambiental, respecto al parámetro pH. En atención a lo anterior, dicho argumento para el descarte de efectos deberá ser eliminado. Adicionalmente, y dado que la alteración en el sector alto de Quebrada La Brea se ha mantenido en el tiempo, sin que la Empresa lo hubiera comunicado al Servicio de Evaluación Ambiental, y así, haberse adoptado acciones que pudieran haber corregido tal situación, deberá complementarse el efecto potencial reconocido, agregándose el siguiente: “la mantención de la alteración de los parámetros de CE, SDT y SO<sub>4</sub>, desde el año 2015, en el sector alto de Quebrada La Brea, sin haber sometido al conocimiento del SEA el reforzamiento del Plan de Monitoreo Robusto asociado a la operación del depósito de Lastre.”**

Respecto a lo anterior, SCM MLCC, en su Programa de Cumplimiento Refundido (en lo sucesivo, "PdCR") presentado el 23 de septiembre de 2020, específicamente en la sección referida al cargo N°1, sección "Descripción de los Efectos Negativos Producidos por la Infracción o Fundamentación de la Inexistencia de Efectos Negativos" (pp.23) indica:

*"Por otra parte, en el Informe Análisis de Efectos Ambientales del Cargo N°1 de la Res.Ex. N°1/Rol D-018-2019, de MLCC, adjunto en Anexo 1.1, ampliando el análisis a la pertinencia de haber adoptado en esta situación una medida de control, se establece que, la falta de aviso e implementación oportuna del reforzamiento del PMR – Calidad para el Depósito de Lastre tiene el potencial efecto de generar una alteración de la calidad de las aguas en el río Ramadillas, al no encontrarse, actualmente autorizada ambientalmente, una medida de control a implementar en caso que se requiera detener la descarga al Río Ramadillas de las aguas superficiales provenientes del Depósito de Lastre durante la ejecución del PdC.*

*Asimismo, cabe establecer que, esta falta de aviso e implementación oportuna del reforzamiento del PMR – Calidad para el Depósito de Lastre, generó el efecto negativo consistente en la mantención de la alteración de los parámetros de CE, SDT y SO4, desde el año 2015, en el sector alto de Quebrada La Brea, sin haber sometido al conocimiento del SEA el reforzamiento del Plan de Monitoreo Robusto asociado a la operación del depósito de Lastre."*

Complementario a lo anterior, el citado Anexo 1.1 del PdCR, en su sección de Conclusiones (pp. 10), indica:

*"De esta forma, respecto de aguas superficiales es posible establecer que, dado que ninguno de los parámetros medidos en la estación LM – 30 ha superado el*

*promedio histórico de calidad de las aguas de la estación LM – 36, se concluye que no se debió haber adoptado alguna medida de control producto de la alteración de calidad de aguas en la quebrada La Brea Alta, y, por lo tanto, no se evidencia efecto negativo ambiental derivado del hecho infraccional imputado.*

*No obstante, conforme se solicita en el considerando 11 de la Res.Ex. N°10/Rol D-018/2019 de la SMA, esta conclusión no resulta aplicable para aguas subterráneas.”.*

Así, como se puede apreciar de la argumentación presentada por SCM MLCC en respuesta a las observaciones formuladas en los considerandos 10 y 11 de la Resolución Exenta N°10/Rol D-018-2019, existe un cumplimiento parcial de lo indicado por la SMA, toda vez que, si bien se reconoce, en lo que respecta a aguas subterráneas, la “*generación de un efectos negativo consistente en la mantención de la alteración de los parámetros de Ce, SDT y SO4*”, para el caso de las aguas superficiales se mantiene el mismo argumento sin modificación, cuestionado expresamente por la SMA al indicar que “*no es posible aceptar este argumento, en tanto se desconoce el tipo de acciones o hitos de activación que el SEA hubiera podido establecer [...]*”.

Con lo anterior, se desprende un cumplimiento parcial de lo solicitado por la SMA a través de la Resolución Exenta N°10/Rol D-018-2019, toda vez que se mantiene la afirmación que la SMA ha ordenado expresamente de eliminar del PdCR.

### **3.2 CONSIDERANDO 13**

**“Adicionalmente, en la sección forma de implementación, se debe indicar que los resultados de estos monitoreos, se cargarán en la plataforma SIGEA de Caserones (<http://caserones.sigea.cl/sigea2>), en el plazo de 20 días hábiles del mes siguiente en que se efectuó el monitoreo, a fin de**

**poder realizar un oportuno seguimiento ambiental de las variables a ser medidas. Lo anterior, en tanto actualmente los datos son cargados en dicha plataforma con desfase aproximado de 2 meses, y los informes del PMR remitidos a la SMA demoran un tiempo similar debido al procesamiento y análisis que se debe realizar para dar cumplimiento al plan de seguimiento ambiental aprobado. Adicionalmente, la Empresa deberá describir en formas de implementación la disponibilidad de estos datos en una plataforma de acceso público que dé cuenta, en el mismo plazo indicado anteriormente, de las mediciones de los parámetros de referencia.”**

Respecto a esta observación de la SMA, SCM MLCC en su PdCR (pp.5) indica:

*“Adicionalmente, conforme se solicita en el considerando 13, se incorpora en la sección “forma de implementación”, que los resultados de monitoreo de estos puntos se cargarán en la plataforma SIGEA de Caserones (<http://caserones.sigea.cl/sigea2>) o la que la reemplace, en el plazo de 30 días hábiles del mes siguiente en que se efectuó el monitoreo.”*

Respecto al plazo de 30 días indicado por SCM MLCC, en el Anexo 1.7 del PdCR entrega una justificación innecesariamente dilatoria. Al respecto, y según informa SCM MLCC, el muestreo y análisis del PMR Calidad se realizará a través de una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), la cual, según lo indicado en el propio PdCR, entregaría los resultados en un plazo máximo de 10 días hábiles del mes siguiente de realizado el monitoreo.

Por su parte, para la carga de información al sistema SIGEA, SCM MLCC indica que requiere de un plazo máximo de 5 días hábiles. Así el plazo de toma de muestra, análisis y

reporte de la información podría perfectamente realizarse en un plazo máximo de 15 días hábiles del siguiente mes en que se efectuó el monitoreo.

Sin embargo, SCM MLCC agrega una etapa intermedia, que corresponde a la inclusión de la empresa GP Consultores Limitada, encargados del control de calidad de los informes de monitoreo remitidos por la ETFA. Esta etapa intermedia considera un plazo adicional de 15 días hábiles más.

Se desprende de lo anterior que el control de calidad de los informes requiere del mismo plazo necesario para realizar la toma de muestras y análisis de laboratorio mediante ETFA y su posterior carga al sistema SIGEA. Esta acción intermedia entre la entrega del Informe de Monitoreo y la carga del mismo al sistema SIGEA, resulta manifiestamente dilatorio, toda vez que el reporte de monitoreo del PMR Calidad lo realiza desde un inicio una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental, la cual, según establece el Decreto N°30/2013, del Ministerio del Medio Ambiente (que Aprueba Reglamento de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente), en su artículo 1° corresponde a una *“Persona jurídica habilitada para realizar actividades de fiscalización ambiental, según el alcance de la autorización que le ha otorgado la Superintendencia [...]”*. Se colige de lo anterior, que un ETFA, por si sola, corresponde a una entidad cuyos resultados son de confianza tal que están habilitadas para realizar labores de fiscalización ambiental autorizadas directamente por la SMA.

Por lo anterior, no se justifica la necesidad de incorporar una tercera parte que actúe de revisor de los resultados entregados por una ETFA y que, además, requiera de un plazo adicional de 15 días hábiles respecto a los 10 días hábiles que le tomaría a la ETFA realizar el muestreo y análisis.

Así las cosas, se evidencia un claro espíritu dilatorio en el reporte de la información y un claro incumplimiento al plazo exigido por la SMA a través de la Resolución Exenta N°10/ROL D-018-2019.

Todo lo anterior, es una clara contraposición a lo establecido en el artículo 9 del Decreto 30/2013 (que Aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación), en el cual se indica que *“En ningún caso se aprobarán programas de cumplimiento por medio de los cuales el infractor intente eludir su responsabilidad, aprovecharse de la infracción, o bien, que sean manifiestamente dilatorios.”*.

### **3.3 CONSIDERANDO 14**

**“Por otra parte, se requerirá la incorporación de una acción adicional consistente en “Implementar y operar un sistema de reporte en línea con la SMA”, considerando al menos lo siguiente: 1. Puntos de monitoreo: Obras de control de infiltraciones: aguas extraídas desde los drenes de los depósitos de arenas y lamas, y desde los pozos de remediación y recuperación asociados a los mismos depósitos; Aguas subterráneas: pozos de observación ubicados aguas abajo del control de infiltración (pozos de eficiencia de remediación en depósitos de lamas y arenas, y pozos asociados al depósito de lastre); Aguas superficiales: cursos de agua ubicados en el área de influencia de los depósitos de lastre, lamas y arenas (aguas arriba y aguas debajo de la confluencia de las quebradas en que se emplazan); 2. Frecuencia de medición y parámetros: Obras de control de infiltraciones: deberá ser continua para los parámetros caudal, pH, conductividad eléctrica y temperatura, a lo más trimestral para los otros parámetros críticos o indicadores de las infiltraciones; Aguas subterráneas: en los pozos ubicados en la primera línea de observación,**

**deberá ser continua para los parámetros nivel freático, pH, conductividad eléctrica y temperatura, y a lo más trimestral para los otros parámetros críticos o indicadores de las infiltraciones; Aguas superficiales: deberá considerar, a lo menos mensualmente, los parámetros caudal, pH, conductividad eléctrica, temperatura; y, trimestralmente, los otros parámetros críticos o indicadores de las infiltraciones; 3. Frecuencia de transmisión: deberá considerar estampas de tiempo de 1 minutos para todos los parámetros de medición continua; deberá ser discreta para los demás parámetros, considerando informar agrupadamente todos los registros medidos durante cada mes calendario a más tardar el vigésimo día hábil del mes siguiente; 4. Modalidad de reporte de la información: deberá ser realizada mediante conexión en línea vía API, en conformidad con lo indicado en la Res. Ex. SMA N°252, de fecha 10 de febrero de 2020, que “Aprueba Manual API REST – SMA. Versión 1.0 – Febrero 2020”, o en los actos administrativos que las reemplacen.”**

En relación a lo observado por la SMA, SCM MLCC en su PdCR indica:

*“Finalmente, en cumplimiento de lo solicitado en el considerando 14, se incorpora en el Plan de acciones y Metas nueva acción ID 5, consistente en la implementación y operación de un sistema de reporte en línea con la SMA de los resultados de los monitoreos del sistema de control de infiltraciones, aguas subterráneas y superficiales. El detalle de la propuesta junto a su cronograma se encuentra en la minuta “Sistema de reporte en línea”, que se acompaña en el Anexo 1.13 de esta presentación. Esta acción incluye la habilitación de una plataforma web de acceso público del sistema de reporte en línea. Este sistema*

se implementará en un plazo de 24 meses y su costo asociado se estima en 2.316.000 (M\$)”.

Respecto a lo anterior, el citado Anexo 1.13 del PdCR, indica en su sección 2 “Condiciones de Monitoreo y Reporte en Línea” (pp.4) y sección 3 “Características del Sistema de Reporte en Línea” (pp.5), lo siguiente:

“Las condiciones del monitoreo y reporte en línea que se propone implementar por MLCC en la Acción ID 5 del programa de cumplimiento, y que resulta factible y útil, considerando los objetivos de control ambiental involucrados, se presentan a continuación.

Punto de Monitoreo	Cant.	Frecuencia de Medición			
		Caudal	Nivel	pH, CE y T°	Laboratorio
Aforadores	3	1 hr		1 hr	mensual
Pozos de remediación	10	1 hr		1 hr	mensual (caso base) quincenal (en alerta temprana)
Pozos de recuperación (PRLB 1-14)	14	1 hr		mensual	mensual
Pozos primera línea de observación (MNL-1, MNL-2, PBC-07, PBC-06B, MNB-5, PBB-7, MNB-6, POB-06B)	12+4		1 hr	1 hr	mensual (caso base) quincenal (en alerta temprana)
Pozos Ramadillas (P3-TR, WE-01, WE-02, WE-09, WE-03)	5		mensual	mensual	mensual (caso base) quincenal (en alerta temprana)
Pozos bajo Dep. Lastre (PZL-1, MNL-3)	1+3		1 hr (transm. c/12 hr)	1 hr (transm. c/12 hr)	mensual
Río Ramadillas (LM23, LM25, LM10, LM27)	4	mensual		1 hr	mensual (caso base) quincenal (en alerta temprana)
Superficiales bajo Dep. Lastre (LM51)	1	mensual		mensual	mensual
<b>Total Puntos</b>	<b>57</b>				

Las características del Sistema de Reporte en Línea propuesto son las siguientes:

- *Se medirán todos los 57 puntos solicitados por SMA.*
- *Se instalará un sistema de medición en línea en los aforadores (caudal, pH, CE y T°) con medición cada 1 hora.*
- *Los parámetros medidos cada 1 hora tendrán conexión en línea para la transmisión de los datos en tiempo real, excepto sector aislado bajo el depósito de lastre que se transmitirán cada 12 horas.*
- *Dada la dificultad de mantención de sondas de pH, CE y T° en pozos de bombeo y que los datos no aportarían mayor información para el control de infiltraciones, se mantendrá el muestreo manual de los pozos PRLB 1-14-*
- *Se instalará un sistema de medición en línea de calidad de agua (ph, CE y T°) en el río Ramadillas en los puntos aguas arriba y abajo de las quebradas Caserones y La Brea.”.*
- *Se subirán los informes de laboratorio, con QA/QC realizado, 30 días hábiles desde el inicio del mes siguiente.”*

De la observación efectuada por la SMA y la respuesta indicada por SCM MLCC, se desprende que debe implementarse un sistema de Reporte En Línea, que considere las obras de control de infiltraciones, es decir, aguas extraídas desde los drenes de los depósitos de arenas y lamas, desde los pozos de remediación y recuperación; aguas subterráneas, es decir, pozos de observación ubicados aguas abajo del control de infiltración; y aguas superficiales, es decir, cursos de agua ubicados en el área de influencia de los depósitos de lastre, lamas y arenas. En total, según los antecedentes aportados por SCM MLCC, todos los puntos de monitoreo solicitados por la SMA totalizan 57.

De los 57 puntos de monitoreo que la SMA solicitó expresamente implementar un sistema de monitoreo en línea, SCM MLCC indica en su Anexo 1.13, pp.5, que solo *“se instalará un sistema de medición en línea en los aforadores (caudal, pH, CE y T°) con medición cada 1*

hora.”. Según el detalle de puntos de monitoreos presentados por SCM MLCC y citados de manera precedente en este documento, los aforadores sólo corresponden a 3 puntos de monitoreo.

En lo que respecta a las frecuencias de monitoreo, la SMA solicita lo siguiente:

*“Obras de control de infiltraciones: deberá ser continua para los parámetros caudal, pH conductividad eléctrica y temperatura, a lo más trimestral para los otros parámetros críticos o indicadores de las infiltraciones; Aguas subterráneas: en los pozos ubicados en la primera línea de observación, deberá ser continua para los parámetros nivel freático, pH, conductividad eléctrica y temperatura, y a lo más trimestral para los otros parámetros críticos o indicadores de las infiltraciones; Aguas superficiales: deberá considerar, a lo menos mensualmente, los parámetros caudal, pH, conductividad eléctrica, temperatura; y, trimestralmente, los otros parámetros críticos o indicadores de infiltraciones.”.*

Sobre esta solicitud, SCM MLCC se pronuncia someramente respecto a las frecuencias indicando que, para los pozos de remediación se hará una medición cada 1 hora de los parámetros Caudal, pH, CE y T°; para el caso de los pozos de recuperación, solamente se hará una medición cada 1 hora del parámetro caudal, mientras que los parámetros pH, CE y T° se monitorearán de manera mensual. Para los pozos ubicados en la primera línea de observación, se mantendrá un monitoreo cada 1 hora del nivel freático y los parámetros pH, CE y T°. Para los pozos emplazados en el río Ramadillas se establece una medición mensual de los parámetros nivel freático, pH, CE y T°.

En lo que respecta a aguas superficiales, en el mismo anexo, pp.5 se indica que “se instalará un sistema de medición en línea de calidad de agua (pH, Ce y T°) en el río Ramadillas en los puntos aguas arriba y debajo de las quebradas Caserones y La Brea.”.

No obstante lo anterior, en materia de aguas superficiales, el requerimiento de la SMA es mucho más específico, al solicitar puntos de monitoreo en los “[...] cauces de agua ubicados en el área de influencia de los depósitos de lastre, lamas y arenas (aguas arriba y aguas abajo de la confluencia de las quebradas en que se emplazan.”. Se destaca, de igual manera, la omisión por parte de SCM MLCC de medir el parámetro caudal.

Con todo lo anterior, se evidencia una clara insuficiencia en la respuesta entregada por SCM MLCC a la SMA, toda vez que, en primer lugar, solo se establece un sistema de Monitoreo En Línea de manera parcial en los puntos de monitoreo correspondientes a “Aforos” (3 puntos de monitoreo), Río Ramadillas (4 puntos de monitoreo) y Superficiales bajo Dep. Lastre (1 puntos de monitoreo). En conclusión, de los 57 puntos total de medición que posee SCM MLCC, solo establecerá un sistema de monitoreo en línea en 8 puntos.

En otra línea, pese a que la SMA solicitó expresamente medir de manera continua en los pozos de recuperación para los parámetros caudal, pH, CE y T°, SCM MLCC indica que, a excepción del parámetro caudal, se efectuarán las mediciones de manera mensual, no acogiendo así la observación específica emitida por la SMA.

Se destaca además, que para el caso de los puntos de monitoreo de aguas superficiales, SCM MLCC solamente informa respecto a establecer como puntos de monitoreo los puntos ubicados en el río Ramadillas y un punto ubicado aguas abajo del depósito de lastre. Al respecto, la SMA solicitó de manera expresa establecer monitoreos en los cauces de agua ubicados en el área de influencia de los depósitos de lastre, lamas y arenas, esto es, aguas arriba y debajo de la confluencia de las quebradas Caserones y La Brea, lo que tampoco queda explícito en el sistema de monitoreo propuesto por SCM MLCC:

Así, la respuesta entregada por SCM MLCC es insuficiente, toda vez que acoge parcialmente el requerimiento efectuado por la SMA, desconociendo la implementación del sistema de Monitoreo En Línea de la totalidad de los puntos de monitoreos informados por

el propio titular, variándose de manera holgada e injustificada la frecuencia de monitoreo, como por ejemplo en los pozos de remediación, y omitiendo la medición de parámetros, tales como el caudal para los puntos de monitoreo superficial.

#### **3.4 CONSIDERANDO 17**

**“En relación con la determinación de efectos, se requiere que la Empresa complemente su fundamentación con un análisis de disponibilidad de aguas, que permita sostener, desde una perspectiva distinta a la planteada (temporal y jurídica), el resultado en efectos propuestos.”.**

Respecto a lo anterior, SCM MLCC en su PdCR responde lo siguiente:

*“Para dar respuesta a lo solicitado en el considerando 17 de la resolución, se acompaña en el Anexo 2 de esta presentación [el] informe titulado “Efectos del bombeo de los pozos de remediación/recuperación en la disponibilidad de recursos hídricos en los sistemas Ramadillas y Pulido”, elaborado por GP Consultores Ltda., en que se efectúa el análisis solicitado.*

*Específicamente, en este informe se analiza si producto de la activación del sistema de remediación y recuperación de la quebrada Caserones y la Brea se generan efectos negativos en la disponibilidad de recursos hídricos aguas debajo de estas quebradas, específicamente en los sistemas de los ríos Ramadillas y Pulido, confirmando el análisis que descarta la existencia de efectos derivados de las infracciones imputadas.*

*Puntualmente, respecto de la disponibilidad de aguas subterráneas en el río Ramadillas por bombeo de los pozos de remediación ubicados en quebrada Caserones, se analizan los pozos de eficiencia de remediación ubicados aguas debajo de la confluencia Caserones/Ramadillas, concluyendo que, no se ha producido abatimiento de niveles que modifiquen la tendencia o rango de variación histórica de los niveles observados en este sector del sistema acuífero del río Ramadillas. Lo mismo se replica respecto de mediciones históricas del río Ramadillas aguas debajo de esta confluencia y en el río Pulido.*

*Lo mismo se replica respecto del análisis de aguas superficiales, donde al comparar las mediciones de caudal en puntos aguas arriba y aguas debajo de la confluencia Caserones/Ramadillas, no se observaron diferencias significativas producto del*

*bombeo de los pozos de remediación de esta quebrada. Esto mismo se observa respecto de las mediciones históricas del río Ramadillas aguas debajo de esta confluencia y en el río Pulido.”.*

Sobre este Anexo 2 del PdCR que cita SCM MLCC en su respuesta, este documento consta de una serie de análisis a los pozos sobre los cuales se analiza la disponibilidad del recurso hídrico, tanto en caudal como en profundidad. Al respecto, se destacan los siguientes puntos:

Depósito de Arenas en quebrada Caserones: Pozos PBC – 07 y PBC – 06B (pp. 17, Anexo 2.2).

[1] PBC – 07: este pozo se encuentra ubicado en Quebrada Caserones, y se tienen registros desde la condición basal del mismo, es decir, previo a junio de 2014. Los niveles de agua se este pozo fluctúan a lo largo de la puesta en marcha y operación, variando desde los 27,32 m.bnb y los 14,4 m.bnb. Respecto de las mediciones de este pozo, SCM MLCC finalmente no las incluye dentro de su análisis, esto, bajo el argumento que el pozo se ubica aguas arriba del último pozo de bombeo de remediación, correspondiente al PBC – 06, por lo que no se reflejaría el efecto total de los bombeos de remediación en la Quebrada Caserones.

Sumado a lo anterior, se señala que, inmediatamente arriba del pozo PBC – 07, se ubica el pozo de remediación PBC – 02, respecto a lo cual se señala que, dada la magnitud del bombeo *“se puede influir directamente en los niveles de aguas subterráneas medidos en PBC – 07, representando niveles dinámicos. Éste hecho **presumiblemente** explica el significativo ascenso del nivel en el año 2017 y el posterior retorno a la situación previa a la depositación de las arenas”.* (énfasis añadido).

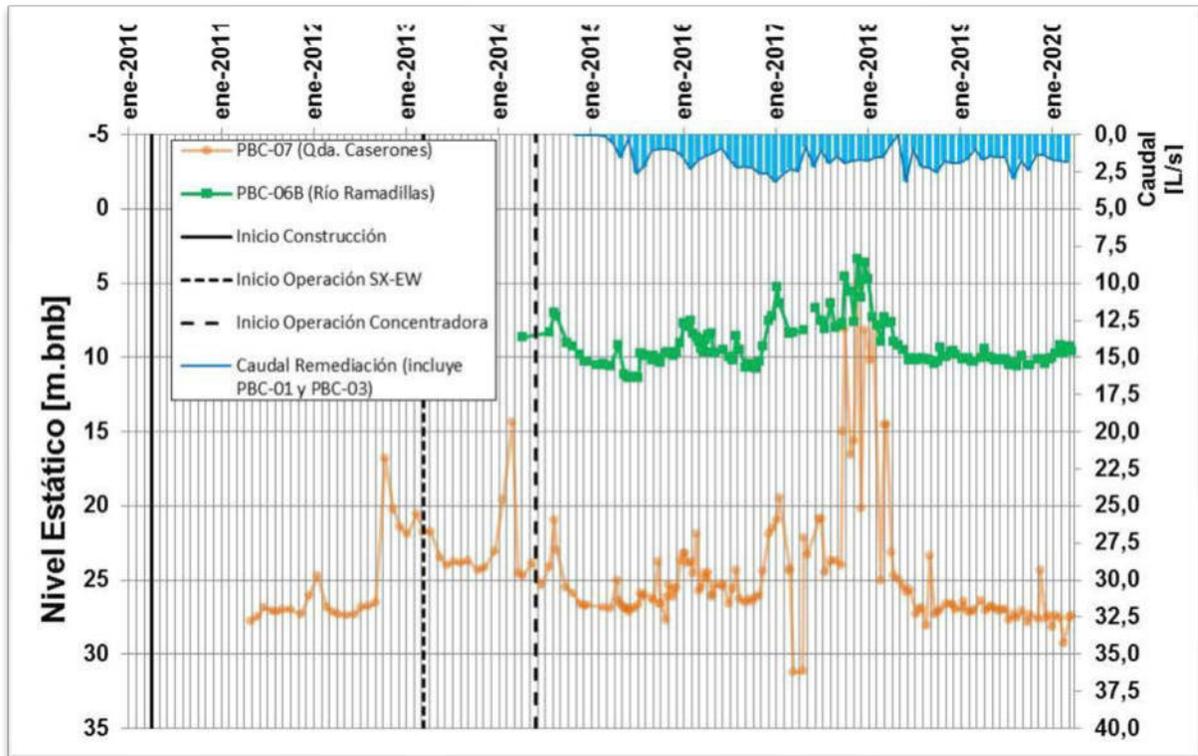
[2] PBC – 06B: este pozo se ubica en el sistema Ramadillas, aguas abajo de los pozos de bombeo asociados al Depósito de Arenas. Este pozo, en su condición basal, es decir, anterior a la operación del Depósito de Arenas, tiene una sola medición, la cual corresponde a 8,66 m.bnb, en el mes de abril de 2014. En el informe presentado en el Anexo 2.2, se señala que, iniciado el bombeo de remediación, en noviembre del mismo periodo, los niveles de agua oscilan cercanos al nivel original. Seguido de lo anterior, los niveles comienzan a ascender a finales de 2017, llegando hasta los 3,41 m.bnb, en el mes de diciembre de dicho de año. Así, posterior a esa fecha, los niveles descendieron nuevamente logrando estabilizarse en el año 2018 en torno a los 10 mbnb.

A lo anterior, el citado informe indica que la diferencia es levemente mayor a lo registrado previo a la depositación de arenas, pero que se encuentra en el rango de los niveles medidos.

Visto y analizado los párrafos anteriores, señala el citado informe que es posible concluir que los bombeos de los pozos de remediación ubicados en la Quebrada Caserones no han inducido abatimiento en los niveles de aguas subterráneas “[...] por lo que, no han reducido la disponibilidad de aguas subterráneas en el sistema Ramadillas, aguas abajo de la descarga de Caserones al Ramadillas.” (énfasis añadido).

En la siguiente Figura se grafican los niveles de los pozos de bombeo, así como los caudales involucrados.

**Figura 1. Niveles de agua en los pozos de eficiencia de remediación depósito de arenas.**



Fuente: Anexo 2.2 del PdCR, pp.17.

De la información entregada por SCM MLCC, es necesario señalar las incongruencias en los relatos planteados en el informe presentado en el Anexo 2.2 del PdCR.

Primeramente, se destaca la completa ausencia de herramientas metodológicas, argumentos bibliográficos y conclusiones sobre la base de supuestos cuantitativos que

permita el descarte de efectos, sino que, por el contrario, todo análisis se fundamenta en supuestos cualitativos.

Respecto del pozo PBC – 07, no se evidencia ningún aporte empírico por parte de este pozo, debido a que éste se encontraría en el área de influencia de los pozos de remediación, y, por lo tanto, se vería influenciado por la acción de pozos vecinos. Sin embargo, más adelante, se concluye que “presumiblemente” el descenso significativo en los niveles de este pozo – que, destacamos nuevamente, fue descartado del análisis – se debe a la cercanía de los pozos de remediación.

Con lo anterior, se deja en evidencia la ausencia de una conclusión respecto de los efectos a los cuales se les puede atribuir el descenso, es decir, no existe un análisis de interferencia entre pozos que permita, cuantitativamente, determinar esta supuesta influencia. Muy por el contrario, se evidencia un actuar arbitrario y negligente a la hora de descartar datos que, en principio, parecieran entregar conclusiones contrarias a la que efectúa SCM MLCC, toda vez que se evidencia un tipo de descenso en la profundidad de las aguas subterráneas.

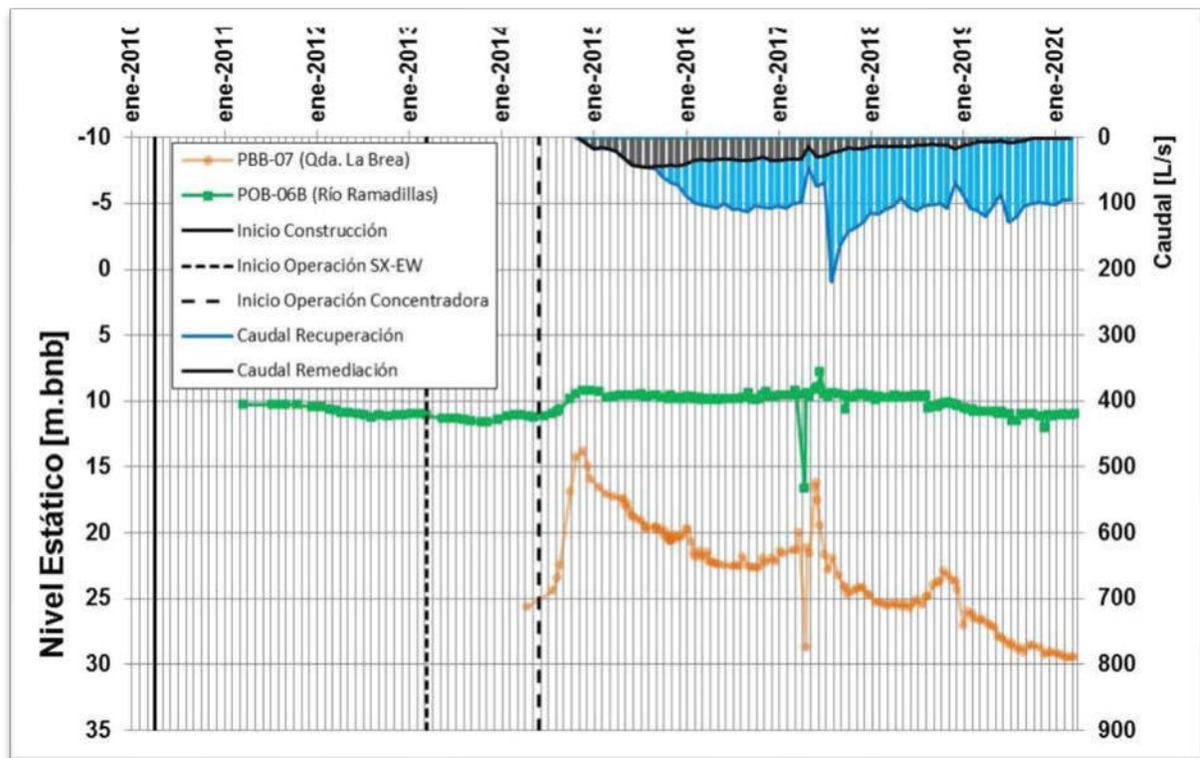
Siguiendo con el análisis, en lo que respecta al pozo PBC – 06B, la información presentada es aun más incongruente, esto debido a que existe ausencia de datos históricos en los niveles de profundidad del pozo. En dicha captación, solo se cuenta con un único registro en 2014, previo a iniciada la operación del depósito de arenas correspondiente a 8,66 m.bnb. Sin embargo, de igual manera se concluye que no existe una diferencia significativa, entre este único registro del año 2014 con los registros de 2018, en donde se alcanzan los 10 m.bnb. Lo anterior se presenta sin mediar análisis estadístico alguno y bajo la sola figura que ambos datos se “parecen” entre sí. Así la información entregada no aporta ninguna evidencia concreta ni datos cuantitativos que puedan respaldar la hipótesis de no afectación de los niveles de profundidad de aguas subterráneas.

Finalmente, de los pozos que “sustentarían” la fundamentación de no abatimiento de niveles de aguas subterráneas, que corresponde únicamente a dos captaciones, se desestima uno por encontrarse “presumiblemente” influenciado por otras captaciones. Por su parte, el único punto de monitoreo que quedaba para analizar, cuenta con datos insuficientes en su condición basal, un solo monitoreo es claramente no representativo de la condición basal del acuífero en ese sector. Se destaca que descartar impactos significativos, sobre la base de que los datos son “parecidos” y, por ende, no hay afectación, carece de todo rigor científico y fundamentación cuantitativa.

**Depósito de Lamas en Quebrada La Brea: Pozos PBB – 07 y POB – 06B**

Para el caso de la evaluación de la evolución de los pozos de eficiencia de remediación del Depósito de Lamas, en el Anexo 2.2 del PdCR, sección 5.2, SCM MLCC incluye un escueto análisis de los pozos PBB – 07 y POB – 06B. La Figura a continuación resume los datos entregados.

**Figura 2. Niveles de agua en los pozos de eficiencia de remediación Depósito de Lamas**



Fuente: Anexo 2.2 PdCR, pp 19.

[1] Pozo PBB – 07: este pozo en su condición basal, esto es, previo al inicio de la depositación de lamas, cuenta con una sola medición de nivel (25,61 m.bnb), registrada en abril del año 2014. Posterior a iniciada la depositación de lamas, los niveles ascienden rápidamente hasta los 13,8 m.bnb en el mes de noviembre del mismo año, momento en el que se activan las acciones de remediación. Finalmente, con el avance del tiempo, los niveles de los pozos descienden en forma sostenida hasta alcanzar los 29,45 m.bnb.

Respecto a esta captación, el citado informe indica que no se incluye en las evaluaciones, debido a que se encuentra aguas arriba del pozo de bombeo de remediación, por lo que no representa el efecto total de los bombeos de remediación. Adicionalmente, como se señala en el informe, aun cuando no se puede hacer un análisis de disponibilidad en quebrada La

Brea, se podría señalar que, si bien existe una potencial disminución del caudal subterráneo de aporte hacia el sistema del río Ramadillas, este es marginal.

[2] Pozo POB – 06B: en su condición natural, previo al inicio de la depositación de lamas, el pozo presentaba niveles entre los 10,2 y 11,6 m.bnb. Posterior a iniciada la depositación de lamas, en el año 2014, los niveles de los pozos ascienden hasta llegar a 9,2 m.bnb en diciembre del mismo año, para luego lograr un estado relativamente estable en torno a los 10 m.bnb. A partir del año 2019 los niveles se han mantenido cercanos a los 11 m.bnb.

Así, en el informe, se indica que, en vista de los datos históricos presentados del pozo POB – 06B, es dable concluir que los bombeos de los pozos de remediación ubicados en la quebrada La Brea no han inducido abatimientos en los niveles de las aguas subterráneas del sistema acuífero – río Ramadillas. De este modo, señala el informe, no se ha reducido la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Del análisis de la información presentada por SCM MLCC cabe destacar las siguientes ideas:

- (a) Nuevamente la justificación entregada para acreditar una no afectación del recurso hídrico en la variable cantidad carece de todo análisis matemático, limitándose a describir cualitativamente que no existe una afectación.
- (b) En lo que respecta a la captación denominada PBB – 07, la cual fue descartada del análisis, conviene destacar ciertos aspectos que toman relevancia. Según la información basal, el nivel de aguas subterráneas previo al inicio de la operación se encontraba en 25,61 m.bnb. Una vez iniciada la operación del depósito de lamas, los niveles ascienden dramáticamente hasta alcanzar los 13,8 m.bnb.

Respecto a lo anterior, creemos importante destacar la ausencia de un análisis o justificación que argumente una disminución prácticamente a la mitad de la profundidad del acuífero, coincidentemente al primer año de entrada en operación del depósito de lamas. Lo anterior habla claramente de un evento de infiltración de contaminantes de grandes proporciones, respecto a lo cual no se efectúa ningún análisis que permita establecer las razones y consecuencias de dicho evento de infiltración.

Por otro lado, se menciona que, luego de iniciada la operación de la batería de pozos de remediación y a medida que avanzó el tiempo, en el año 2019 se registró una profundidad del nivel de aguas en torno a los 29,45 m.bnb. En ese apartado,

nuevamente SCM MLCC realiza un análisis escaso y negligente al argumentar, sin análisis matemático alguno, que la disminución es marginal.

Se destaca en este apartado que, para una cuenca hídricamente estresada, objeto de múltiples decretos de escasez, que inclusive se mencionan en la sección 4.2 (pp. 9) del mismo Anexo 2.2, una disminución de aproximadamente 4 m.bnb no puede ser catalogada simplemente como “marginal” y no realizar ningún tipo de análisis al respecto.

- (c) En lo que respecta al pozo POB – 06B, tal como en todos los casos anteriores, se entrega una justificación netamente cualitativa. Todo el análisis se basa en que existe “poca” diferencia entre el valor histórico inicial y los valores actuales registrados. Tal como se indicó previamente, en una cuenca estresada hídricamente, con múltiples Decretos de Escasez Hídrico (DGA/MOP) citados por el propio estudio, cualquier variación, positiva o negativa, debe ser analizada para así determinar si realmente existe un efecto o no en dicho sistema.

Siguiendo con la revisión de antecedentes analizados, SCM MLCC en su Anexo 3.3 del PdCR, entrega un detalle con los datos históricos de los pozos, entre los que se encuentra el subanexo C – del mismo documento- que contiene el documento denominado “Correlaciones Estación Fluviométrica DGA Río Pulido en Vertedero”, informe en el cual se presentan los gráficos de asociación, conjunto con los estadísticos  $R^2$  y la ecuación de la recta. Como es posible apreciar, la información para hacer los análisis matemáticos se encuentra disponible, inclusive en los mismos anexos presentados en el PdCR. Sin embargo, SCM MLCC solamente se limitó a “construir” argumentos cualitativos sobre la base de antecedentes técnicos.

En base a lo anterior, si retomamos el análisis del pozo PBB -07, el cual fue descartado del análisis debido a [1] inexistencia de datos históricos y, [2] la supuesta afectación por pozos cercanos, y analizamos los datos que justamente SCM MLCC acompañó en otros anexos de este PdCR – los cuales acompañados en el Apartado N°1 -, es posible construir el siguiente gráfico para el pozo PBB-07.

**Figura 3. Línea de tendencia de determinación de niveles históricos de profundidad pozo PBB – 07.**



**Fuente: Elaboración propia en base a datos presentados en Subanexo C del Anexo 3 del PdCR.**

Según el gráfico anterior, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) muestra una clara tendencia hacia la baja, estadísticamente hablando, de los niveles de profundidad del recurso hídrico subterráneo. Si bien, SCM MLCC indica que la disminución de los niveles se debe a la cercanía e influencia de otros pozos, no acompaña ningún antecedente técnico que acredite tal hecho.

Sumado a lo anterior, y potenciando aún más los datos entregados por SCM MLCC, es posible realizar un análisis de correlación, en donde fue posible comprobar, mediante la utilización de “paquetes estadísticos”, la indiscutible tendencia hacia el desmedro de la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo. En las Tablas a continuación se presentan los análisis de asociatividad, determinando la Correlación de Pearson, tanto con estadística

frecuentista como análisis Bayesiano, todo en a favor de destacar cualquier tipo de error estadístico (Tipo I y II)<sup>123</sup>.

**Tabla 1. Resultados Análisis de Correlación de Pearson, con estadística frecuentista (p-valor)**

<b>Pearson's Correlations</b>			
<b>Variable</b>		<b>año</b>	<b>prof</b>
1. año	Pearson's r	—	
	p-value	—	
2. prof	Pearson's r	0.848	—
	p-value	< .001	—

**Tabla 2. Resultados Análisis de Correlación de Pearson, con estadística Bayesiana (Factor Bayesiano o BF).**

<b>Bayesian Pearson Correlations</b>			
<b>Variable</b>		<b>año</b>	<b>prof</b>
1. año	Pearson's r	—	
	BF <sub>10</sub>	—	
2. prof	Pearson's r	0.848	—
	BF <sub>10</sub>	5.826e +38	—

**Sin ahondar en detalles aún más técnicos y en los sustentos teóricos en los que se basan cada uno de los análisis presentados, y sin el afán de presentar más análisis**

<sup>1</sup> Greenland S, Senn SJ, Rothman KJ, Carlín JB, Poole C, Goodman Sn, et al. Statistical test, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. Eur J epidemiol, 2016; 31 (4): 337-350. DOI: 10.1007/s10654-016-0149-3.

<sup>2</sup> Nurminen M. Statistical significance. A misconstrued notion in medical research. Scand J Work Environ Health. 1997; 23(3): 232-235.

<sup>3</sup> Rendon – Macías, M.E. Riojas – Garza, A., Contreras – Estrada, D. & Martínez – Ezquerro, J. D. (2018). Análisis Bayesiano. Conceptos básicos y prácticos para su interpretación y uso. Revista Alergia México, 65 (3), 285-288.

**estadísticos o similares, el valor de asociatividad es, para ambos análisis, significativo. Lo anterior implica que a partir de los datos presentados por SCM MLCC es evidente una afectación significativa a la disponibilidad y caudal aportante al sistema acuífero – río Ramadillas, con una clara tendencia a la baja.**

Por otra parte, desde el punto de vista metodológico, es sumamente contraproducente la información entregada por SCM MLCC en materia de descarte de pozos de monitoreo, aludiendo a razones tales como ausencia de información o potencial influencia de otros pozos. Respecto a lo anterior, se demuestra una total falta de criterio metodológico, así como la ausencia completa de algún estándar de calidad, al momento de proponer puntos de medición. Elegir un punto de medición, no debe responder al mero azar o “por cumplir” en el mayor grado posible un requerimiento de información, el punto elegido debe permitir realizar los análisis cuantitativos y, por su parte, permitir hacer un seguimiento para extender los análisis en el tiempo. Resulta por lo menos curioso iniciar un análisis indicando que puntos de monitoreo consideraré y después, en la etapa de análisis terminar descartándolos y sin siquiera incorporar otro punto de captación en subsidio, sino que solamente recortar datos y concluir. Se evidencia una clara falta de análisis preliminar de gabinete para la determinación de los pozos que se considerarán en el análisis.

Lo anterior se interpreta de dos formas posibles:

- ¿cómo se puede establecer una correcta evaluación de impacto ambiental – especial énfasis en que inclusive SCM MLCC se encuentra en evaluación ambiental de un EIA – si no existe la capacidad de realizar un adecuado levantamiento de la condición base? Lo anterior dificulta de “grueso modo” poder adoptar medidas de mitigación o reparación; realizar seguimiento a dichas medidas; y/o evaluar la aparición de impactos ambientales no previstos.
- En segunda línea, se destaca un claro uso del Programa de Cumplimiento con el objeto de eludir su responsabilidad en el hecho infraccional (véase Artículo 9 del Decreto 30/2013), toda vez que se realiza un análisis bastante limitado respecto de las reales consecuencias que tuvo, en este caso la sobreexplotación de aguas subterráneas.

En síntesis, es preocupante la ausencia de análisis cuantitativos para sostener los argumentos planteados en el PdCR, ya que no visualizan argumentos técnicos que confirmen o rechacen las hipótesis sostenidas por SCM MLCC. Así, no se estaría dando respuesta a la observación planteada por la SMA.

### 3.5 CONSIDERANDO 18

**“En relación a la Acción N°7, se deberá comprometer el reporte de los resultados de monitoreos de los pozos de eficiencia de remediación de la Quebrada Caserones, en la plataforma SIGEA de Caserones (<http://caserones.sigea.cl/sigea2>), en el plazo de 20 días hábiles del mes siguiente en que se efectuó el monitoreo, a fin de poder realizar un seguimiento oportuno de los efectos de la repotenciación de los pozos de remediación. Adicionalmente, deberá referenciar en la nueva acción indicada en el considerando 14 que los valores de las variables medidas en estos puntos serán consideradas en la citada conexión en línea.”.**

Al igual que en la respuesta del considerando 13 de la Resolución Exenta N°10/Rol D-018-2019, SCM MLCC insiste en considerar un plazo de 30 días hábiles desde el inicio del mes siguiente a efectuado el monitoreo.

Como se abordó ampliamente en la sección 3.2 del presente documento, ese plazo no solo correspondería a un incumplimiento de lo ordenado por la SMA, sino que corresponde a un claro ejemplo de dilación excesiva en el reporte de la información, lo cual va en completa contrariedad de lo establecido en el artículo 9 del Decreto 30/2013 (que Aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación), respecto a que *“En ningún caso se aprobarán programas de cumplimiento por medio de los cuales el infractor intente eludir su responsabilidad, aprovecharse de su infracción, o bien, que sean manifiestamente dilatorios.”.*

Recordemos que el análisis del PMR-Calidad lo realiza desde un inicio una ETFA, una entidad que por Reglamento posee las facultades y confianza de la propia SMA para realizar labores de fiscalización ambiental. Por consiguiente, agregar una tercera parte que actúe como ente revisor y que, además, duplique los plazos de reporte de información, pasando de 15 a 30 días hábiles, solamente da cuenta y reafirma el espíritu dilatorio de SCM MLCC en reportar la información.

### 3.6 CONSIDERANDO 20 Y 21

**“Considerando 20: En relación con la determinación de efectos, la Empresa deberá complementar su análisis de efectos en lo que refiere al caudal de aguas superficiales del río Ramadillas, según si éste pudiera haberse influenciado por la operación de los pozos de**

**remediación/recuperación en Quebrada La Brea (19 pozos), en base a una eventual condición ganadora/perdedora del río. Al respecto, se solicita tener en consideración lo expuesto en relación a esta temática en el Anexo 5, del procedimiento “25 quinquies” sometido a conocimiento del SEA (“Modelo Hidrogeológico Quebrada La Brea”), y el análisis de comportamientos de caudal en los puntos aguas arriba y abajo de la confluencia “La Brea/Ramadillas”, en los periodos con y sin operación de la barrera de remediación (diferenciando periodos donde solo operaron los pozos de remediación, del periodo de operación conjunta de los 19 pozos).**

**“Considerando 21: Adicionalmente, se sugiere que la Empresa complemente su fundamentación con un análisis de disponibilidad de aguas subterráneas en tanto los estudios isotópicos corresponden a una fotografía de la situación de origen de aguas en el periodo que se tomó la muestra, por lo que un análisis como el sugerido, resultado complementario a la determinación de efectos planteada por la Empresa.”.**

Respecto a lo anterior, SCM MLCC respondió en su PdCR, lo siguiente:

*“Respecto de lo solicitado en los considerandos 20 y 21, se acompaña en el Anexo 3 de esta presentación [el] informe titulado “Efectos del bombeo de los pozos de remediación/recuperación en la disponibilidad de recursos hídricos en los sistemas Ramadillas y Pulido, elaborado por GP Consultores Ltda., en que se efectúa el análisis solicitado.*

*Específicamente, en este informe se analiza si producto de la activación del sistema de remediación y recuperación de la quebrada Caserones y la Brea se generan efectos negativos en la disponibilidad de recursos hídricos aguas debajo de estas quebradas, específicamente en los sistemas de los ríos Ramadillas y Pulido, confirmando el análisis que descarta la existencia de efectos derivados de las infracciones imputadas.”.*

Sobre la respuesta entregada, cabe precisar que en el Anexo 3, se entregan los mismos análisis considerados en el Anexo 2.2 del PdCR, y analizados en detalle en nuestros comentarios presentados en el punto 3.4 de este documento.

Es posible añadir a dicha argumentación que, contrario a lo que indica SCM MLCC y respecto a lo solicitado por la SMA, en dicho análisis denominado “Efectos del bombeo de los pozos de remediación/recuperación en la disponibilidad de recursos hídricos en los sistemas Ramadillas/Pulido”, no se evidencia la presentación del análisis de comportamiento aguas arriba y aguas abajo de la confluencia La Brea/Ramadillas, como tampoco se presenta el análisis diferenciado del efecto de la operación de los pozos de remediación y los 19 pozos en conjunto.

**Así, y considerando la total ausencia de análisis matemáticos y cuantitativos que descartasen la inexistencia de efectos negativos en el sistema acuífero río, y la ausencia de los análisis a los puntos solicitados expresamente por la SMA señalados en el párrafo anterior, queda claro que SCM MLCC no da cumplimiento a la observación emitida por la SMA.**

### **3.7 CONSIDERANDO 23**

**“En cuanto a la acción N°8 – Operación de pozos de remediación y recuperación en la Quebrada La Brea sujeto a un caudal máximo de extracción de aguas naturales de 28 l/s – se sugiere complementar con los siguientes compromisos y/o acciones: a) compromiso de desactivar la barrera de remediación en caso que no se mantengan el hito para su activación de manera inmediata; b) en atención de lo anterior, resulta necesario que la Empresa comprometa que los resultados de los monitoreos asociados al PMR – Calidad de los pozos en Quebrada La Brea (pozos de remediación y de eficiencia de remediación), sean cargados a la Plataforma SIGEA de Caserones, en el plazo de 20 días hábiles del mes siguiente en que se efectuó el monitoreo. Adicionalmente, deberá referenciar en la nueva acción indicada en el considerando 14 que los valores de las variables mediadas en estos puntos serán consideradas en la citada conexión en línea; c) en línea con lo anterior, se advierte que los reportes en el Sistema de Seguimiento Ambiental desde el monitoreo de julio 2019 presentan solo la información con el dato del mes respectivo. Al respecto, la Empresa deberá comprometer el ingreso de la información considerando la calidad de aguas históricas en los puntos de monitoreo correspondientes al PMR (agregando archivo en formato Excel, con la**

**información histórica reportada); y, d) la Empresa deberá dar cuenta, en la forma de implementación de la Acción, la solicitud de autorizaciones sectoriales respecto a cambios de puntos de captación, en los términos descritos en la Res. Ex. N°65/2019, de la DGA Atacama, adjuntando copia de la solicitud presentada durante el año 2019.”.**

En relación a la presente observación, SCM MLCC, responde en su PdCR (pp.9):

*“Respecto de lo solicitado en relación a la desactivación de la barrera de remediación (considerando 23 letra a), mi representada se ceñirá a lo establecido en el PMR – Calidad respecto de las condiciones que se deben cumplir para dar término al Plan de Remediación. En este instrumento se establece que la desactivación de los pozos de remediación se implementará una vez recuperada la condición química basal, lo cual se verifica una vez que la concentración de cada parámetro se mantenga bajo el Umbral de Alerta Temprana establecido para cada punto de control (para quebrada La Brea, los Umbrales de Alerta Temprana se define en la Tabla 10 del PMR – Calidad). Al respecto, se debe tener en consideración lo establecido en la Minuta Técnica “Análisis de Operación de Pozos de Recuperación y Remediación Quebrada La Brea” (Anexo 3.5), donde se establece la necesidad de mantener la operación de los pozos de remediación y de recuperación, considerando lo ocurrido en el mes de agosto de 2018, donde algunos de los pozos PRLB no estaban operando, lo que implicó el incremento de niveles de Sulfato, CE y SDT en el pozo PBB-07 en dicho periodo. Por lo cual, considerando estos antecedentes, para la desactivación de la barrera de remediación de quebrada La Brea, mi representada se ceñirá al cumplimiento de los requisitos establecidos en el PMR – Calidad.”*

Respecto de lo anterior, cabe resaltar que lo expresado por SCM MLCC en atención a que *“mi representada se ceñirá a lo establecido en el PMR- Calidad respecto de las condiciones que se debe cumplir para dar término al Plan de Remediación”*, lo cual resulta jurídicamente correcto, toda vez que SCM MLCC debe acogerse fielmente a lo establecido y aprobado en su correspondiente PMR – Calidad. Sin embargo, dicha expresión toma especial relevancia y gravedad por la siguiente afirmación que entrega SCM MLCC en la misma respuesta (pp. 9):

*“[...] se debe tener en consideración lo establecido en la Minuta Técnica “Análisis de Operación de Pozos de Recuperación y Remediación Quebrada La Brea” (Anexo 3.5), donde se establece la necesidad de mantener la operación de los pozos de remediación y de recuperación [...]”.*

A lo anterior se suma el hecho que cita como referencia lo ocurrido en el mes de agosto de 2018 en donde en algunos de los pozos PRLB se encontraban sin operar, lo que repercutió en un alza importante en las concentraciones de sulfato, sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica en el pozo PBB-07.

Así las cosas, **SCM MLCC no acoge lo indicado por la SMA**, orientado a detener la operación del sistema de remediación una vez que las condiciones lo permitan, puesto que, la misma empresa insiste en la necesidad de mantener una operación permanente de dicho sistema. Lo anterior representa un claro espíritu de SCM – MLCC de no resolver los principales problemas de su operación relacionados con la infiltración de elementos contaminantes al recurso hídrico subterráneo y garantizar una no afectación en términos de cantidad y calidad de dicho recurso. Lo antedicho queda incluso de manifiesto en los contenidos ingresados en su Estudio de Impacto Ambiental “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”, con fecha 01 de junio de 2020, en el cual, en su Anexo 9-D – acompañado en el Apartado N°1 de esta presentación – presenta una “Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad Cuencas La Brea y Ramadillas”.

En dicho Anexo en su sección 2.0 (pp.1), expresa *“[...] se estima que la Etapa REM (Etapa de Remediación) en quebrada La Brea, asociada al depósito de Lamas, permanecerá activada de manera permanente durante toda la fase de operación de la Faena Minera Caserones.”*(énfasis añadido).

De este modo, SCM MLCC no solo reconoce que es imposible no afectar el recurso hídrico subterráneo en temas de calidad, lo cual se ve reflejado en su necesidad de operar de manera permanente el sistema de remediación, sino que tampoco garantiza la inexistencia de futuros impactos ambientales significativos en la variable cantidad del recurso hídrico asociados a la operación continua de la batería de remediación.

En relación a la segunda parte de la respuesta y al igual de lo ya indicado en las respuestas del considerando 13 y 18 de la Resolución Exenta N°10/RoI D-018-2019, SCM MLCC insiste en considerar un plazo de 30 días hábiles, desde el inicio del mes siguiente a efectuado el monitoreo.

Como se abordó ampliamente en la sección 3.2 del presente documento, ese plazo no solo correspondería a un incumplimiento de lo solicitado por la SMA, sino que corresponde a un claro ejemplo de dilación excesiva en el reporte de la información.

Recordemos que el análisis del PMR-Calidad lo realiza desde un inicio una ETFA, una entidad que por Reglamento posee las facultades y confianza de la propia SMA para realizar labores de fiscalización ambiental. Por consiguiente, agregar una tercera parte que actúe como ente revisor y que, además, duplique los plazos de reporte de información, pasando de 15 a 30 días hábiles, solamente da cuenta y reafirma el espíritu dilatorio de SCM MLCC en reportar la información.

### **3.8 CONSIDERANDO 24**

**“Adicionalmente, revisado el Anexo 3.7, del PDC Refundido – que da cuenta del mecanismo para establecer el límite máximo de caudal a bombear para el cumplimiento de la Acción ID 8 – expone una metodología mediante la cual, primeramente, realiza muestreos para estudios isotópicos en cada pozo de remediación y recuperación, determinando el total del caudal de agua natural extraída en toda la barrera, lo que determinaría el caudal máximo a bombear para el periodo siguiente para el conjunto de pozos. Al respecto, se precisa que la metodología para la determinación de efectos asociada al hecho infraccional, considera el cálculo de agua natural extraída de cada pozo según el muestreo isotópico en cada uno de estos – lo que fue requerido por esta SMA a fin de que se diera cuenta de una condición representativa de cada pozo – lo que no es consistente con la metodología planteada en el referido anexo. En consecuencia, para asegurar la adecuada consistencia metodológica durante la ejecución del PDC, el cálculo de volumen (caudal) de aguas naturales extraídas de julio a junio deberá determinarse al final de cada periodo, basándose en los monitoreos isotópicos de cada pozo del año anterior, en los términos de la planilla Excel (Cálculo de caudales de agua naturales actualizado”, contenida en Apéndice C, del Anexo 3.1. del PDC Refundido, a fin de poder verificar que la sumatoria de aguas naturales de cada uno de estos, no exceda en su conjunto de 28 l/s en cada mes.”.**

Sobre la observación anterior, SCM MLCC responde en el PdCR (pp.10):

*“El cálculo del caudal de aguas naturales bombeadas se realizará en base a los estudios isotópicos anuales que se efectuarán durante la ejecución de esta acción, cuyos resultados permitirán actualizar el comportamiento de los pozos, de manera que el cálculo de aguas naturales se irá actualizando anualmente de esta manera, los estudios isotópicos serán representativos del periodo comprendido entre el mes de julio del año en que se realicen los estudios y el mes de junio del año siguiente. Sin embargo, en caso de retraso en la obtención de los resultados de estos estudios no imputables a MLCC, se usarán los resultados del estudio isotópico anterior, en tanto no se obtengan los resultados del estudio correspondiente al periodo en evaluación, lo cual será informado a la SMA, por lo cual, se incorpora como impedimento de esta acción.”.*

Respecto a lo anterior, es necesario precisar y dejar constancia que, por las características y magnitud de un proyecto como Caserones, la vigencia y validez de estudios isotópicos o cualesquiera estudios hidrológicos o hidrogeológicos con más de un año de antigüedad – como los que se ofrecen con acción alternativa – no son idóneas y mucho menos representativas de la situación actual del fenómeno estudiado.

Por lo anterior debe especificarse, en primer lugar, qué se entiende por atrasos no imputables a MLCC, detallando específicamente cuales escenarios califican bajo esta denominación y, en segundo lugar, establecer una acción alternativa que permita, a lo menos, garantizar una mayor representatividad, puesto que, como se indicó anteriormente, un estudio isotópico de un periodo anterior, no permitiría definir adecuadamente cual es el volumen máximo autorizado a bombear en el periodo en curso.

### **3.9 CONSIDERANDO 25**

**“Respecto a la Acción N°10, deberá recategorizarse como “acción en ejecución”, en tanto con fecha 01 de junio de 2020, la Empresa ha ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”.**

En lo que respecta al ingreso del Estudio de Impacto Ambiental (en lo sucesivo, “EIA”), conviene destacar que no corresponde a una acción que tan simplemente deben reclasificarse como una “acción en ejecución”, toda vez que dicho EIA involucra materias que están directamente relacionadas con los fundamentos de la formulación de cargos, como lo son la “afectación en términos de calidad y cantidad al recurso hídrico” y que, a la

fecha, se encuentran en discusión y son objeto de constantes observaciones por parte de la propia SMA.

A modo global, el EIA se centra en tres grandes líneas de discusión, que corresponden a:

- Modificaciones ejecutadas que requieren ser regularizadas.
- Modificaciones ejecutadas que requieren actualización.
- Modificaciones por ejecutar.

En lo que respecta a las modificaciones ejecutadas que “requieren ser regularizadas” corresponden específicamente a los Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea, descrito en el Capítulo Descripción de Proyecto EIA (pp. 8) – acompañado en el Apartado N°1 de esta presentación.

En dicha sección se indica que:

*“El Proyecto propone regularizar la construcción y operación de 14 pozos de recuperación de aguas contactadas (códigos PRLB – 01 al PRLB – 14), que actualmente forman parte del sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones de aguas contactadas del Depósito de lamas La Brea, ubicado en la Quebrada La Brea. La puesta en marcha del bombeo en los 14 pozos de recuperación se ha realizado de manera progresiva entre septiembre de 2015 y septiembre de 2017, con el propósito de aumentar la captura de aguas contactadas en la quebrada La Brea, complementando la captura realizada desde noviembre de 2014 mediante los cinco pozos de remediación habilitados en la quebrada La Brea, los cuales fueron aprobados ambientalmente mediante la Resolución Exenta N°133/2014 (Anexo 1-B, apéndice I). El bombeo desde el sistema de compuesto por los 19 pozos ha alcanzado un promedio del orden de 160 L/s (correspondiente al total de aguas naturales e industriales mezcladas) y está sujeto a un caudal máximo de extracción de aguas naturales de 28 L/s.*

*El reforzamiento del sistema de recuperación de infiltraciones del Depósito de lamas La Brea con 14 pozos de bombeo para recuperación de las aguas contactadas, constituye una medida adicional a las establecidas en la evaluación ambiental del Proyecto Original y sus posteriores validaciones ambientales y sectoriales, que ha sido necesaria para contener el flujo de aguas contactadas provenientes de las infiltraciones del Depósito de lamas la Brea.*

*De esta manera, el sistema potenciado de control de infiltraciones del depósito de lamas La Brea quedó conformado por drenes en la base del muro; una zanja cortafugas (ZCF): 14 pozos de recuperación y cinco pozos de remediación. El potenciamiento del sistema de control de infiltraciones ha sido reportado como una acción en ejecución en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento (versión refundido) [...]”.*

Ahora, sobre la operación de este sistema de remediación, el Anexo 9-D que presenta la Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad Cuencas La Brea y Ramadillas, contiene no solo esta “regularización” ambiental de los 14 pozos adicionales que componen la batería de remediación, sino que considera y busca aprobar la operación permanente de dicha batería, toda vez que no existe posibilidad de asegurar el mantenimiento de las condiciones basales del acuífero y, así, no se garantiza la inexistencia de impactos ambientales significativos en las variables calidad y cantidad del recurso hídrico.

Lo anterior, claramente va en contra de los principios de Integridad y Eficacia descritos en los literales a) y b), respectivamente, del artículo 9 del Decreto 30/2013, (que Aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación), en el sentido que, por un lado, las acciones y metas propuestas no se hacen cargo de todas y cada una de las infracciones incurridas y sus efectos – respecto al principio de integridad – toda vez que no se busca solucionar la situación actual de la infiltración de contaminantes desde el Depósito de Lamas y sobreexplotación de aguas subterráneas – bajo la figura de aguas de contacto – **sino que se busca obtener una “autorización” por parte de la Autoridad Ambiental para seguir operando en las mismas condiciones.** En segundo lugar, y estrechamente relacionado con el principio de eficacia, las acciones y metas del programa no aseguran la contención y reducción de los efectos de los hechos que constituyen las infracciones, en tanto – como se aborda en el presente documento – no se reconocen los efectos del comportamiento histórico y más aún, se busca obtener una “Autorización” por parte de la Autoridad Ambiental, para mantener exactamente el mismo comportamiento. Lo referido se ve reflejado en el hecho de ingresar como parte del EIA la necesidad de operar de forma permanente la batería de pozos de remediación. Así, no existen garantías que los eventos de contaminación del recurso hídrico subterráneo y las sobreexplotaciones del recurso cesarán o, al menos, serán controladas en el tiempo.

En otra línea, y como parte de las “Modificaciones Ejecutadas que Requieren Actualización”, se presenta la modificación planteada para el Depósito de Lamas, la cual va en línea de aumentar el volumen de embalsamiento de lamas, según se describe en la siguiente Tabla.

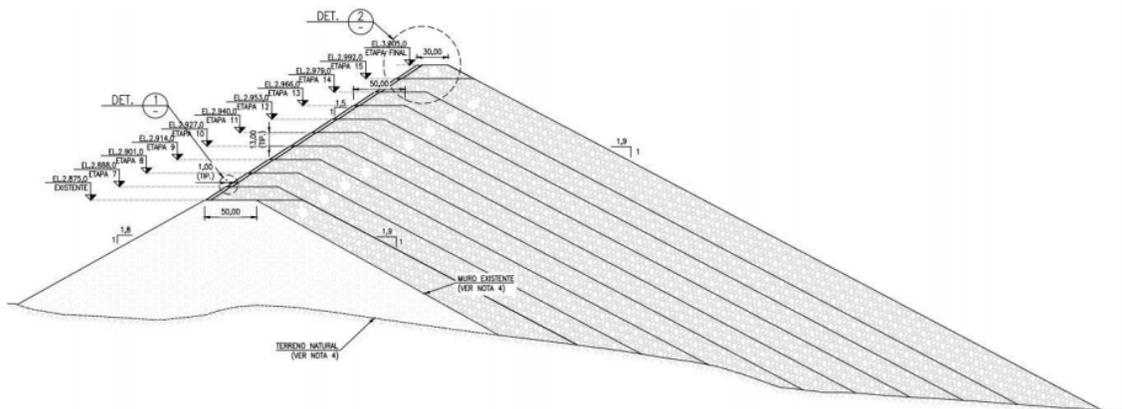
**Tabla 3. Ajustes operaciones en el depósito de lamas**

Parámetro	Unidad	Cantidad Modificada
Capacidad total	Mt	577,4
Pendiente final de depositación	%	1,3
Superficie máxima de cubeta del depósito (no se modifica)	km <sup>2</sup>	4,4
Volumen de muro	Mm <sup>3</sup>	156,3
Altura del muro	m	288
Ancho de coronamiento	m	50 (mínimo)
Ancho de coronamiento muro etapa final	m	30
Concentración de sólidos de diseño - concentración en peso (Cp)	%	55 - 60

Fuente: EIA Adecuación Operacional Faena Minera Caserones, pp. 52.

En la Figura a continuación se presenta el programa de crecimiento del muro del tranque de Lamas.

**Figura 4. Sección transversal del muro y respectivas etapas de crecimiento**



Fuente: EIA Adecuación Operacional Faena Minera Caserones, pp. 53.

La sección de color en blanco corresponde al muro actual, mientras que las secciones en gris corresponden a la proyección de crecimiento.

Lo anterior, no solo repercute en un aumento en el volumen de embalsamiento de lamas, sino que el crecimiento diagonal del muro generará necesariamente un desplazamiento de los pozos de recuperación, como indica SCM MLCC, en el capítulo 7 Plan de Mitigación del EIA (pp. 10) – acompañado en el Apartado N°1 de este documento -.

*“Tal como se ha señalado anteriormente, el crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea, provocará que cinco (5) pozos de recuperación (PRLB 10 a PRLB 14) queden inhabilitados progresivamente durante la fase de operación del proyecto. Así como parte de la medida MM-1, se considera reubicar progresivamente los puntos inhabilitados por el crecimiento del muro. La ubicación definitiva de los pozos de reemplazo se confirmará conforme se construyan y habiliten los pozos, de acuerdo con la información hidrogeológica más actualizada que se disponga al momento de requerir realizar el reemplazo de los pozos por el crecimiento.”.*

Resulta, por lo menos llamativo que SCM MLCC indique que con el crecimiento del muro de contención del depósito de lamas deberá desplazar 5 pozos de recuperación, a algún lugar que determinará cuando sea oportuno, es decir, a medida que el muro vaya aumentando de altura. Lo anterior implica que SCM MLCC determinará la reubicación de los 5 pozos de recuperación de manera posterior y fuera de la evaluación ambiental, por consiguiente, no se generará la instancia para que los Servicios con Competencia Ambiental y las propias comunidades, puedan ser parte del proceso, revisión y análisis respecto a si la medida de mitigación propuesta por SCM MLCC realmente es efectiva y se hace cargo del impacto ambiental asociado a una potencial contaminación del recurso hídrico.

Otro aspecto a considerar es que el fundamento para aumentar la altura del muro y con ello la capacidad de embalsamiento del Depósito de Lamas, es disminuir la posibilidad y eventos de infiltración de contaminantes al acuífero. En ese contexto, cabe preguntarse ¿cómo es posible que, al aumentar la presión superior de un sistema no se favorezca la infiltración en una base claramente permeable?

Por lo tanto, es completa y absolutamente necesario que, los contenidos presentados a través de un EIA vayan completamente alineados con las observaciones y correcciones solicitadas por la SMA. En ese contexto tenemos aspectos clave y esenciales para la evaluación ambiental de un EIA como lo son las medidas de mitigación – entiéndase como

tal al sistema de remediación – que a la fecha no se encuentran resueltas y han sido objetadas en cuatros instancias por la SMA y que, sin embargo, ya fueron presentadas a evaluación ambiental.

### **3.10 CONSIDERANDO 27 Y 28**

**“Por otra parte, en la sección “Descripción de los efectos negativos...”, se indica que “[p]or su parte, si se observaron efectos atribuibles al evento de derrame de lamas del 20 de marzo de 2018 sobre el parámetro pH de las aguas superficiales, acotada tanto temporalmente (día 20 de marzo) como geográficamente (sólo en las estaciones LM-10 y LM-36). Este efecto fue verificado al registrarse un valor de pH de 5,9 en dichas estaciones, el día 20 de marzo a las 19:43 y 19:56 horas, respectivamente. Las mediciones posteriores a dicha fecha no muestran un efecto sobre este parámetro, tanto en estas dos estaciones como en las otras seis estaciones de calidad de agua superficial que pudieron ser afectadas por la llegada de lamas al río Ramadillas (estaciones LM-36, LM-10, LM-27, LM-05, LM-07 y LM-48)”. Al respecto, se precisa que para determinar si existe efecto o no en la calidad de las aguas, la Empresa expone que en los puntos históricos de la estación, determinando que se produce un efecto de la alteración de las aguas acotado temporal y geográficamente en dichas estaciones, solo el día 20 de marzo. Con todo, dicho análisis deberá ser complementado, en cuanto al analizar la serie de datos presentada en el apéndice B, del Anexo 4-1 del PDC Refundido, en el parámetro pH se ve en el día 20 de marzo de 2018, una alteración específica en otras estaciones (v.gr. Lm-48, en cuya serie de datos de 06-02, 06-03, 20-03, 21-03, 09-04 y 02-05, se percibe cómo, respecto al día del evento, se alcanza un valor de 6,28, en contraposición al registro de meses previos y posteriores, en que se obtuvieron valores en torno a 8 unidades de pH). En ese contexto, cabe advertir que si bien la comparación con el promedio histórico de concentración en dichos puntos puede ser información de contexto relevante, no puede invisibilizar los efectos concretos de alteración de la calidad de las aguas con ocasión del derrame que alcanzó el río Ramadillas, sin perjuicio de la segunda derivada de tal análisis: si tal alteración tiene potencial o no de afectar a las personas o al medio ambiente. El mismo análisis deberá realizarse respecto a los parámetros sulfato, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales.”**

Sobre la observación anterior, SCM MLCC indicó lo siguiente:

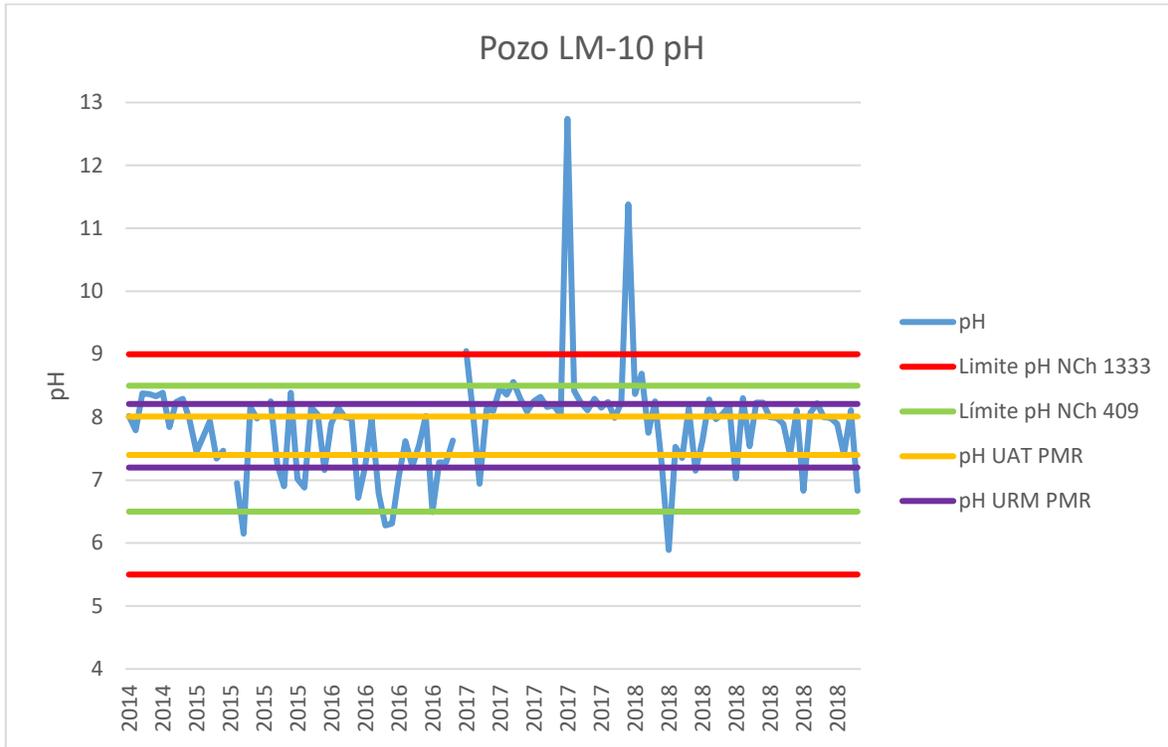
*“En primer lugar, en la sección 4.1.5.3 del informe de efectos, se complementa el análisis de rangos históricos con un análisis de control estadístico que considera la variabilidad de los datos históricos de los parámetros pH, CE, SDT y SO<sub>4</sub> respecto de los valores medidos con fecha 20 de marzo de 2018, a partir del cual se mantiene lo establecido en las versiones anteriores de este análisis de efectos: “se observaron efectos atribuibles al evento de derrame de lamas del 20 de marzo de 2018 sobre el parámetro pH de las aguas superficiales, acotado tanto temporalmente (día 20 de marzo) como geográficamente (solo en las estaciones LM – 10 y LM 36)”.*

*Complementariamente, respecto de los valores de pH medidos con fecha 20 de marzo de 2018 en el punto LM – 48 (de 6,28), se establece estos no se relacionan necesariamente con el derrame de lamas, considerando que, en la misma fecha, el punto LM – 06 que se ubica en el río Pulido aguas arriba de la confluencia con el río Ramadillas, presentó valores similares (6,8), siendo que este punto no se ve influenciado por el río Ramadillas. Asimismo, en cuatro de las seis ocasiones en que se ha registrado pH menor a 7 en la estación LM – 48, también se han visto registros menores a pH 7 en el punto LM – 06.”.*

En atención a la revisión del Informe citado por SCM MLCC, cabe destacar que en su página 70, se declara la alteración efectiva en el parámetro pH producto del derrame de lamas ocurrido el año 2018, tanto para el pozo LM – 10 y LM – 36, el cual no corresponde a un evento sostenido en el tiempo, sino más bien – afirman – corresponde a un evento único y estático, debido al derrame puntual antes señalado.

No obstante lo anterior, y mediante el procesamiento de los propios datos acompañados por SCM MLCC en el Programa de Cumplimiento, específicamente su Anexo 4.1, apéndice b, es posible construir los siguientes gráficos.

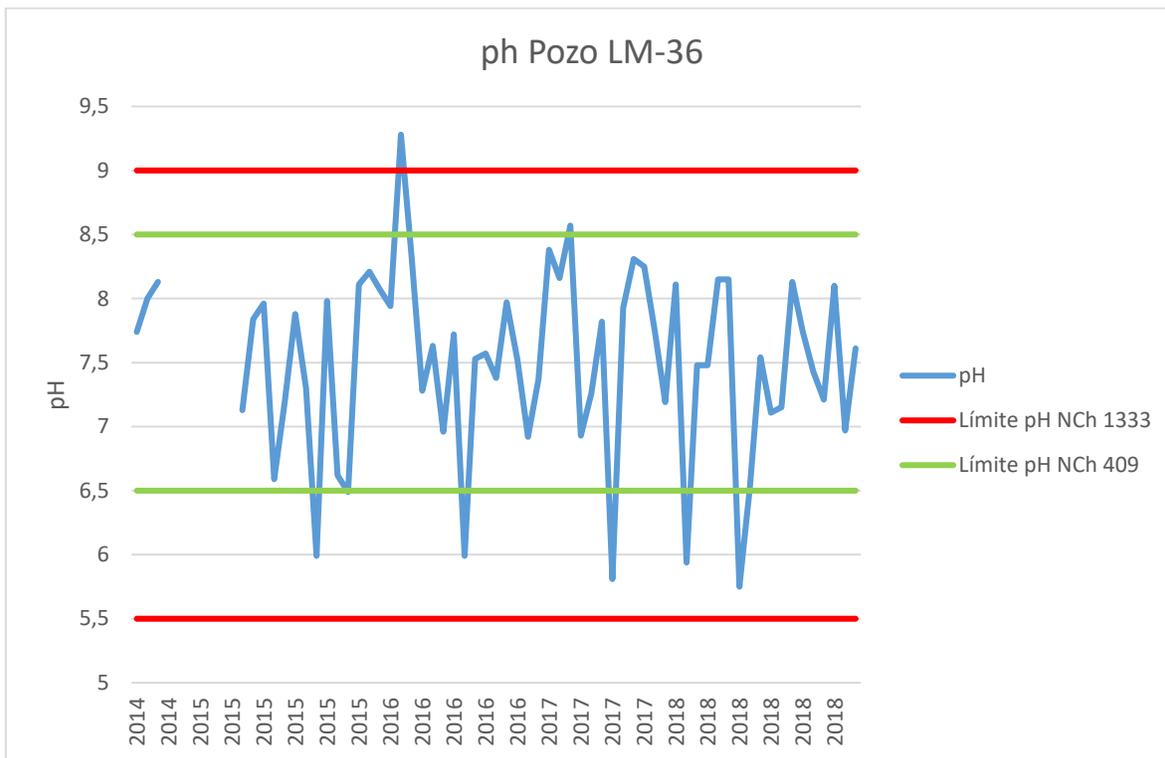
**Figura 5. Nivel de pH histórico en pozo LM – 10**



**Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 4.1 Apéndice b.**

De la Figura anterior, se evidencia un claro aumento en los niveles de pH por sobre los límites máximos permitidos en la NCh 1.333 y el NCh 409 en distintos hitos. Complementario a lo anterior, es necesario destacar que existe una evidente fluctuación constante del pH a lo largo de las mediciones históricas, excediendo los límites máximos permitidos en varias instancias. Por lo anterior, es dable concluir que las alteraciones en el parámetro pH no son un evento aislado asociado a un único evento de derrames de lamas, sino que corresponde a un evento frecuente asociado a otros factores – incluido el derrame de lamas – asociados a la operación de la minera. De igual manera, en el gráfico anterior se visualiza que, si consideramos el instrumento de monitoreo vigente para SCM MLCC, correspondiente al Plan de Monitoreo Robusto, se sobrepasan claramente los límites establecidos para Umbral de Alerta Temprana, inclusive los del Umbral de Referencia Máxima.

**Figura 6. Niveles históricos de pH en pozo LM – 36**

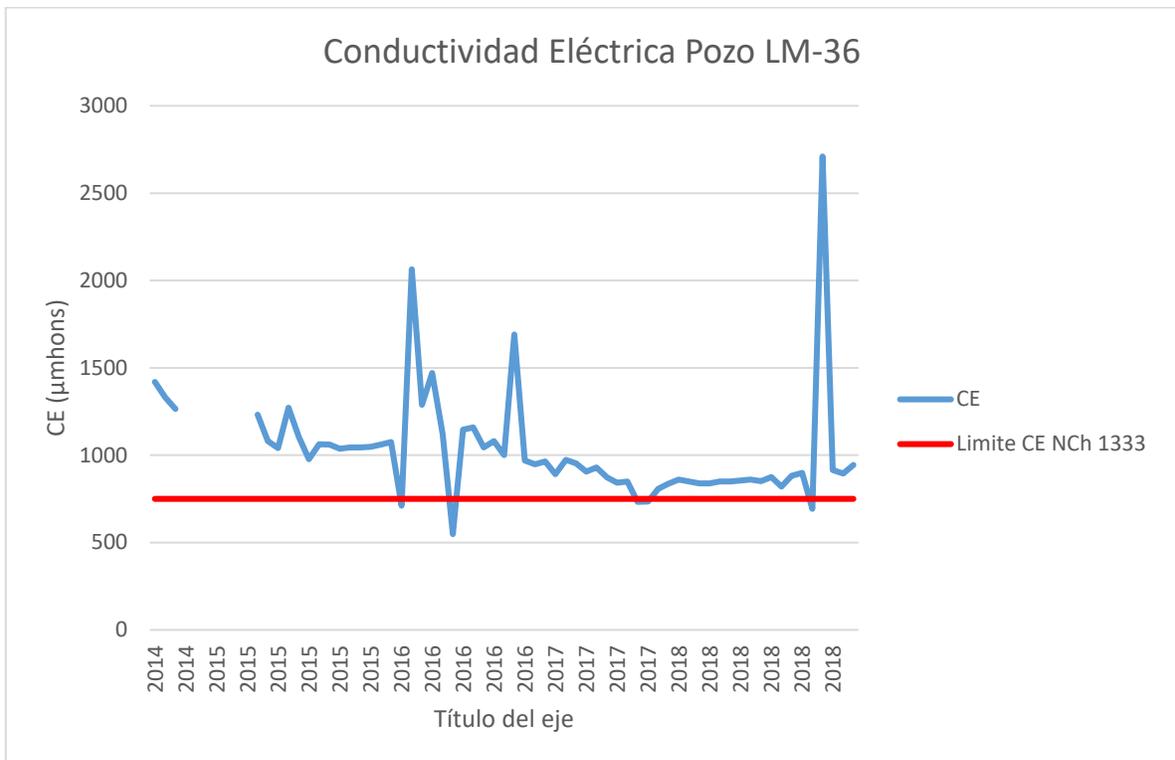
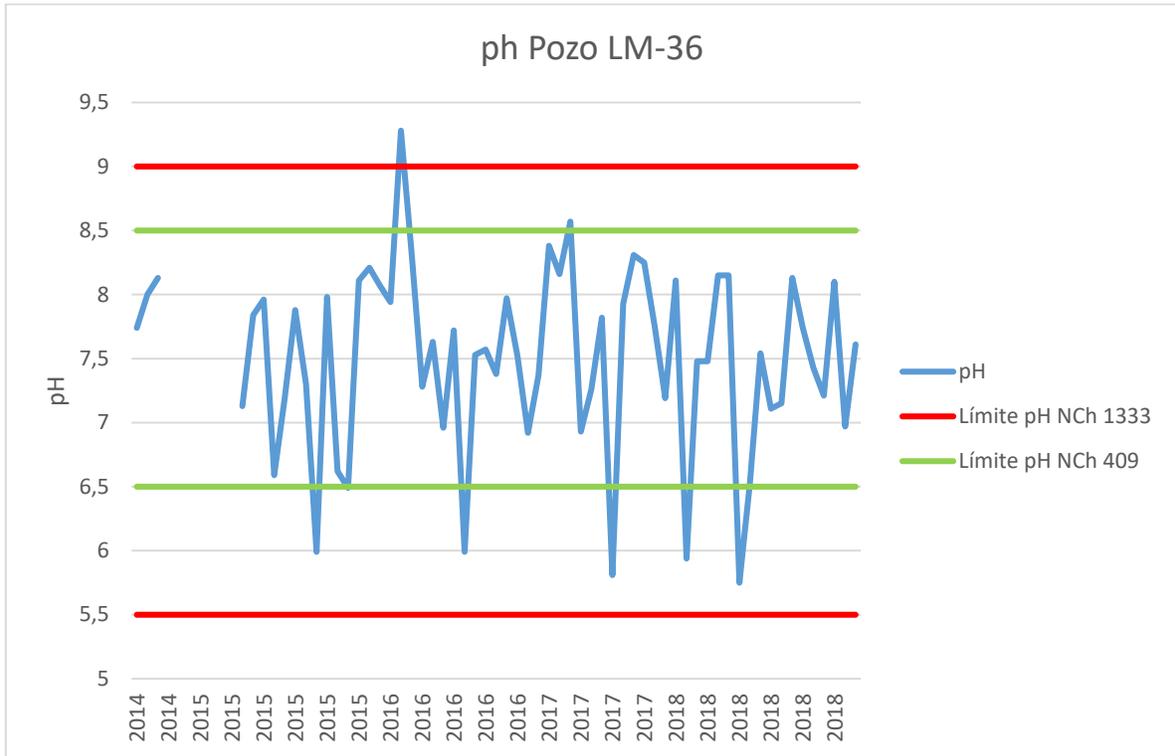


**Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 4.1 Apéndice b.**

En la Figura anterior, se presenta gráficamente la excedencia en niveles de pH considerando como referencia la NCh 1.333 y la NCh 409.

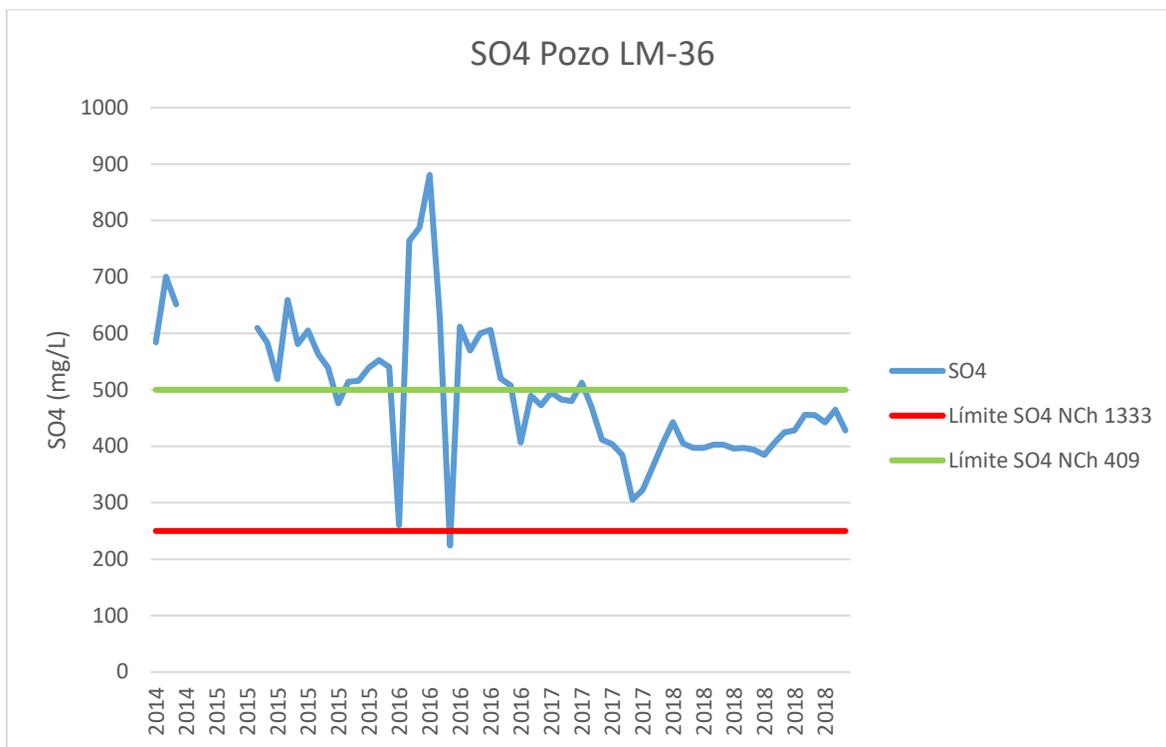
Es completamente necesario destacar que, si consideramos como referencia la NCh 409, los límites máximos permisibles no solo son superados en el periodo declarado del derrame, sino más bien, evidenciaría un comportamiento cíclico y recurrente.

Figura 7. Conductividad eléctrica Pozo LM 36



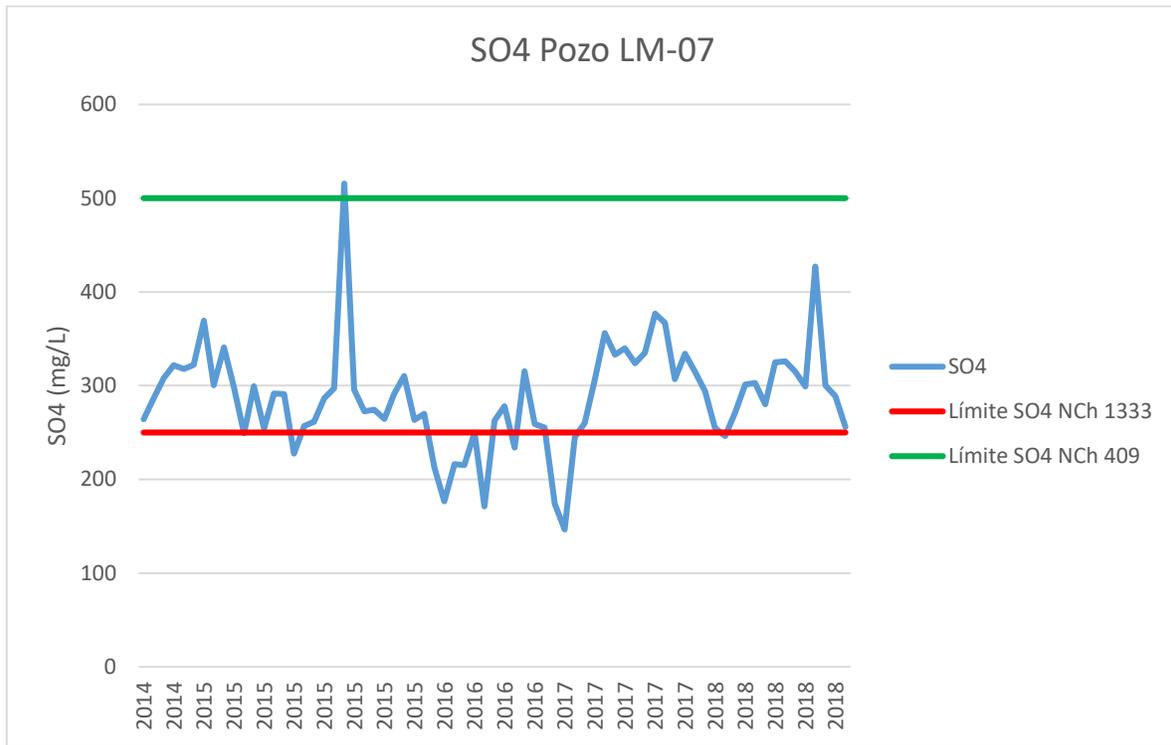
Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 4.1 Apéndice b.

**Figura 8. Niveles históricos de Conductividad Eléctrica en pozo LM – 36**



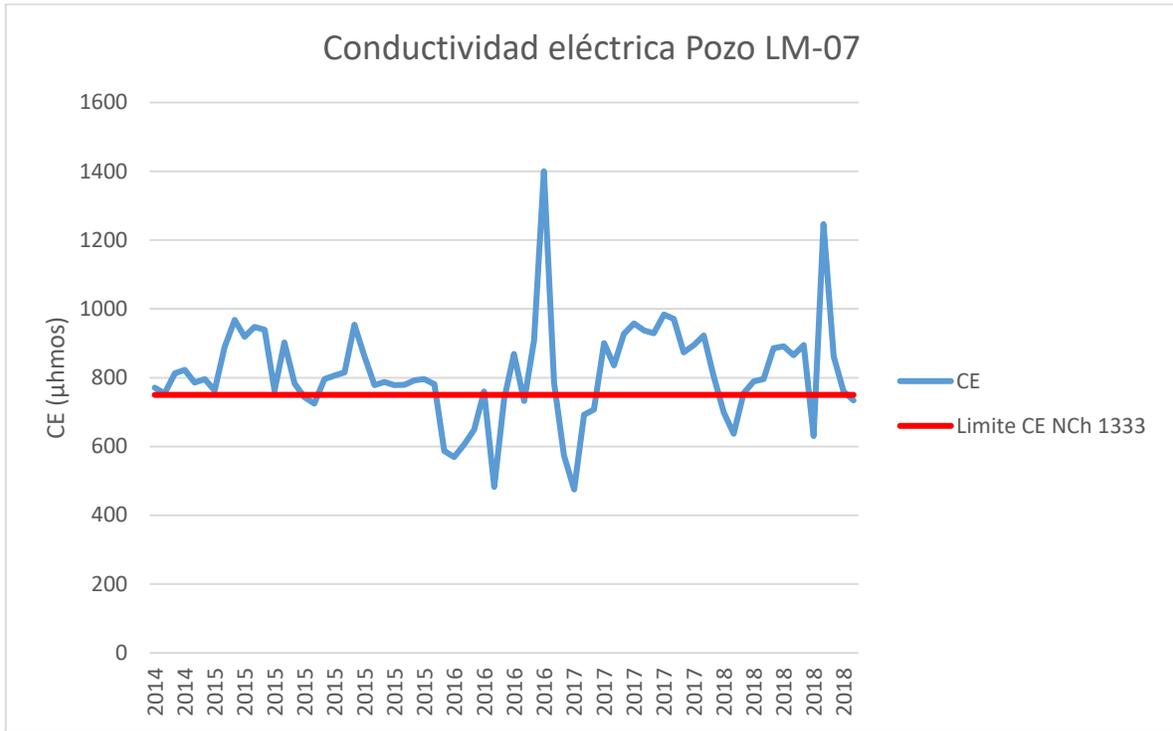
**Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 4.1 Apéndice b.**

**Figura 9. Concentración histórica SO4 en pozo LM 36**



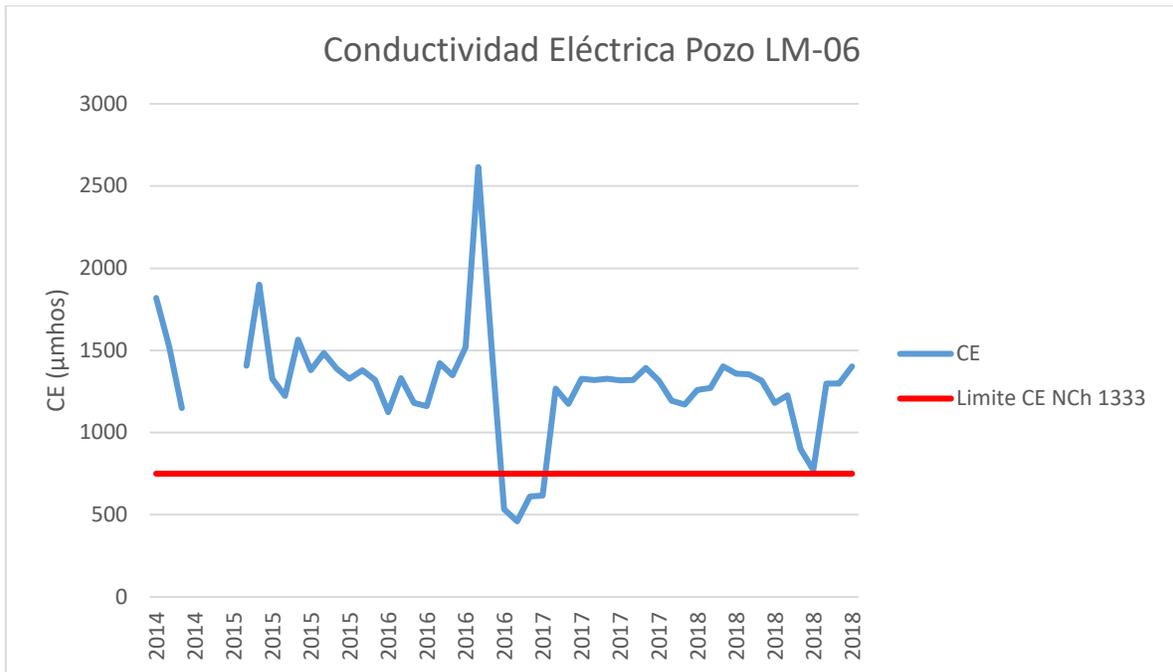
**Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 4.1 Apéndice b.**

**Figura 10. Concentraciones históricas de Conductividad Eléctrica en pozo LM – 07**



Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 4.1 Apéndice b.

**Figura 11. Conductividad Eléctrica Histórica pozo LM – 06**



Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 4.1 Apéndice b.

De los gráficos anteriores, queda completamente claro que la superación de los límites máximos de las normas consideradas – NCh 1.333 y/o NCh 409, según sea el caso – no corresponde a un hecho puntual y acotado a los pozos LM – 10 y LM – 36, ya que tal como se demuestra mediante el procesamiento de datos aportados por la propia SCM MLCC en Anexo 4.1 de su PdCR, tanto para el pozo LM – 06 como LM – 07, existen valores por sobre los límites máximos permitidos, no sólo para el parámetro pH, sino que también para la Conductividad Eléctrica y para el Sulfato.

Por otro lado, tal como se presenta en la Figura 5, que representa los datos del Pozo LM – 10, se incorporaron al análisis los límites máximos asociados al Plan de Monitoreo Robusto – Calidad (PMR Calidad), aprobado por la Dirección General de Aguas a través del Oficio N°470 del 11 de julio 2013. Este Plan de Monitoreo Robusto, fijó los límites máximos para el Umbral de Alerta Temprana (UAT) y Umbral de Referencia Máxima (URM).

Es sumamente importante destacar, en este punto, que dentro del análisis planteado en los anexos del PdCR presentado por SCM MLCC, se omite completamente todo análisis en base a los parámetros establecidos en el Plan de Monitoreo Robusto Calidad. Sobre este punto, conviene traer a colación lo establecido en el punto 4.1 del Plan de Monitoreo Robusto Calidad, relacionado con los “Umbrales de Cumplimiento”, en el cual se señala que:

“La superación de estos umbrales implica que MLCC tomará una serie de acciones tendientes a evaluar los posibles cambios de calidad de las aguas subterráneas generadas por la acción minera en situación de contingencia en donde las obras diseñadas para controlar las infiltraciones se vieran sometidas a algún imprevisto que imposibilite su funcionamiento óptimo y eficiente. En el caso de superar el URM, MLCC deberá activar un Plan de Remediación”.

En base a lo anterior, tenemos lo siguiente:

- a. Para el caso del pH, es claramente evidente la superación de los umbrales – tanto de Alerta Temprana como de Referencia Máxima – en reiteradas ocasiones. Con lo anterior, nuevamente se evidencia que los eventos de contaminación no corresponden a un hecho puntual y acotado, sino que corresponde a una conducta regular que SCM MLCC intenta omitir a través de la presentación de los promedios histórico.

- b. Para el pozo de monitoreo LM 10, el 45,28% de las mediciones tomadas, es decir, 48 de las 16 mediciones presentadas, supera claramente el Umbral de Referencia Máxima establecido en el Plan de Monitoreo Robusto Calidad.
- c. Tal como se sostiene en el informe acompañado en el Anexo 4.1 del PdCR, existen valores (3) que están completamente fuera de la media presente, y no representa el comportamiento “regular” o típico de los datos, pero que, del total de valores, existen 45 que se comportarían dentro del rango determinado por la media.

En base a lo anterior, se utiliza la siguiente ecuación de Intervalo de Confianza, al 95%:

$$IC (\mu) = X \mp t_{(n-1;1-\alpha/2)} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Se puede sustraer que el intervalo de confianza para el pH corresponde a [7,70; 8,03]. Básicamente, lo que estamos viendo con estos valores es que, en el 95% de las veces en que se realicen las mediciones estará dentro del rango de confianza determinado. Este rango se determina a partir de los propios datos entregados por SCM MLCC.

Ahora, en la Tabla a continuación se presentan los datos referentes al pozo LM-10, acorde a lo planteado en el Plan de Monitoreo Robusto Calidad.

**Tabla 4. Datos Plan de Monitoreo Robusto**

Referencia	BRW-01 INF	BRW-01 SUP
UAT	7,40	8,01
URM	7,20	8,21

De la Tabla anterior, es posible señalar que, en base a lo determinado a través de Intervalos de Confianza, determinado con los datos aportados por SCM MLCC en contraste con la información establecida en el Plan de Monitoreo Robusto Calidad, existe una probabilidad del 95% que, al realizar un nuevo muestreo un día al azar, éste se encuentre por sobre el Umbral de Referencia Máxima y, por ende, se tengan que activar un Plan de Remediación.

Así las cosas, con el análisis presentado por SCM MLCC no queda claro si es posible descartar un daño al Medio Ambiente, toda vez que al analizar los datos aportados por la propia sancionada se detecta una clara insuficiencia en sus análisis, obviando superaciones normativas históricas, evidenciándose claramente patrones cíclicos de incumplimiento, no considerando como parte del análisis, los límites del Plan de Monitoreo Robusto Calidad y

determinándose cuantitativamente que el impacto ambiental no es un hecho acotado, limitado geográficamente y derivado de un único evento de derrame de lamas, sino que corresponde a una conducta recurrente.

*“Considerando 28: En relación a este mismo punto, el Ord. N°267/2018 DGA Atacama (que se incorpora mediante esta resolución), por la que remitió información de muestras tomadas el día 21 de marzo, indica: “en lo referido a los resultados obtenidos del monitoreo tanto in situ como en laboratorio (...) la estación N°1 (Canal de Contorno), registra las concentraciones más elevadas de conductividad, Hierro, Manganeso, Potasio y Sulfato, ello en comparación los puntos de muestreo N°2 y N°3, condición directamente relacionada con el tipo de aguas que transportó el Canal de Contorno [...] existe evidencia de una influencia hidroquímica en el punto de monitoreo agua abajo (150 metros aguas abajo descarga del canal), en términos de un alza en las concentraciones en los parámetros de Conductividad, Hierro, Manganeso, Potasio, Sodio y Sulfato. [...] A su vez, en relación al comportamiento de superación de umbrales de calidad de aguas superficiales normados, es posible resumir que, el punto de monitoreo ubicado en el Canal de Contorno registró valores que superan la NCh 1.333/1978 [Requisitos de calidad de Agua para Distintos Usos] en tres parámetros, estos son: Hierro, Manganeso y Sulfato. Lo anterior, por cierto, se replica hacia el punto de monitoreo aguas abajo en los parámetros de Manganeso y Sulfato.” En consecuencia, se requerirá un análisis de efectos complementario respecto a los parámetros indicados en dicho pronunciamiento sectorial.”*

Respecto a la observación anterior, SCM MLCC indica:

*“Conforme a lo solicitado, se complementa el análisis de efectos, considerando los parámetros establecidos en el Ord. 267/2018 de la DGA de Atacama. Al respecto, cabe hacer presente que este pronunciamiento ya se había considerando en los análisis anteriores de este informe de efectos, verificando finalmente que todas las concentraciones medidas por la DGA se encuentran dentro de los rangos históricos y de los límites de control estadísticos para aquellos parámetros para los cuales se cuenta con información.*

*No obstante, se realizó un nuevo análisis conforme lo solicitado, concluyendo que en ninguno de estos casos se puede establecer la generación de efectos en la calidad de las aguas producto del evento de 20 de marzo de 2018.”*

Sobre lo anterior, y respecto a la insuficiencia de los análisis presentados por SCM MLCC, se solicita revisar la respuesta anterior.

De forma complementaria, se indica que, se debe tener presente que el mantenimiento de parámetros en rangos históricos no debiese ser catalogada como un indicador de cumplimiento ambiental, sobre todo si consideramos – tal como ocurre en el presente caso – que el promedio histórico camufla constantes episodios de superación de límites máximos permisibles, tanto para NCh 1.333 como NCh 409.

Por lo anterior, basar el análisis en la sola revisión de un promedio que abarca múltiples datos, no es un punto de referencia para evaluar un tema tan específico y preciso como debiese ser la afectación al medio ambiente y salud de la población.

### **3.11 CONSIDERANDO 43**

**“En relación a la Acción N°36 – “[I]ncluir el análisis de los resultados de monitoreo del pozo MNL – 3 en los reportes mensuales del PMR Calidad” – se deberá incorporar en la forma de implementación los parámetros que serán medidos en dicho pozo (se sugiere todos aquellos contenidos en los reportes del PMR – Calidad que se han monitoreado históricamente), y al tratarse de un pozo multinivel, se precisa que el muestreo debe comprender los niveles A, B y C, de dicho pozo o, en su defecto, la indicación de encontrarse seco en dichos niveles. Adicionalmente, deberá tenerse en consideración la carga en la plataforma SIGEA de Caserones, los resultados del monitoreo en el plazo de 20 días hábiles del mes siguiente en que se efectuó el monitoreo. Adicionalmente, deberá referenciar en la nueva acción indicada en el considerando N°14 que los valores de las variables medidas en estos puntos serán consideradas en la citada conexión en línea.”.**

Al igual que en la respuesta del considerando 13, 18 y 23 de la Resolución Exenta N°10/Rol D-018-2019, SCM MLCC insiste en considerar un plazo de 30 días hábiles desde el inicio del mes siguiente a efectuado el monitoreo.

Como se abordó ampliamente en la sección 3.2 del presente documento, ese plazo no solo correspondería a un incumplimiento de lo solicitado por la SMA, sino que corresponde a un claro ejemplo de dilación excesiva en el reporte de la información.

Recordemos que el análisis del PMR-Calidad lo realiza desde un inicio una ETFA, una entidad que por Reglamento posee las facultades y confianza de la propia SMA para realizar labores de fiscalización ambiental. Por consiguiente, agregar una tercera parte que actúe como ente revisor y que, además, duplique los plazos de reporte de información, pasando de 15 a 30 días hábiles, solamente da cuenta y reafirma el espíritu dilatorio de SCM MLCC en reportar la información.

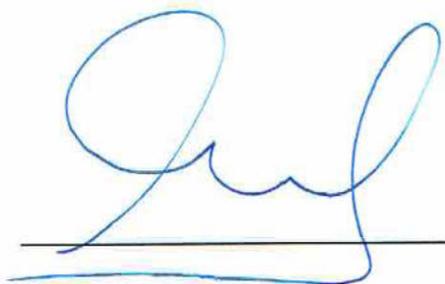
**POR TANTO,**

**EN MÉRITO DE LO ANTES EXPUESTO Y DE LO DISPUESTO POR LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES, SOLICITO AL JEFE DE LA DIVISIÓN DE SANCIÓN Y CUMPLIMIENTO,** tener por acompañadas las observaciones efectuadas por el Apoderado en representación de los denunciantes, así como sus respectivos anexos, al Programa de Cumplimiento Refundido presentado por SCM MLCC con fecha 23 de septiembre de 2020, en respuesta de las observaciones formuladas por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Resolución Exenta N°10/Rol D-018-2019, y, en definitiva, se sirva a:

- (1) Rechazar el Programa de Cumplimiento Refundido y se reanude el proceso sancionatorio causa ROL D-018-2019; o
- (2) En subsidio, la formulación de una nueva resolución de observaciones al Programa de Cumplimiento Refundido presentado por SCM MLCC.

Apartado N°1: Acompaña Documentos: Solicito a Ud, se sirva tener por acompañados los siguientes documentos, en parte de prueba y argumentación, de las observaciones formuladas por los denunciantes:

1. Capítulo 1 Estudio de Impacto Ambiental Proyecto "Adecuación Operacional Faena Minera Caserones. Descripción de Proyecto.
2. Capítulo 4 Estudio de Impacto Ambiental Proyecto "Adecuación Operacional Faena Minera Caserones. Predicción y Evaluación Impactos.
3. Capítulo 7 Estudio de Impacto Ambiental Proyecto "Adecuación Operacional Faena Minera Caserones. Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación.
4. Anexo 9 – D Estudio de Impacto Ambiental Proyecto "Adecuación Operacional Faena Minera Caserones. Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad Cuencas La Brea y Ramadillas.



**SEBASTIÁN LEIVA ASTORGA**

**APODERADO PROCESO SANCIONATORIO D-018-2019**



## **Capítulo 1 Descripción de Proyecto**

# **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”**

SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE



# Índice

<b>1.0</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE PROYECTO .....</b>	<b>1-1</b>
1.1	Introducción.....	1-1
1.1.1	Aspectos Generales.....	1-1
1.1.2	Antecedentes de la Faena Minera Caserones .....	1-3
1.1.3	Relación del Proyecto con el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento Refundido (Proceso Sancionatorio Rol N° D-018-2019) .....	1-6
1.2	Identificación del Titular .....	1-7
1.3	Antecedentes Generales.....	1-7
1.3.1	Nombre del Proyecto .....	1-7
1.3.2	Breve Descripción del Proyecto.....	1-7
1.3.2.1	Modificaciones Ejecutadas que requieren ser Regularizadas.....	1-8
1.3.2.1.1	Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea .....	1-8
1.3.2.2	Modificaciones Ejecutadas que requieren Actualización.....	1-9
1.3.2.2.1	Instalaciones de Apoyo.....	1-9
1.3.2.3	Modificaciones por Ejecutar.....	1-10
1.3.2.3.1	Diseño y Operación en el Depósito de Lamas La Brea.....	1-10
1.3.2.3.2	Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Quebrada Variante Rápido 2 .....	1-12
1.3.3	Objetivo General del Proyecto o Actividad .....	1-12
1.3.4	Tipología del Proyecto .....	1-13
1.3.5	Tipología para Modificación de un Proyecto o Actividad .....	1-15
1.3.6	Monto Estimado de la Inversión.....	1-16
1.3.7	Vida Útil del Proyecto.....	1-16
1.3.8	Modificación de un Proyecto o Actividad .....	1-16
1.3.9	Indicación de Desarrollo del Proyecto o Actividades por Etapas .....	1-17
1.4	Localización del Proyecto .....	1-17
1.4.1	División Político-Administrativa.....	1-17
1.4.2	Representación Cartográfica en Datum WGS 84.....	1-19
1.4.3	Superficie del Proyecto .....	1-22

1.4.4	Caminos de Acceso al Proyecto .....	1-22
1.4.5	Justificación de la Localización del Proyecto .....	1-24
1.5	Descripción del Caso Base .....	1-24
1.5.1	Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea.....	1-25
1.5.2	Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones .....	1-26
1.5.2.1	Área Campamento .....	1-26
1.5.2.2	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas .....	1-26
1.5.2.3	Almacenamiento de Ácido Sulfúrico .....	1-27
1.5.2.4	Grupos Generadores Eléctricos .....	1-28
1.5.3	Depósito de Lamas La Brea .....	1-28
1.5.4	Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 .....	1-30
1.6	Modificaciones Propuestas en el Presente Proyecto .....	1-33
1.7	Descripción de las Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto .....	1-41
1.7.1	Regularización de Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea.....	1-41
1.7.2	Actualizaciones en Instalaciones de Apoyo.....	1-47
1.7.2.1	Área Campamento.....	1-47
1.7.2.2	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas .....	1-48
1.7.2.3	Almacenamiento de Ácido Sulfúrico .....	1-50
1.7.2.4	Grupos Generadores Eléctricos .....	1-50
1.7.3	Modificaciones en el Diseño y Operación del Depósito de Lamas La Brea .....	1-50
1.7.4	Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Quebrada Variante 2 .....	1-54
1.8	Descripción Fase de Construcción .....	1-60
1.8.1	Partes, Obras y Acciones Asociadas a la Fase de Construcción.....	1-61
1.8.1.1	Regularización de la Construcción de Pozos de Recuperación de Infiltraciones del Depósito de Lamas .....	1-61
1.8.1.2	Actualización de la Construcción de Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones .....	1-62
1.8.1.2.1	Área Campamento.....	1-62
1.8.1.2.2	Plantas de tratamiento de aguas servidas .....	1-63
1.8.1.2.3	Almacenamiento de Ácido Sulfúrico .....	1-65

1.8.1.2.4	Grupos Generadores Eléctricos .....	1-66
1.8.1.3	Construcción de las Modificaciones por Ejecutar .....	1-67
1.8.1.3.1	Depósito de Lamas La Brea .....	1-67
1.8.1.3.2	Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 .....	1-67
1.8.2	Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que Establezca el Inicio y Término de la Fase .....	1-68
1.8.3	Cronograma .....	1-68
1.8.4	Mano de Obra .....	1-69
1.8.5	Descripción de Cómo se Proveerá durante esta Fase de los Suministros Básicos.....	1-70
1.8.5.1	Energía .....	1-70
1.8.5.2	Agua Potable .....	1-70
1.8.5.3	Combustible .....	1-71
1.8.5.4	Alojamiento, Alimentación y Servicios Higiénicos .....	1-72
1.8.5.5	Maquinarias y Equipos.....	1-72
1.8.5.6	Empréstitos .....	1-73
1.8.5.7	Transporte.....	1-73
1.8.6	Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer o Explotar por el Proyecto o Actividad para Satisfacer sus Necesidades .....	1-75
1.8.7	Emisiones del Proyecto o Actividad y Formas de Abatimiento y Control Contempladas .....	1-75
1.8.7.1	Emisiones Atmosféricas.....	1-75
1.8.7.2	Emisiones de Ruido .....	1-77
1.8.7.3	Emisiones Líquidas.....	1-78
1.8.8	Cantidad de Manejo de Residuos, Productos Químicos y otras Sustancias que pueden Afectar el Medio Ambiente .....	1-79
1.8.8.1	Residuos Sólidos Domésticos .....	1-79
1.8.8.2	Lodos .....	1-80
1.8.8.3	Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos .....	1-80
1.8.8.4	Residuos Peligrosos .....	1-81
1.9	Descripción Fase de Operación.....	1-83
1.9.1	Partes, Obras y Acciones Asociadas a la Fase de Operación .....	1-83
1.9.1.1	Regularización de la Operación de los Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea .....	1-84

1.9.1.2	Actualización de la Operación de Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones ....	1-84
1.9.1.2.1	Área Campamento.....	1-84
1.9.1.2.2	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas .....	1-84
1.9.1.2.3	Almacenamiento de Ácido Sulfúrico .....	1-87
1.9.1.2.4	Grupos Generadores Eléctricos .....	1-87
1.9.1.3	Operación de las Modificaciones por Ejecutar .....	1-87
1.9.1.3.1	Depósito de Lamas La Brea .....	1-87
1.9.1.3.2	Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2.....	1-97
1.9.2	Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que establezca el Inicio y Término de la Fase .....	1-97
1.9.3	Cronograma .....	1-97
1.9.4	Mano de Obra .....	1-98
1.9.5	Actividades de Mantenimiento y Conservación .....	1-98
1.9.6	Suministros Básicos.....	1-99
1.9.6.1	Energía .....	1-99
1.9.6.2	Agua Potable .....	1-99
1.9.6.3	Combustible .....	1-100
1.9.6.4	Alojamiento, Alimentación y Servicios Higiénicos .....	1-100
1.9.6.5	Maquinarias y Equipos.....	1-100
1.9.6.6	Empréstitos .....	1-101
1.9.6.7	Transporte.....	1-101
1.9.7	Cuantificación y Forma de Manejo de los Productos Generados, Así como el Transporte Considerado para su Manejo o Despacho .....	1-102
1.9.8	Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer o Explotar por el Proyecto o Actividad para Satisfacer sus Necesidades .....	1-102
1.9.9	Emisiones del Proyecto o Actividad y Formas de Abatimiento y Control Contempladas .....	1-102
1.9.9.1	Emisiones Atmosféricas.....	1-102
1.9.9.2	Emisiones de Ruido .....	1-103
1.9.9.3	Emisiones Líquidas.....	1-104
1.9.10	Cantidad de Manejo de Residuos, Productos Químicos y Otras Sustancias que pueden Afectar el Medio Ambiente.....	1-106

1.9.10.1	Residuos Sólidos Domésticos .....	1-106
1.9.10.2	Lodos .....	1-106
1.9.10.3	Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos .....	1-107
1.9.10.4	Residuos Peligrosos .....	1-108
1.10	Descripción Fase de Cierre.....	1-109
1.10.1	Obras y Acciones de Cierre Destinadas a Desmantelar o Asegurar la Estabilidad de la Infraestructura Utilizada por el Proyecto o Actividad .....	1-109
1.10.1.1	Retiro de Materiales y Repuestos.....	1-109
1.10.1.2	Desmantelamiento de Instalaciones .....	1-109
1.10.1.3	Cierre de Accesos.....	1-110
1.10.1.4	Señalética .....	1-110
1.10.2	Obras y Acciones de Cierre Destinadas a Restaurar la Geoforma o Morfología, Vegetación y Cualquier otro Componente Ambiental que Haya sido Afectado Durante la Ejecución del Proyecto o Actividad .....	1-110
1.10.3	Obras y Acciones de Cierre Destinadas a Prevenir Futuras Emisiones desde la Ubicación del Proyecto o Actividad, para Evitar la Afectación del Ecosistema Incluido el Aire, Suelo y Agua.....	1-111
1.10.3.1	Infiltraciones desde el depósito de relaves .....	1-111
1.10.3.2	Erosión eólica del depósito de relaves .....	1-112
1.10.4	Obras y Acciones de Cierre Destinadas a la Mantenimiento, Conservación y Supervisión que sean Necesarias .....	1-112

## TABLAS

Tabla 1-1: Tipologías secundarias de ingreso al SEIA y obras del Proyecto que se somete a evaluación .....	1-14
Tabla 1-2: Coordenadas referenciales (centroide) de las obras del presente Proyecto .....	1-21
Tabla 1-3: Superficies de las obras del Proyecto .....	1-22
Tabla 1-4: Producción Aprobada ambientalmente “Proyecto Caserones” .....	1-25
Tabla 1-5: Plantas de tratamiento aprobadas por RCA N° 013/2010 para la fase de operación .....	1-27
Tabla 1-6: Parámetros operacionales del Depósito de Lamas La Brea .....	1-28
Tabla 1-7: Modificaciones Propuestas en el presente Proyecto .....	1-34
Tabla 1-8: Coordenadas de Pozos de Recuperación - Sistema de Control de Infiltraciones Quebrada La Brea .....	1-42
Tabla 1-9: Coordenadas de los Pozos de Remediación - Sistema de Control de Infiltraciones Quebrada La Brea .....	1-45
Tabla 1-10: Estimación actualizada de generación de aguas servidas para la fase de operación de la Faena Minera Caserones <sup>a</sup> .....	1-49
Tabla 1-11: Ajustes operacionales en el Depósito de Lamas La Brea .....	1-52
Tabla 1-12: Caudales de diseño para la intercepción de quebradas .....	1-58
Tabla 1-13: Dimensiones cajón dissipador de energía .....	1-58
Tabla 1-14: Áreas Intervenidas para la Construcción de las PTAS .....	1-64
Tabla 1-15 Movimientos de tierra asociados a la construcción de Variante 2 .....	1-68
Tabla 1-16: Cronograma de construcción de modificaciones ejecutadas para regularizar y actualizar .....	1-68
Tabla 1-17: Cronograma de la fase de construcción del presente Proyecto - modificaciones por ejecutar .....	1-69
Tabla 1-18: Maquinaria y equipos utilizados durante la construcción de las obras ejecutadas que se regularizan o actualizan en el presente Proyecto .....	1-73
Tabla 1-19: Maquinaria y equipos requeridos para la fase de construcción del presente Proyecto .....	1-73
Tabla 1-20: Cantidad Estimada de Viajes para el Proyecto Caserones .....	1-74
Tabla 1-21: Registro de flujos de vehículos año 2017 - fase de operación de la Faena Minera Caserones .....	1-75
Tabla 1-22: Estimación de emisiones atmosféricas - fase de construcción del Proyecto .....	1-76
Tabla 1-23: Fuentes de emisión de ruido durante las actividades de construcción de instalaciones apoyo .....	1-77
Tabla 1-24: Potencia acústica fase de construcción del presente Proyecto .....	1-78
Tabla 1-25: Estimación de Residuos Sólidos No Peligrosos - fase de construcción del presente Proyecto .....	1-81
Tabla 1-26: Estimación de Residuos Peligrosos - fase de construcción del presente Proyecto .....	1-82
Tabla 1-27: Parámetros de operación PTAS Refugio Mina .....	1-85
Tabla 1-28: Parámetros de operación PTAS Truckshop o Planta 1600 .....	1-85
Tabla 1-29: Coordenadas de ubicación de PTAS Plataforma 165 .....	1-86

Tabla 1-30: Parámetros de operación PTAS Piloto .....	1-86
Tabla 1-31: Parámetros de operación PTAS Carrizalillo.....	1-86
Tabla 1-32: Programa Crecimiento del Muro del Depósito de Lamas La Brea.....	1-89
Tabla 1-33: Volúmenes totales excavados canteras La Brea .....	1-91
Tabla 1-34: Cubicaciones Caminos Mineros Ruta: Cantera – Muro (Etapas 7 a 16 Construcción Muro).....	1-92
Tabla 1-35: Cronograma de la fase de operación del presente Proyecto.....	1-98
Tabla 1-36: Sistema de agua potable en la fase de operación del presente Proyecto <sup>a</sup> .....	1-100
Tabla 1-37: Maquinaria y equipos a utilizar en la fase de operación del presente Proyecto.....	1-101
Tabla 1-38: Emisiones atmosféricas fase de operación del presente Proyecto .....	1-103
Tabla 1-39: Potencia acústica fase de operación del presente Proyecto .....	1-104
Tabla 1-40: Emisiones líquidas – Fase de operación del presente Proyecto <sup>a</sup> .....	1-105
Tabla 1-41 Proyección de RSD a generar como máximo al año 2037 a una dotación de 2.000 trabajadores	1-106
Tabla 1-42: Residuos Sólidos No Peligrosos - fase de operación .....	1-107
Tabla 1-43: Estimación de Residuos Peligrosos durante la fase de operación del Proyecto .....	1-108

## FIGURAS

Figura 1-1: Localización del Proyecto, según División Política administrativa.....	1-18
Figura 1-2: Ubicación de las Obras del Proyecto .....	1-20
Figura 1-3: Camino de acceso al Proyecto .....	1-23
Figura 1-4: Sistema de control de infiltraciones. ....	1-26
Figura 1-5: Ubicación de Canteras aprobadas mediante RCA N° 013/2010.....	1-29
Figura 1-6: Tubería de lama y recirculación de agua.....	1-30
Figura 1-7: Obra de Captación y desvío de aguas naturales en Depósito de lamas La Brea .....	1-31
Figura 1-8: Ubicación del canal de aguas naturales en Variante 2.....	1-32
Figura 1-9: Localización de pozos de recuperación del Sistema de Control de Infiltraciones Depósito de lamas.....	1-43
Figura 1-10: Localización de pozos de recuperación y remediación del Sistema de Control de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea.....	1-45
Figura 1-11: Ubicación del Campamento Carrizalillo y ubicación según el proyecto original (EIA 2010) .....	1-48
Figura 1-12: Sección transversal del muro y respectivas etapas de crecimiento .....	1-53
Figura 1-13 Ubicación de la obra Sistema de Conducción de aguas naturales en quebrada Variante 2 .....	1-55
Figura 1-14 Disposición general Tubería de Conducción y Obras anexas.....	1-56
Figura 1-15 Sección transversal de tubería de conducción .....	1-57

Figura 1-16: Planta Sector Empalme IP-A2 Desvío Suroriente .....	1-59
Figura 1-17: Localización de las PTAS .....	1-64
Figura 1-18: Esquema plataforma estanque de ácido sulfúrico .....	1-66
Figura 1-19: Etapas de crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea. ....	1-90
Figura 1-20: Tasa de producción de relaves – operación en régimen (ktpd) .....	1-93
Figura 1-21: Esquema de flujos considerados en el balance de aguas y volumen de control. ....	1-94
Figura 1-22: Esquema del sistema de control de infiltraciones y recirculación de aguas recuperadas en Quebrada La Brea.....	1-96

**ANEXOS**

**ANEXO 1-A**

**ANTECEDENTES LEGALES MLCC**

**ANEXO 1-B**

**RESOLUCIONES SECTORIALES PREVIAS**

**ANEXO 1-C**

**PLANOS Y KMZ DEL PROYECTO**

**ANEXO 1-D**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTANQUES**

**ANEXO 1-E**

**ESTIMACIÓN DE EMISIONES**

**ANEXO 1-F**

**ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRATORIO**

**ANEXO 1-G**

**MODELO GEOQUÍMICO DEL DEPÓSITO DE LAMAS**

## 1.0 DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

### 1.1 Introducción

#### 1.1.1 Aspectos Generales

El presente capítulo expone los antecedentes correspondientes a la descripción del Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones” (en adelante, el Proyecto), que Sociedad Contractual Minera Lumina Copper Chile (en adelante, e indistintamente, “MLCC” o “el Titular”), somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), mediante el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en conformidad a lo establecido en la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (modificada por la Ley N° 20.417), y el D.S. N° 40/2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que contiene el Reglamento del SEIA (RSEIA).

MLCC opera actualmente la Faena Minera Caserones, ubicada en la comuna de Tierra Amarilla (provincia de Copiapó, Región de Atacama), a una altura media de 4.300 m.s.n.m, bajo los términos de la Resolución Exenta (RCA) N° 013/2010<sup>1</sup> de COREMA Región de Atacama, que aprobó el EIA del “Proyecto Caserones”, rectificada parcialmente por la Resolución Exenta N° 052/2010<sup>2</sup> del mismo servicio, que acogió precisiones a los considerandos solicitadas por MLCC, y por la Resolución Exenta N° 068/2010<sup>3</sup> de la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), que acogió parcialmente el recurso de reclamación interpuesto por MLCC ante el Consejo Directivo de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). También aplican a la operación de la Faena Minera Caserones los términos de la RCA N° 057/2014<sup>4</sup>, que aprobó la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) “Actualización Mina Caserones”, de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, que incorpora diversas modificaciones al Proyecto Caserones, reubicación de instalaciones<sup>5</sup>, nuevo edificio de mantención de plantas y oficinas, mejoramiento de trazado de lamaducto y cañerías de aguas recuperadas, y modificación de medida de mantención de Ruta C-453. Otras RCA que forman parte del Proyecto Caserones, pero que no se relacionan con las modificaciones consideradas en el presente EIA son la RCA N° 151/2011<sup>6</sup>, de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, que califica ambientalmente favorable el proyecto “Línea de Transmisión 2x220KV Maitencillo-Caserones”; RCA N° 017/2012<sup>7</sup>, de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, que califica ambientalmente favorable el proyecto “Modificación Línea de Transmisión 2x220KV Maitencillo- Caserones, Variante Maitencillo Norte”; y RCA N° 048/2014<sup>8</sup>, de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama que califica ambientalmente favorable el proyecto “Regularización Torres Línea de Transmisión Eléctrica 2x220 Maitencillo – Caserones”.

La Faena Minera Caserones considera la producción de concentrado de cobre, cátodos de cobre y concentrado de molibdeno, como resultado de la explotación a rajo abierto del yacimiento ubicado en el entorno del cerro Caserones. Las reservas de este yacimiento incluyen mineral oxidado y sulfurado, con las que se estima una vida útil de esta operación hasta el año 2037. En este contexto, la faena minera incluye instalaciones en las que se desarrollan los procesos de lixiviación de los minerales oxidados, mixtos y sulfuros de baja ley, para posteriormente recuperar el cobre disuelto en una Planta de Extracción por Solventes y Electro-obtención (planta SX-EW), donde se obtienen cátodos de cobre, que son transportados por camiones hasta su punto de embarque y/o comercialización. Por su parte, el mineral sulfurado es chancado para luego ser procesado en una planta concentradora, generando concentrado de cobre y concentrado de molibdeno, los que son filtrados y enviados por

<sup>1</sup> Resolución Exenta N° 013/2010 disponible en: <http://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=74/75/b0393ed7bfc926166ab6e45061ed09dbb43a>

<sup>2</sup> Resolución Exenta N° 052/2010 disponible en: [http://seia.sea.gob.cl/archivos/res\\_052.pdf](http://seia.sea.gob.cl/archivos/res_052.pdf)

<sup>3</sup> Resolución Exenta N° 068/2010 disponible en: [http://seia.sea.gob.cl/archivos/Res\\_AcogeParcialmente16-10.PDF](http://seia.sea.gob.cl/archivos/Res_AcogeParcialmente16-10.PDF)

<sup>4</sup> Resolución Exenta N° 057/2014 disponible en: <http://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=87/38/8721741998dea151d48250625ba1ca7e9e4b>

<sup>5</sup> Reubicación de instalaciones del Área Plantas (Estaciones de bombeo de refino y SX-EW-TF), Ubicación de puesta en valor del registro arqueológico del Proyecto y Planta de Osmosis Reversa para la desmineralización de agua de proceso SW EW.

<sup>6</sup> Resolución Exenta N° 151/2011 disponible en: <http://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=b9/80/09a763bbfee188a30aaa337d6de80912908a>

<sup>7</sup> Resolución Exenta N° 017/2012 disponible en: <http://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=02/b9/ff5e81f871569212c62ff7c4a1cbe120cd9>

<sup>8</sup> Resolución Exenta N° 048/2014 disponible en: <http://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=af/87/ce2ed57da13f390c4ea5599f6770cb1e06d3>

camiones hasta su punto de embarque y/o comercialización. El material estéril (lastre) extraído desde el rajo es transportado hacia el Depósito de Lastre, mientras que los relaves resultantes del proceso de flotación en la planta concentradora son transportados y dispuestos en dos depósitos: Depósito de Arenas (relaves gruesos) y Depósito de Lamas La Brea (relaves finos).

Desde el inicio de la operación de la planta concentradora en mayo de 2014, y la consecuente disposición de relaves finos en el Depósito de Lamas La Brea, la Faena Minera Caserones presentó ciertas condiciones operacionales distintas a las que fueron previstas en el proyecto original. Estas desviaciones ocasionaron, entre otros aspectos, una mayor tasa de infiltraciones desde las lamas que ocasionaron alteraciones acotadas en la calidad del agua subterránea aguas abajo del depósito, tanto en el acuífero de quebrada La Brea como en la zona de confluencia (mezcla) de este acuífero con el acuífero de Ramadillas. Ante esta situación no prevista, y debido a la necesidad de buscar las vías idóneas que permitieran proteger la calidad de los recursos hídricos aguas abajo de la quebrada La Brea, MLCC implementó medidas adicionales a las establecidas en la evaluación ambiental inicial del proyecto y sus posteriores validaciones ambientales y sectoriales. Una de estas medidas fue el fortalecimiento del sistema de control de infiltraciones con 14 pozos de bombeo adicionales para incrementar la recuperación de estas aguas contactadas, de tal manera de disminuir su flujo a través del sistema subterráneo. La operación de estos 14 pozos, que no fueron considerados en el proyecto original, ha permitido recuperar un mayor volumen de infiltraciones de agua contactada, minimizando potenciales efectos en la calidad del agua subterránea y superficial en el acuífero de Ramadillas.

Las desviaciones sobre el proyecto original dieron lugar a un proceso sancionatorio por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), producto de diversas actividades de fiscalización a la unidad fiscalizable realizadas por la misma SMA en conjunto con los Organismos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA), entre los años 2016 y 2018. El proceso sancionatorio se inició con la formulación de cargos, mediante Resolución Exenta N°1/ROL D-018-2019 de fecha 19 de febrero de 2019.

Con el objetivo de responder a los requerimientos que derivan de los cargos formulados por la SMA, MLCC ha presentado un Programa de Cumplimiento (PdC) con su respectivo Plan de Acciones y Metas para atender los cargos formulados por la SMA, cuya versión final (refundida) fue presentada el 26 de noviembre de 2019 y se encuentra en proceso de revisión y evaluación por parte de la SMA. Algunas de las acciones comprometidas en el Plan de Acciones y Metas establecen la necesidad de someter a evaluación en el SEIA, algunas modificaciones ejecutadas o por ejecutar, con el fin de optimizar la operación de la Faena Minera Caserones.

Bajo este contexto, el presente EIA **somete al SEIA un conjunto de modificaciones, partes, obras y acciones** de la Faena Minera Caserones, algunas que no fueron consideradas en el proyecto original y han sido ejecutadas sin aprobación ambiental; otras que sí fueron consideradas en el proyecto original, pero que requieren actualización debido a que fueron construidas o desarrolladas con variaciones respecto a lo aprobado en RCA's vigentes; y también, obras que serán ejecutadas luego de obtener la aprobación ambiental del presente EIA. Al mismo tiempo, este EIA **dará cumplimiento a ciertas acciones que MLCC ha comprometido en el Plan de Acciones y Metas**, incluidas en el Programa de Cumplimiento Refundido, en adelante PdC, presentado por MLCC y que se encuentra en proceso de revisión y evaluación por parte de la SMA, en el marco del proceso administrativo sancionatorio Rol N° D-018-2019.

Adicionalmente, MLCC tiene como propósito del presente EIA, someter a evaluación ambiental una configuración de operación de la faena minera, en específico del depósito de lamas La Brea, más conservadora que la actualmente aprobada, con la finalidad de contar con holguras y flexibilidad para la operación, al mismo tiempo que sea posible asegurar la prevención o mitigación de los potenciales impactos sobre el medio ambiente

circundante. Este escenario conservador permitirá a su vez facilitar y objetivar las actividades de fiscalización de los organismos competentes.

En este contexto, las partes, obras y acciones que se describen en este capítulo y se someten a evaluación del SEIA, se refieren a:

- 1. Modificaciones ejecutadas que requieren ser regularizadas.** Estas corresponden a partes, obras o acciones no consideradas en el proyecto original aprobado, es decir, que no están amparadas en una RCA, y que han sido construidas o desarrolladas debido a necesidades operacionales, o requerimientos adicionales para el control de condiciones que han presentado desviaciones respecto de lo previsto en proyecto original. De manera específica, estas modificaciones corresponden a la regularización de 14 pozos de bombeo que fueron habilitados para potenciar el sistema de control de infiltraciones del Depósito de lamas La Brea, y cuya operación ha permitido recuperar un mayor volumen de infiltraciones de agua contactada, minimizando los potenciales efectos consecuentes en la calidad del agua subterránea en el acuífero de Ramadillas.
- 2. Modificaciones ejecutadas que requieren actualización.** Estas corresponden a partes, obras o acciones, incluidas en el diseño y permisos vigentes (amparadas en las RCA N° 013/2010 y RCA N° 057/2014), pero que han sido construidas o desarrolladas con algunas variaciones con respecto a las consideraciones aprobadas. Estas modificaciones corresponden específicamente a instalaciones de apoyo de la Faena Minera Caserones (campamento, plantas de tratamiento de aguas servidas, almacenamiento de ácido sulfúrico y grupos generadores eléctricos).
- 3. Modificaciones por ejecutar.** Corresponden a partes, obras o acciones que requieren ser incorporadas, con el objetivo de optimizar y complementar la operación actual de la Faena Minera Caserones. Estas modificaciones están específicamente asociadas al Depósito de lamas La Brea y consideran actualizaciones en su diseño y operación, incluyendo cambios en el grado de espesamiento de los relaves finos antes de su descarga en el depósito; el crecimiento del muro; y modificaciones en los sistemas de recirculación de agua contactada y conducción de aguas de escorrentía natural.

En consideración a lo señalado, en Sección 1.3.8 de este documento se presentan los antecedentes que permiten establecer que el Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones” debe ingresar al SEIA como una modificación de proyecto, en los términos del Artículo 2, letra g), y Artículo 3, letra i), del RSEIA. Por su parte, en la Sección 1.1.2 de este capítulo se presenta en forma ejecutiva los principales hechos y contenidos asociados al proceso sancionatorio iniciado por la SMA, destacando aquellos aspectos derivados del mismo que originan la necesidad de presentar y evaluar determinadas modificaciones en el presente EIA, según se ha comprometido por MLCC en el Plan de Acciones y Metas del PdC Refundido.

Las modificaciones que se someten a evaluación ambiental mediante el presente EIA, se desarrollan en áreas ya evaluadas e intervenidas por el Proyecto Caserones. Estas modificaciones no aumentan la producción aprobada del Proyecto Caserones, ni la vida útil, ni los consumos de agua fresca, como tampoco el transporte de insumos y productos.

La lista de modificaciones incorporadas en este EIA se presenta en la Sección 1.3.8 mientras que la descripción de cada una de estas modificaciones es presentada en detalle en las secciones 1.7 a la 1.10 de este Capítulo 1, siguiendo como referencia lo indicado en la “Guía para la Descripción de Proyectos de Desarrollo Minero de Cobre y Oro-Plata” del SEA.

### 1.1.2 Antecedentes de la Faena Minera Caserones

En octubre de 2008, MLCC ingresó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el “Proyecto Caserones”, sometiéndolo a evaluación ambiental las partes, obras y acciones que fueron planteadas en el referido

proyecto. En enero de 2010, la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) Atacama calificó favorablemente el “Proyecto Caserones” mediante RCA N°013/2010.

En abril de 2010, se inició la fase de construcción del Proyecto Caserones, la cual duró aproximadamente tres años, hasta que se inició la fase de operación, con la puesta en marcha de la planta de cátodos y puesta en régimen de la planta de óxidos, en marzo de 2013. Posteriormente, el 30 de mayo de 2014, se inició la partida de la línea de procesamiento de sulfuros en la planta concentradora, y con ello, se inició también la disposición de relaves finos en el Depósito de Lamas La Brea.

La RCA N°013/2010 fue aprobada por la COREMA Atacama con ciertas condiciones específicas, entre las cuales, solicitó la presentación de un plan de monitoreo robusto de las variables referidas a los recursos hídricos asociados al proyecto, para validación de la Dirección Regional de la DGA y de la Autoridad Ambiental; así como también, la presentación de antecedentes hidrogeológicos de la quebrada La Brea y Caserones, así como el diseño del sistema de tratamiento pasivo para drenaje ácido de mina. En atención a ello, MLCC presentó a la Dirección General de Aguas (DGA) Atacama, en 2011, estudios hidrogeológicos complementarios de la quebrada La Brea y Caserones y diseño del sistema de tratamiento pasivo para drenaje ácido de mina; y, en noviembre de 2012, el Plan de Monitoreo Robusto (PMR) de Recursos Hídricos del Proyecto Caserones. En marzo de 2014, la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama validó el PMR de Recursos Hídricos mediante Resolución Exenta N°064/2014, haciendo ver que la Dirección Regional de Aguas pronunció su “conformidad con condiciones”, ordenando que se cumpla con las condiciones descritas en los Ordinarios N°151/2014 y 181/2014 de la Dirección Regional de Aguas Atacama. Finalmente, en mayo de 2016, mediante Ordinario N°302/2016, la Dirección Regional DGA Región Atacama dictó pronunciamiento conforme sobre la versión corregida y actualizada del PMR Parte Calidad y Cantidad presentado por MLCC, en el cual se absolvieron observaciones planteadas por dicha Dirección.

Por otra parte, en mayo de 2014, la Comisión de Evaluación Ambiental de Atacama dictó la Resolución N°133/2014, mediante la cual dispuso validar los estudios hidrogeológicos complementarios y el diseño del sistema de tratamiento pasivo, quedando consignado que la DGA dio su “conformidad con condiciones”, ordenando cumplir con las condiciones contenidas en los Ordinarios N°217/2014 y N°239/2014 (ambos de la Dirección Regional de Aguas Atacama).

En marzo de 2013, la Faena Minera Caserones fue objeto de una formulación de cargos por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente en el marco del proceso sancionatorio F-025-2013, entre los cuales figuraron: operar el depósito de lastre sin contar con validación de su sistema de tratamiento pasivo, operar sin contar con plan de acción validado para eventos de contaminación, no contar aún con un sistema de monitoreo robusto validado, y la construcción de un sistema de manejo de aguas lluvias distinto de lo autorizado. Con fecha 18 de marzo de 2015, la SMA dicta resolución sancionatoria en el proceso F-025-2013, absolviendo a MLCC por algunos cargos y condenando por otros al pago de multas, además de dictar Medidas Urgentes y Transitorias (MUT) para ser ejecutadas por MLCC.

Adicionalmente, luego del inicio de la línea de procesamiento de sulfuros y la disposición de relaves finos en el Depósito de Lamas La Brea en mayo 2014, se presentaron ciertas condiciones operacionales distintas a las que fueron previstas en el proyecto original, las cuales originaron, entre otros aspectos, alteraciones acotadas en la calidad del agua subterránea aguas abajo del depósito. Ante esta situación no prevista, MLCC potenció el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea con 14 pozos de bombeo adicionales en quebrada La Brea, que no fueron considerados en el proyecto original, para incrementar la recuperación de las infiltraciones de aguas contactadas.

En este escenario, el 10 de agosto de 2016, MLCC solicitó a la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama revisar la RCA N°013/2010, que calificó favorablemente el EIA del Proyecto Caserones, en virtud de lo dispuesto en el artículo 25 quinquies de la Ley 19.300, lo establecido en el artículo 74 del D.S. N°40/2012 y lo expresado en el Ord. SEA Dirección Ejecutiva N° 150.584/2015. La solicitud se fundó en la variación sustantiva de la variable calidad de aguas subterráneas del sistema acuífero presente en la subcuenca Río Ramadillas, que se manifestó en el aumento de la concentración de sulfatos específicamente en el pozo de eficiencia de remediación POB-06B, aguas abajo de la confluencia entre la Quebrada La Brea y Río Ramadillas, debido a la ocurrencia de infiltraciones mayores a las proyectadas desde el Depósito de Lamas La Brea. En la solicitud se indicó que la situación descrita no había podido ser controlada con las medidas de remediación propuestas originalmente en el EIA del Proyecto Caserones y que, por tanto, la solicitud de revisión de la RCA N°013/2010 tenía por objeto corregir la situación antes señalada, adecuar la infraestructura y los procedimientos vinculados a las acciones de recuperación de aguas infiltradas y de remediación frente a la ocurrencia de eventos de infiltraciones desde el depósito de lamas. Sin embargo, la solicitud presentada por MLCC fue declarada inadmisibles por la Comisión de Evaluación Ambiental de Atacama mediante Res. Ex. N° 188/2016 debido, principalmente, a que el organismo regional estimó que la variación sustantiva de la variable calidad de aguas (en relación con lo proyectado) guardaba relación con infracciones del Titular sobre la materia, sin poder dar por acreditada la posterior regularización de los incumplimientos.

Asimismo, las desviaciones sobre el proyecto original dieron lugar a una serie de denuncias y actividades de inspección a la unidad fiscalizable por parte de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y otros Organismos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA), entre los años 2016 y 2018. Estas imputaciones originaron un proceso sancionatorio que se inició con la formulación de cargos, mediante Resolución Exenta N°1/ROL D-018-2019 de fecha 19 de febrero de 2019.

En respuesta a los cargos formulados, y de conformidad al artículo 42 de la Ley Orgánica de la SMA, el 12 de marzo de 2019, MLCC presentó un Programa de Cumplimiento (PdC) cuyo objetivo precisamente fue proponer acciones y metas de modo de hacerse cargo tanto de los hechos infraccionales imputados, como de los efectos negativos que deriven de ellos. En junio de 2019, la SMA formuló observaciones al PdC y, en atención a ello, el 25 de julio de 2019, MLCC presentó el Programa de Cumplimiento Refundido. Este PdC Refundido recibió observaciones finales de la SMA y, finalmente, el 26 de noviembre de 2019, MLCC presentó la versión actualizada del Plan de Cumplimiento Refundido, que se encuentra en proceso de revisión y evaluación por parte de la SMA.

### 1.1.3 Relación del Proyecto con el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento Refundido (Proceso Sancionatorio Rol N° D-018-2019)

Como se ha indicado en la Sección 1.1.1, MLCC somete el presente EIA para evaluación en el SEIA, entre otras razones, en virtud de ciertas acciones expresamente establecidas en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento Refundido (en adelante, PdC) que ha presentado ante la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), con fecha 26 de noviembre de 2019, en el marco del proceso administrativo sancionatorio D-018-2019, y que se encuentra en proceso de revisión y evaluación por parte de la SMA. El PdC Refundido, y sus anexos, se encuentran disponibles en el portal de la SMA<sup>9</sup>. A continuación, se detallan los cinco cargos formulados por la SMA y su relación con el presente EIA:

- **Cargo N° 1:** En este cargo se identifica un aumento en los sulfatos y los parámetros asociados, TDS y CE, aguas abajo del depósito de lastre. En el PdC se comprometen medidas de monitoreo y un plan de acción en caso de sobrepasar umbrales. Por ello, en este EIA se presenta en el Anexo 9-D la actualización del Plan de Monitoreo Robusto que considera el depósito de lastre.
- **Cargo N° 3:** Se refiere a la construcción y operación de catorce (14) pozos de remediación adicionales asociados a la operación del depósito de lamas, en Quebrada la Brea (pozos PRLB 1 al 14). Debido a que estos pozos son necesarios para controlar las infiltraciones provenientes del depósito de lamas, en las Secciones 1.7.1, 1.8.1.1 y 1.9.1.1 del Capítulo 1 del presente EIA se describen, para su aprobación ambiental, los detalles de la construcción y operación de estos.
- **Cargos N° 4 y 5:** Estos cargos se asocian al sistema de manejo de derrames de lamas en la quebrada Variante Rápido 2, específicamente de la obra de intercepción dual denominada IP-A2, la cual permite realizar un manejo diferenciado en caso de que la quebrada presente agua natural y si presenta derrames provenientes del lamaducto. Por lo anterior, MLCC presenta en este EIA un mejoramiento al sistema, consistente en el manejo totalmente separado de aguas naturales de los eventuales derrames que ocurran en esta quebrada, mediante la instalación de una tubería subterránea en la plataforma del lamaducto, obra denominada “Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Variante 2”.

Complementariamente, en el Capítulo 8 “Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias” se actualiza el plan de emergencias del lamaducto, incorporando un Protocolo de limpieza.

- **Cargo N°6:** Se refiere a no haber alcanzado el mínimo indicado en el EIA para el porcentaje de sólidos de las lamas durante la puesta en marcha del proyecto. En la Sección 1.7.3 del Capítulo 1 del presente EIA, se presentan las modificaciones en el Diseño y Operación del Depósito de Lamas La Brea, que incluye el porcentaje de sólidos de lamas.

<sup>9</sup> Expediente D-018-2019 disponible en: <http://snifa.sma.gob.cl/v2/Sancionatorio/Ficha/1851>

## 1.2 Identificación del Titular

### Empresa

Nombre : SCM Minera Lumina Copper Chile  
RUT : 99.531.960-8  
Domicilio : Av. Andrés Bello 2687, 5to Piso, Las Condes. Santiago  
Teléfono : 56-2-2628 5000

### Representante Legal

Nombre : Gonzalo Araujo Alonso  
Nacionalidad : chileno  
Cédula de Identidad : 7.608.463-7  
Domicilio : Av. Andrés Bello 2687, 5to Piso, Las Condes. Santiago  
Teléfono : 56-2-2628 5000

En el ANEXO 1-A se adjuntan los antecedentes legales que dan cuenta de la constitución y existencia de la persona jurídica, así como de la personería con que actúa el representante legal de la empresa SCM Minera Lumina Copper Chile, en adelante “MLCC” o el “Titular”.

## 1.3 Antecedentes Generales

### 1.3.1 Nombre del Proyecto

El Proyecto que se somete a evaluación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) a través del presente EIA se denomina “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”, en adelante indistintamente el “Proyecto”.

### 1.3.2 Breve Descripción del Proyecto

La Faena Minera Caserones se encuentra actualmente en operación bajo las autorizaciones ambientales obtenidas mediante la RCA N°013/2010 que aprobó el EIA del “Proyecto Caserones”, y la RCA N° 057/2014 que aprobó la DIA “Actualización Mina Caserones”. De acuerdo con lo descrito en la Sección 1.1.1 el presente Proyecto plantea las siguientes modificaciones a la Faena Minera Caserones:

- **Modificaciones ejecutadas que requieren ser regularizadas.** Estas corresponden a partes, obras o acciones no consideradas en el proyecto aprobado, es decir, que no están amparadas en una RCA. En ese sentido, estas modificaciones corresponden a aquellas obras que han sido construidas o desarrolladas debido a necesidades operacionales, o requerimientos adicionales para el control de condiciones que han presentado desviaciones respecto de lo previsto en proyecto original.

- **Modificaciones ejecutadas que requieren actualización.** Estas corresponden a partes, obras o acciones, que sí fueron incluidas en el diseño y permisos vigentes (amparadas en una RCA), pero que han sido desarrolladas con variaciones respecto de lo aprobado.
- **Modificaciones por ejecutar.** Corresponden a partes, obras o acciones que requieren ser incorporadas, con el objeto de optimizar y complementar la operación actual de la Faena Minera Caserones (depósito de lamas).

Las modificaciones que se someten a evaluación ambiental mediante el presente EIA, se desarrollan en áreas ya evaluadas e intervenidas por el Proyecto Caserones. Estas modificaciones no aumentan la producción aprobada del Proyecto Caserones, ni la vida útil, así como tampoco incrementan los flujos de transporte de insumos y productos ni el consumo de agua fresca, en relación con lo aprobado hasta el año 2037.

### 1.3.2.1 **Modificaciones Ejecutadas que requieren ser Regularizadas**

#### 1.3.2.1.1 **Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea**

El Proyecto propone regularizar la construcción y operación de 14 pozos de recuperación de aguas contactadas (códigos PRLB-01 al PRLB-14), que actualmente forman parte del sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones de aguas contactadas del Depósito de lamas La Brea, ubicado en la Quebrada La Brea. La puesta en marcha del bombeo en los 14 pozos de recuperación se ha realizado de manera progresiva entre septiembre de 2015 y septiembre de 2017, con el propósito de aumentar la captura de aguas contactadas en la quebrada La Brea, complementando la captura realizada desde noviembre de 2014 mediante los cinco pozos de remediación habilitados en la quebrada La Brea, los cuales fueron aprobados ambientalmente mediante la Resolución Exenta N°133/2014 (ANEXO 1-B, Apéndice I). El bombeo desde el sistema compuesto por los 19 pozos ha alcanzado un promedio del orden de 160 L/s (correspondiente al total de aguas naturales e industriales mezcladas) y está sujeto a un caudal máximo de extracción de aguas naturales de 28 L/s<sup>10,11</sup>.

El reforzamiento del sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones del Depósito de lamas La Brea con los 14 pozos de bombeo para recuperación de las aguas contactadas, constituye una medida adicional a las establecidas en la evaluación ambiental del Proyecto Original y sus posteriores validaciones ambientales y sectoriales, que ha sido necesaria para contener el flujo de aguas contactadas provenientes de las infiltraciones del Depósito de lamas La Brea. De esta manera, el sistema potenciado de control de infiltraciones del depósito de lamas La Brea quedó conformado por drenes en la base del muro; una zanja cortafugas (ZCF); 14 pozos de recuperación y cinco pozos de remediación. El potenciamiento del sistema de control de infiltraciones ha sido reportado como una acción en ejecución en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento (versión refundido) presentado por MLCC en noviembre de 2019 y que se encuentra en proceso de revisión y evaluación por parte de la SMA, en respuesta al Cargo N°3 formulado en el proceso administrativo sancionatorio Rol N° D-018-2019.

Bajo este contexto, MLCC somete a evaluación ambiental la operación de los 14 pozos de recuperación, con el fin de regularizar su incorporación al sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, así como

<sup>10</sup> El caudal de extracción de 28 L/s corresponde al caudal autorizado ambientalmente para el bombeo de los pozos de remediación de la quebrada La Brea, según se especifica en el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos, que fue validado por la Comisión Regional de Atacama, mediante Resolución Exenta N°064 del 07 de marzo de 2014 y mediante Ordinario N° 302 del 30 de mayo de 2016, emitido por la DGA de la Región Atacama.

<sup>11</sup> Conforme se acreditó en el "Informe de Análisis y Estimación de Efectos Ambientales" que MLCC presentó a la Superintendencia del Medio Ambiente como anexo 3.1 del Programa de Cumplimiento Refundido, en respuesta al cargo N°3 del proceso sancionatorio ROL D-018-2019, a partir de los resultados de las campañas de análisis isotópico y de cálculos efectuados con estos resultados, es posible indicar que en ninguno de los periodos de representatividad de las distintas campañas isotópicas se superaron los Derechos de Aprovechamiento de Agua autorizados ambientalmente para el funcionamiento de los pozos de remediación de la quebrada La Brea, que de acuerdo con el PMR – Calidad de abril de 2015, corresponde a un total de 28 l/s.

justificar la continuidad de su operación durante la fase de operación (particularmente, en la operación normal del depósito de lamas) y cierre del Proyecto, lo que permitirá lograr los objetivos ambientales originalmente propuestos por el Proyecto Caserones, conforme las medidas contempladas en las autorizaciones ambientales obtenidas mediante RCA N° 013/2010 y PMR-Calidad validado.

### 1.3.2.2 *Modificaciones Ejecutadas que requieren Actualización*

#### 1.3.2.2.1 *Instalaciones de Apoyo*

Las siguientes instalaciones de apoyo a la Faena Minera Caserones han sido construidas o implementadas con ciertos ajustes respecto a la aprobación ambiental obtenida mediante RCA N° 013/2010. A continuación, se describen aquellas instalaciones sujetas a actualización mediante el presente Proyecto.

- **Área Campamento:** De acuerdo con el proyecto original (RCA N° 013/2010), en la Faena Minera Caserones se construyeron los siguientes campamentos:
  - Campamento de construcción: Construido con capacidad para 4.000 personas, en una superficie estimada de 55.480 m<sup>2</sup>, ubicado en el fundo Carrizalillo Grande. De acuerdo con la RCA N° 013/2010, este campamento fue desmantelado parcialmente, quedando urbanizado para albergar, durante la fase de operación, a equipos de contratistas que realizarían faenas puntuales de mantenimiento, con una dotación estimada de 1.000 trabajadores como máximo.
  - Campamento de operación: Conforme fue aprobado por RCA N° 013/2010, este campamento fue construido para albergar a 1.500 personas, en una superficie estimada de 21.130 m<sup>2</sup>, y se encuentra ubicado también en el fundo Carrizalillo Grande.

Las modificaciones que se plantean actualizar en este Proyecto son las siguientes:

- Incremento de mano de obra: La mano de obra durante la fase de operación ha sido incrementada en 500 trabajadores adicionales, llegando a un total de 2.000 trabajadores permanentes.
- Actualización de la ubicación de los campamentos: Ambos campamentos se localizan en el fundo Carrizalillo Grande conforme fue indicado en la RCA N° 013/2010, sin embargo, fueron construidos a aproximadamente 1,5 km al suroeste de la ubicación que fue considerada en el proyecto original. Cabe señalar que MLCC cuenta con el permiso de cambio de uso de suelo para el área donde fueron efectivamente construidos los dos campamentos (ANEXO 1-B, Apéndice II).
- Ampliación del campamento de operación: Debido al incremento de trabajadores permanentes durante la etapa de operación, parte de las instalaciones que fueron urbanizadas del campamento de construcción han sido incorporadas al campamento de operación, lo que ha permitido incrementar la capacidad de albergue del campamento de operación en 500 trabajadores adicionales, para alcanzar una capacidad total para albergar 2.000 trabajadores de manera permanente. Por su parte, el campamento de construcción permite albergar, durante la fase de operación, a equipos de contratistas que realizan faenas puntuales de mantención con una capacidad de 1.000 trabajadores, tal como fue indicado en la RCA N° 013/2010.

- **Plantas de tratamiento de Aguas Servidas:** El proyecto original consideró para la fase de operación, el uso de seis (6) Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) que permitieran tratar un caudal máximo de 221,8 m<sup>3</sup>/día. De acuerdo con la operación actual, las PTAS se ubican en puntos levemente distintos de los aprobados, razón por la cual se requiere actualizar su localización. Además, se modifica la estimación del caudal máximo a tratar a 360 m<sup>3</sup>/día, que permite cubrir el tratamiento de las aguas servidas que podrían ser generadas en el escenario máximo conservador que se encuentren un total de 3.000 trabajadores en la faena (2.000 permanentes y 1.000 eventuales durante actividades de mantención).
- **Almacenamiento de Ácido Sulfúrico:** El proyecto original contempló instalar un 1 estanque de 300 m<sup>3</sup> para el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino. Sin embargo, el estanque instalado tiene una capacidad de 345 m<sup>3</sup>, que corresponde a la capacidad de fabricación estándar de este tipo de estanques y, además, fue necesario incorporar un (1) estanque adicional en esta área, cuya capacidad también es de 345 m<sup>3</sup> y que se ubica contiguo al otro estanque, totalizando un almacenamiento de 690 m<sup>3</sup> de ácido sulfúrico en el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino.
- **Grupos Generadores Eléctricos:** La RCA N° 013/2010 aprobó la operación de dos estaciones o grupos de generadores eléctricos ante la eventualidad de una caída del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), con una potencia total de 9.500 kW (9,5 MW). El primero tendría una potencia de 2.000 kW (2 MW) y el segundo, de 7.500 kW (7,5 MW). La modificación que plantea el presente Proyecto corresponde a la incorporación de generadores eléctricos adicionales que han sido instalados en distintos puntos de la faena minera, con los cuales se ha adicionado una potencia de 12.000 kW (12 MW), que permite alcanzar una capacidad instalada total en grupos generadores eléctricos de emergencia de 21.500 kW (21,5 MW) en toda la faena ante la eventualidad de una caída del SEN o como respaldo ante problemas de transmisión interna.

### 1.3.2.3 *Modificaciones por Ejecutar*

Esta sección describe las obras nuevas del Proyecto requeridas para dar continuidad operacional a la faena Caserones.

#### 1.3.2.3.1 **Diseño y Operación en el Depósito de Lamas La Brea**

Durante la operación del Depósito de Lamas La Brea se han producido desviaciones respecto al diseño del Proyecto Original que recibió aprobación ambiental, debido a las siguientes razones:

- El Proyecto original consideró que los relaves de flotación serían clasificados en arenas y lamas mediante hidrociclones, donde la fracción gruesa representaría entre un 40 y 60% de la masa de relaves, transportada gravitacionalmente a un depósito ubicado en la parte baja de la Quebrada Caserones. Desde el inicio de la operación de la línea de procesamiento de sulfuros, la tasa de generación de arenas ha sido menor que la proyectada y, por consecuencia, se ha generado un mayor volumen de lamas con respecto a lo que fue estimado en el proyecto original, que han sido depositadas en el Depósito de Lamas La Brea. Esta condición operacional origina la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento total de lamas en el depósito de lamas La Brea.

- Por lo anterior, un mayor porcentaje de relaves continuará siendo depositado en el depósito de lamas ubicado en la Quebrada La Brea, requiriéndose por lo tanto una mayor capacidad de almacenamiento para este depósito. Adicionalmente, se ha evidenciado que la pendiente final de depositación de lamas proyectada (2,25%) no será posible de alcanzar disminuyendo a 1,3%.
- Estas dos condiciones en conjunto (mayor cantidad a embalsar y menor pendiente final de depositación) hacen que se requiera aumentar el muro del depósito en 33 m adicionales.
- Por otro lado, el proyecto original contempló que, durante los primeros cinco años de operación, la concentración de sólidos (Cp) de las lamas sería de 55-60% (en promedio mensual) luego de ser espesadas en el área de procesos y que en el año 5 de operación serían instalados tres espesadores adicionales, con el objetivo de aumentar la concentración de sólidos a 60-68%. En la presente modificación se prescinde de la construcción de estos espesadores adicionales, puesto que las lamas depositadas, luego de una consolidación natural, están mostrando una concentración de sólidos (Cp) en torno a 68%, lo que por el momento hace innecesaria una acción adicional de espesamiento como la inicialmente contemplada. Así, para efectos del presente proyecto que se somete a evaluación, se considera una concentración de sólidos en las lamas (Cp) en el rango de 55-60% (en promedio mensual) para toda la vida útil del proyecto, medida luego de ser espesadas en el área de procesos.
- Finalmente, también funda la necesidad de ajustar el diseño y la operación del Depósito de Lamas La Brea en que las unidades geológicas subyacentes al área de dicho depósito han presentado mayores permeabilidades con respecto a lo que fue estimado en el Proyecto Original, razón por la cual se ha generado un mayor flujo de infiltraciones hacia el subsuelo en comparación a las predicciones realizadas inicialmente.

Bajo este contexto, el Proyecto contempla realizar modificaciones en el diseño y operación del depósito de lamas La Brea debido a que, durante su operación, se han producido desviaciones respecto al diseño del Proyecto Original que recibió aprobación ambiental. Algunas de estas modificaciones permitirán dar cumplimiento a ciertas acciones comprometidas en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento (versión refundido) presentado por MLCC en noviembre de 2019 a la SMA, específicamente, en respuesta al Cargo N°3 y Cargo N°6 formulados en el proceso administrativo sancionatorio Rol N° D-018-2019. A continuación, se describen brevemente las modificaciones que se proponen en el Depósito de lamas La Brea:

- Incrementar la capacidad de almacenamiento de lamas en el Depósito de Lamas La Brea de 500 Mt a 577 Mt sin aumentar la superficie máxima de la cubeta de 4,4 km<sup>2</sup> aprobada por la RCA N° 013/2010.
- Mantener la concentración porcentual en peso (Cp) de los sólidos en la fracción fina del relave (lamas) en el rango de 55-60% (en promedio mensual) para toda la vida útil del proyecto, medida luego de ser espesadas en el área de procesos. Este rango de Cp de las lamas espesadas permite que, luego del proceso de consolidación, las lamas depositadas presenten una concentración de sólidos (Cp) en torno a 68% de forma natural, que constituye el valor objetivo establecido en el Proyecto Original, sin necesidad de realizar un espesamiento adicional. Esta condición permite también que, en la presente modificación, se prescinda de la construcción de los tres espesadores adicionales que fueron considerados en el Proyecto Original, a partir del año 5 de la operación de la planta concentradora.
- Disminuir la pendiente final de depositación de las lamas de 2,25 % a 1,3%.
- Incrementar la altura del muro en 33 m, de 255 m a una altura final de 288 m, e incremento del volumen del muro de 118,3 Mm<sup>3</sup> a 156,3 Mm<sup>3</sup>, debido a la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento y

la menor pendiente de depositación de las lamas. Con lo anterior, se incorporan dos fases adicionales (fase 15 y 16) al programa de crecimiento del muro autorizado mediante la RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

- La mayor recuperación de infiltraciones de agua contactada que se logra mediante la operación del sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones que fue potenciado con los 14 pozos de recuperación, es una medida implementada que ha permitido potenciar el sistema de recuperación de aguas contactadas.
- Reubicar progresivamente algunos componentes del sistema de recuperación y recirculación de aguas recuperadas en la quebrada La Brea, agua abajo del depósito de lamas, debido a que su lugar de emplazamiento se superpone con el área de crecimiento del muro del depósito de lamas.

### 1.3.2.3.2 Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Quebrada Variante Rápido 2

La construcción y operación de la obra hidráulica denominada “Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Quebrada Variante Rápido 2” (en adelante, llamada indistintamente Variante 2) considera reemplazar el canal revestido de HDPE para conducción de aguas lluvias, ubicado al costado del transporte de lamas y aguas recuperadas, por una tubería de HDPE que será enterrada para disipar las cargas y evitar el congelamiento. Esta modificación favorecerá el confinamiento del caudal captado, evitando que el canal presente bloqueo por piedras o derrumbes, y roturas del revestimiento. Además, el camino colindante al canal podrá extenderse por encima de dicha tubería, para que puedan circular con mayor holgura los vehículos livianos que transitan por el mismo.

Adicionalmente, se proyectan obras de intercepción puntual de alta montaña, en los ejes de tres quebradas afluentes, con el objetivo de desviar las aguas para conducirla por la tubería proyectada.

Finalmente, la energía del flujo conducido será atenuada mediante un cajón disipador de energía tipo impacto que disminuirá la velocidad del fluido. El cajón disipador se ubicará en el lugar de la bocatoma de la actual IP-A2 y conectará, a través de la tubería existente, el flujo hacia la tubería colectora de aguas que descarga hacia el río Ramadillas.

### 1.3.3 Objetivo General del Proyecto o Actividad

En atención a los antecedentes presentados en la sección introductoria, el objetivo general del Proyecto que se somete al SEIA es la obtención de la correspondiente calificación ambiental para un conjunto de modificaciones que el Proyecto Caserones requiere para la adecuación operacional de su faena minera, manteniendo la producción y vida útil actualmente aprobadas, y dando cumplimiento a los compromisos asumidos en Programa de Cumplimiento refundido presentado a la SMA.

En este contexto, se distinguen los siguientes objetivos específicos del Proyecto que se somete a evaluación:

- Regularizar partes, obras o acciones que no fueron consideradas en el proyecto aprobado, es decir, que no están amparadas en una RCA, y que han sido construidas o ejecutadas por MLCC debido a la necesidad de controlar desviaciones que se han presentado respecto de las condiciones previstas o aprobadas ambientalmente.

- Actualizar partes, obras y acciones que sí fueron consideradas en el Proyecto Caserones aprobado ambientalmente, pero que debido a necesidades operacionales han sido desarrolladas con variaciones respecto de lo aprobado en RCAs vigentes.
- Implementar nuevas partes, obras y acciones que el Proyecto Caserones requiere incorporar, con el objeto de adecuar la operación de la faena minera, manteniendo los niveles de producción aprobados, así como también la vida útil del Proyecto, los flujos de transporte y consumos de agua fresca aprobados.
- Mediante las partes, acciones y obras consideradas en el presente EIA, dar adecuado cumplimiento a algunas de las acciones que han sido comprometidas en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento Refundido presentado por MLCC, en respuesta a los cargos N°1, N°3, N°4, N°5, y N°6 formulados a la SMA, en el marco del proceso administrativo sancionatorio Rol N° D-018-2019.
- Incorporar otras modificaciones específicas a la RCA N°013/2010.

### 1.3.4 Tipología del Proyecto

El Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones” constituye una modificación del Proyecto Caserones actualmente en operación, en los términos del literal g) del Artículo 2 del RSEIA (ver detalle en Sección 1.3.5) y, según tipologías primarias descritas en los literales *i.1)* e *i.3)* del Artículo 3 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), corresponde a:

- *Un proyecto de desarrollo minero, con una capacidad de extracción de mineral superior a cinco mil toneladas mensuales (5.000 t/mes), (literal i.1);*
- *Un proyecto que considera disposición de residuos y estériles, por cuanto se disponen residuos masivos mineros resultantes de la extracción o beneficio, tales como estériles, minerales de baja ley, residuos de minerales tratados por lixiviación, relaves, escorias y otros equivalentes, que provengan de uno o más proyectos de desarrollo minero que por sí mismos o en su conjunto tengan una capacidad de extracción considerada en la letra i.1. anterior, (literal i.3). Esto en consideración a que el Proyecto considera ampliar la capacidad del depósito en 77 Mt, y aumentar el volumen del muro en 38 Mm<sup>3</sup>.*

Las tipologías secundarias que aplican a las obras y actividades del Proyecto Caserones con las que se relacionan las modificaciones que el presente Proyecto somete a evaluación del SEIA, son las que se señalan en la Tabla 1-1 a continuación. Se señala en cada caso las obras y actividades específicas del Proyecto en evaluación que se relacionan con cada tipología secundaria.

**Tabla 1-1: Tipologías secundarias de ingreso al SEIA y obras del Proyecto que se somete a evaluación**

Tipologías según literal/sub literal del Artículo 3 del D.S. N°40/2012 del MMA	Obra / Actividad del Proyecto relacionada
<p><i>a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. Presas, drenajes, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas, incluyendo a los glaciares que se encuentren incorporados como tales en un Inventario Público a cargo de la Dirección General de Aguas</i></p>	<p>Construcción del sistema de conducción de aguas naturales en quebrada Variante Rápido 2, se realizará a través de una obra hidráulica con una capacidad de porteo mayor a 2 m<sup>3</sup>/seg.</p>
<p><i>a.1) "Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m<sup>3</sup>)".</i></p>	<p>Aumento de altura del muro del Depósito de Lamas La Brea en 33 m, llegando a una altura final de 288 m, con el correspondiente aumento en capacidad del depósito, alcanzando un total de 577 Millones de toneladas de lamas.</p>
<p><i>k.1) Instalaciones fabriles cuya potencia instalada sea igual o superior a 2.000 KVA, determinada por la suma de las capacidades de los transformadores de un establecimiento industrial</i></p>	<p>Se incorporan a la fase de operación de la Faena Minera Caserones nuevos grupos generadores de emergencia, adicionando 12.000 kW (15.566 kVA) a la capacidad instalada.</p>
<p><i>ñ.4) "Producción, disposición o reutilización de sustancias corrosivas o reactivas que se realice durante un semestre o más, y con una periodicidad mensual o mayor, en una cantidad igual o superior a ciento veinte mil kilogramos diarios (120.000 kg/día). Capacidad de almacenamiento de sustancias corrosivas o reactivas en una cantidad igual o superior a ciento veinte mil kilogramos (120.000 kg).</i></p>	<p>Aumento de la capacidad de almacenamiento de ácido sulfúrico en 390 m<sup>3</sup> (638.800 kg).</p>
<p><i>o.4) Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes.</i></p>	<p>Se modifica la ubicación de las seis Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) aprobadas y se incrementa el caudal máximo a tratar a 360 m<sup>3</sup>/día. Esta capacidad permite atender 2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores que, de manera eventual, realizan actividades de mantenimiento en la faena.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en D.S N°40/2012 del MMA.

### 1.3.5 Tipología para Modificación de un Proyecto o Actividad

El artículo 8 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley N° 20.417, señala: “*Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o **modificarse** previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley.*” Por su parte, el artículo 12 del RSEIA indica que “*El titular deberá indicar si el proyecto o actividad sometido a evaluación modifica un proyecto o actividad. Además, en caso de ser aplicable, deberá indicar las Resoluciones de Calificación Ambiental del proyecto o actividad que se verán modificadas, indicando de qué forma*”.

Como se ha señalado anteriormente, el Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones” corresponde a una modificación de proyecto, de acuerdo con lo señalado en el literal g) del artículo 2 del RSEIA, que define la modificación de un proyecto o actividad como la “...*realización de obras, acciones o medidas tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad, de modo tal que éste sufra cambios de consideración.* En tal sentido, se considera que las obras y actividades que forman parte del Proyecto en evaluación constituyen cambios de consideración en atención a lo señalado por los siguientes sub literales:

- *g.1) Las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del RSEIA;*

Algunas de las modificaciones consideradas son obras que por sí mismo constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento, como es el caso de las obras que serán señaladas en la Tabla 1-8 de la Sección Tabla 1-6.

- *g.3) Las obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad modifican sustantivamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales del proyecto o actividad;*

Algunas de las modificaciones a obras o actividades que se someten a evaluación, tienen el potencial de modificar sustantivamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales del proyecto o actividad aprobada. En particular, y con relación al objetivo específico de este EIA, de dar cumplimiento a las acciones que han sido comprometidas en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento Refundido presentado por MLCC a la SMA, en respuesta a los cargos N°1, N°3 y N°6 formulados en el marco del proceso administrativo sancionatorio Rol N° D-018-2019, el presente EIA evalúa los impactos en aguas subterráneas, asociados a las desviaciones presentadas en la operación del sistema de control de infiltraciones del Depósito de lamas La Brea y la implementación de acciones de remediación y recuperación en la Quebrada La Brea, los que serán caracterizados y evaluados en el Capítulo 4 de este EIA.

- *g.4) Las medidas de mitigación, reparación y compensación para hacerse cargo de los impactos significativos de un proyecto o actividad calificado ambientalmente, se ven modificadas sustantivamente.*

De acuerdo con lo señalado en sub literal anterior (g.3), como resultado de la ocurrencia de desviaciones en la operación del sistema de control de infiltraciones del Depósito de lamas La Brea, fue necesario la implementación de acciones de remediación y recuperación que no formaban parte del Proyecto aprobado, por lo que estas son evaluadas y regularizadas en el presente EIA, dando cumplimiento a las acciones que han sido comprometidas en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento Refundido presentado por MLCC a la SMA, en respuesta a los cargos N°1, N°3 y N°6 formulados en el marco del proceso administrativo sancionatorio Rol N° D-018-2019. En este sentido, forma parte del presente EIA las adecuaciones operacionales en el Depósito de lamas La Brea, en relación con sus infiltraciones y los sistemas de control asociados a las mismas, así como también, someter a evaluación el reforzamiento del Plan de Monitoreo Robusto (PMR) Calidad, asociado al

Depósito de Lastre. Las medidas propuestas y el seguimiento correspondiente de estas serán desarrolladas en los Capítulos 7 y 9 de este EIA.

Conforme a lo señalado, se concluye que el Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones” corresponde a una modificación del Proyecto Caserones, proyecto de desarrollo minero tipificado en el literal i.1) e i.3) del Artículo 3 del RSEIA, en los términos establecidos en los literales g.1), g.3) y g.4) del Artículo N° 2 de este Reglamento.

Por su parte, el Proyecto Caserones se encuentra actualmente en operación bajo las siguientes autorizaciones ambientales:

- Resolución Exenta N° 13/2010 (RCA N° 13/2010), de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacama que califica ambientalmente favorable el EIA del "Proyecto Caserones". Esta RCA es rectificadora por la Res. Ex. N° 52/2010, de la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA), de la Región de Atacama; y modificada por la Res. Ex. N° 68/2010, de la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental;
- Resolución Exenta N° 151/2011 (RCA N° 151/2011), de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, que califica ambientalmente favorable el proyecto "Línea de Transmisión 2x220KV Maitencillo-Caserones".
- Resolución Exenta N° 17/2012 (RCA N° 17/2012), de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, que califica ambientalmente favorable el proyecto "Modificación Línea de Transmisión 2x220KV Maitencillo-Caserones, Variante Maitencillo Norte".
- Resolución Exenta N° 057/2014 (RCA N°057/2014), de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama que califica favorablemente la DIA del proyecto “Actualización Mina Caserones”.
- Resolución Exenta N° 048/2014 (RCA N°048/2014) de la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama que califica ambientalmente favorable el proyecto “Regularización Torres Línea de Transmisión Eléctrica 2x220 Maitencillo – Caserones”.

En Sección 1.6 del presente documento se detallan las modificaciones que se someten a evaluación en el presente EIA, indicando las obras o actividades del Proyecto Caserones que se modifican e incorporan.

### 1.3.6 Monto Estimado de la Inversión

El monto estimado de inversión del Proyecto para la ejecución de las partes y obras asciende a 185 millones de dólares americanos.

### 1.3.7 Vida Útil del Proyecto

El Proyecto no modifica la vida útil aprobada en la RCA N° 013/2010, es decir, se mantiene hasta el año 2037.

### 1.3.8 Modificación de un Proyecto o Actividad

El artículo 12 del RSEIA, aprobado por D.S. N° 40/2012 del MMA, indica que “*El titular deberá indicar si el proyecto o actividad sometido a evaluación modifica un proyecto o actividad. Además, en caso de ser aplicable, deberá*

*indicar las Resoluciones de Calificación Ambiental del proyecto o actividad que se verán modificadas, indicando de qué forma”.*

En efecto, el Proyecto que se somete a evaluación ambiental a través del presente Estudio de Impacto Ambiental consiste en la realización de un conjunto de modificaciones en la Faena Minera Caserones que se encuentra actualmente en operación bajo las autorizaciones ambientales obtenidas mediante la RCA N°013/2010 que aprobó el EIA del “Proyecto Caserones”, y la RCA N° 057/2014 que aprobó la DIA “Actualización Mina Caserones”.

Como se ha indicado anteriormente, las modificaciones del Proyecto están orientadas, por un lado, a regularizar partes, obras o acciones de la Faena Minera Caserones que ya han sido construidas o implementadas por MLCC y, por otro lado, a proponer la construcción de nuevas partes, obras o acciones en la faena y proponer la modificación de ciertos numerales establecidos en las RCA N°013/2010 y N° 057/2014. En la Sección 1.6 se detalla los numerales de las RCA N° 013/2010 y RCA N° 057/2014 que serán modificados por las partes, obras y acciones del Proyecto que se somete a evaluación.

### **1.3.9 Indicación de Desarrollo del Proyecto o Actividades por Etapas**

El presente Proyecto no considera un desarrollo por etapas, según definición del artículo 14 del RSEIA.

## **1.4 Localización del Proyecto**

### **1.4.1 División Político-Administrativa**

El Proyecto se ubica al interior de la Faena Minera Caserones, en la localidad de Cuestecilla<sup>12</sup>, comuna de Tierra Amarilla (Figura 1-1), provincia de Copiapó, Región de Atacama. La Lámina de localización del Proyecto en el contexto regional se adjunta en el ANEXO 1-C, Apéndice I.

---

<sup>12</sup> Esta denominación es la aplicada por el Censo 2017, pero que de acuerdo con la información de primera fuente y que de esta forma las comunidades se identifican, correspondería a la Junta de Vecinos Valle Unido y que comprendería los sectores de Juntas del Potro, Carrizalillo Grande, Ramada, Pastos grandes, Majada quemada, El Chacay, La Semilla, Potrero Pircas, Junta de Montosa, Majada El Zanjón, Ojo de Agua, Parcela Nueva Esperanza, Potero El Indio, Parcela El Durazno y El Torin.

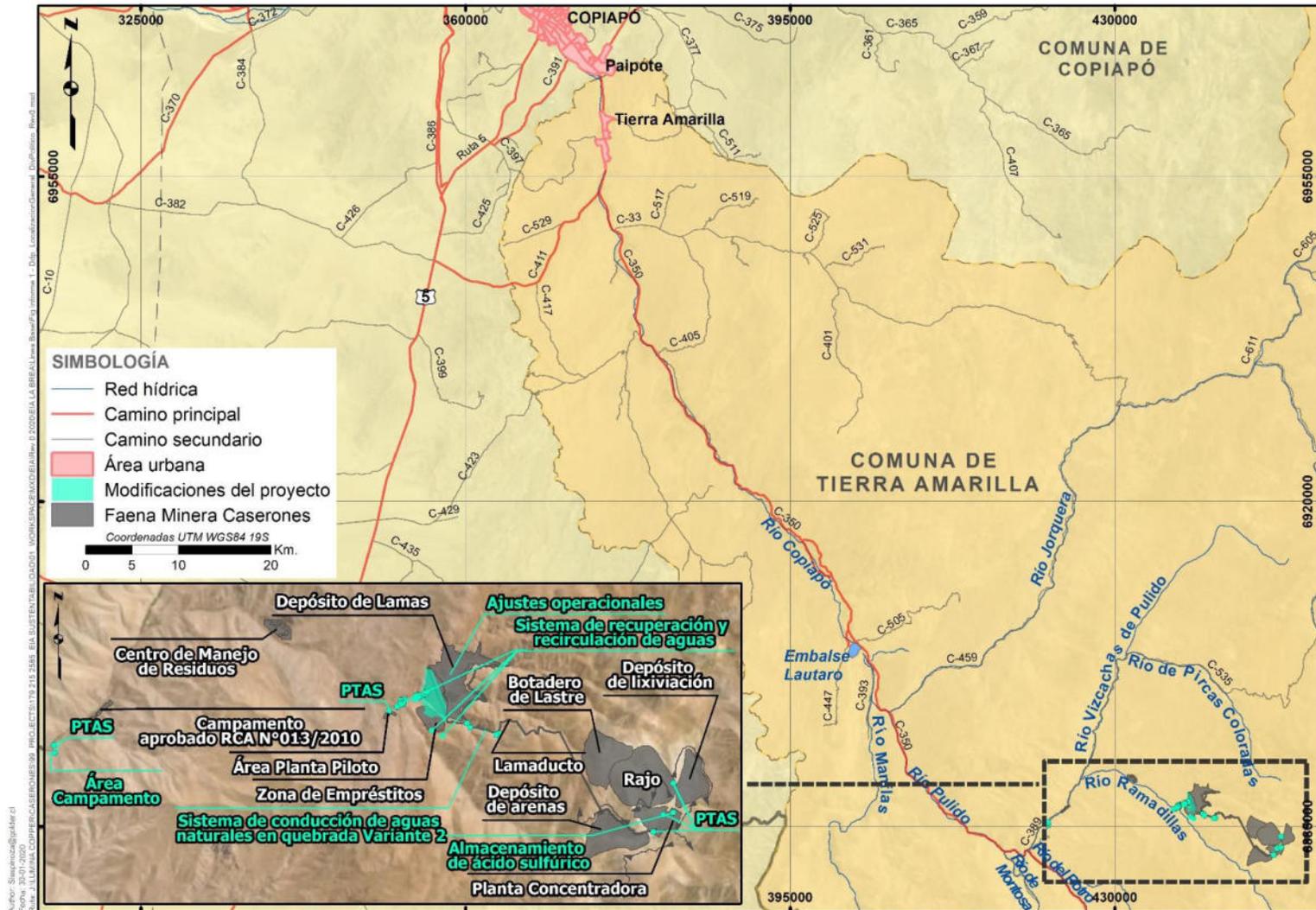


Figura 1-1: Localización del Proyecto, según División Política administrativa

Fuente: Elaboración propia, 2020.

## 1.4.2 Representación Cartográfica en Datum WGS 84

En la Figura 1-2 y en el ANEXO 1-C, Apéndice II, se presenta la representación cartográfica y archivo kmz que muestra la ubicación de las modificaciones que propone el Proyecto, en Datum WGS 84, Huso 19 S. Para un mejor entendimiento de la ubicación de las modificaciones, se presenta también la ubicación de las áreas que corresponden a las principales instalaciones que actualmente se encuentran en operación en la Faena Minera Caserones, aprobadas mediante las RCA N° 013/2010 y RCA N° 057/2014<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Se especifican solo estas RCAs, debido a que corresponden a aquellas Resoluciones directamente modificadas a través del presente EIA.

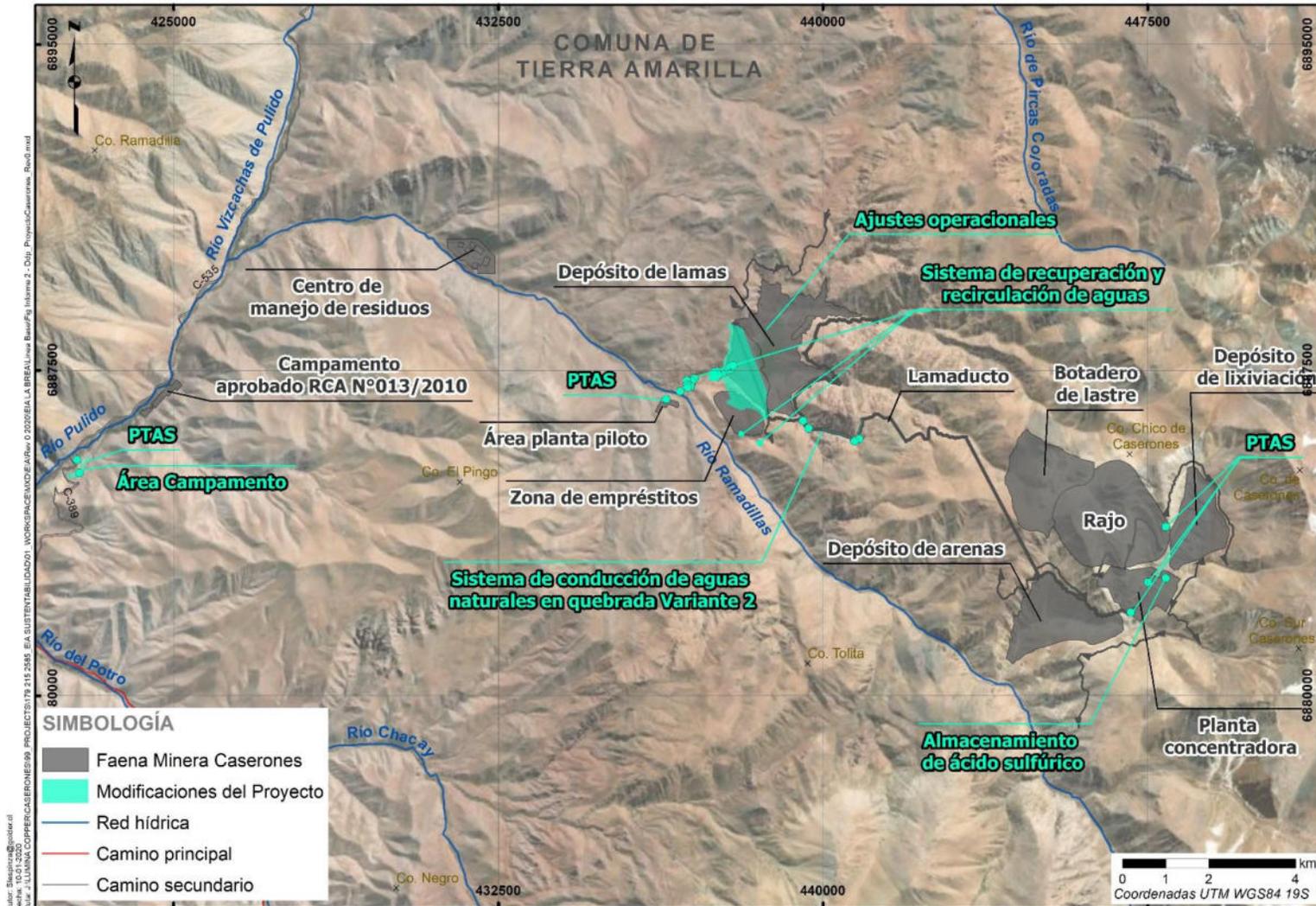


Figura 1-2: Ubicación de las Obras del Proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Las coordenadas de ubicación de las obras del presente Proyecto se presentan a continuación en la Tabla 1-2.

**Tabla 1-2: Coordenadas referenciales (centroide) de las obras del presente Proyecto**

Obra	Partes		Coordenadas UTM WGS84 Huso 19 S	
			Este	Norte
Depósito de lamas La Brea	Ajustes operacionales	Depósito de lamas (en su conjunto)	438.178	6.887.303
	Reubicación del Sistema de recuperación y recirculación de aguas infiltradas del depósito	Reubicación de pozos de recuperación de aguas	437.358	6.887.343
Instalaciones de apoyo a Faena Minera Caserones	Área Campamento	Campamento Carrizalillo	422.825	6.885.190
	Plantas de Tratamiento de Aguas servidas	PTAS Campamento Carrizalillo	422.767	6.885.430
		PTAS Planta Piloto	436.375	6.886.828
		PTAS Plataforma 165	447.111	6.881.920
		PTAS Truck Shop	447.511	6.882.611
		PTAS Refugio Mina	447.922	6.883.889
		Almacenamiento de ácido sulfúrico	Ubicación estanque 1	447.920
	Ubicación estanque 2		447.911	6.882.695
Sistema de conducción de aguas naturales en Quebrada Variante 2	Obra hidráulica	Inicio Instalación tubería	440.834	6.885.919
		Fin tubería	439.542	6.886.337

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### 1.4.3 Superficie del Proyecto

A continuación, la Tabla 1-3 presenta las superficies de las obras del Proyecto, las cuales se ubican dentro de las áreas que han sido aprobadas ambientalmente mediante las RCA N° 013/2010, y RCA N° 057/2014 correspondientes a 1.895 has<sup>14</sup> 45,97 has<sup>15</sup>, respectivamente.

**Tabla 1-3: Superficies de las obras del Proyecto**

Obra	Partes		Superficie (ha)
Depósito de lamas La Brea	Ajustes operacionales	Asociado al depósito de lamas	135,52
	Reubicación del Sistema de recuperación y recirculación de aguas infiltradas del depósito	Reubicación de pozos de recuperación de aguas infiltradas	0,056
Instalaciones de apoyo a Faena minera Caserones	Área Campamento	Campamento Carrizalillo (construcción y operación)	5,03
	Plantas de Tratamiento de Aguas servidas	Campamento Carrizalillo	0,49
		Planta Piloto	0,049
		Plataforma 165	0,094
		Truck Shop	0,122
		Refugio Mina	0,009
		Almacenamiento de ácido sulfúrico	Ubicación estanque 1
	Ubicación estanque 2		0,02
Construcción del Sistema de conducción de aguas naturales en quebrada Variante 2	Obra hidráulica	Tubería	2,35
<b>Total</b>			<b>143,90</b>

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### 1.4.4 Caminos de Acceso al Proyecto

El camino de acceso al Proyecto es el mismo que se utiliza actualmente para acceder a la Faena Minera Caserones, eso es a través de la ruta C-535. En efecto, el acceso desde la ciudad de Copiapó es por la ruta C-33, tomando a la altura de Cerrillos la ruta C-350 (ex rutas C-35 y C-453) en dirección Sureste hasta la localidad de Juntas del Potro, y luego, se accede por la ruta C-535 en dirección Noreste por aproximadamente 4 Km, hasta el punto control de acceso a la Faena Minera Caserones (ver Figura 1-3). Desde la Ruta 5 se debe acceder por la ruta C-411 hasta la ruta C-33, para luego continuar por el camino indicado.

<sup>14</sup> Ver Sección II.5 de la RCA N° 013/ 2010.

<sup>15</sup> Ver Sección 3.1.3 de la RCA N° 057/2014.



**Figura 1-3: Camino de acceso al Proyecto**

Fuente: Elaboración propia, 2020

### 1.4.5 Justificación de la Localización del Proyecto

Atendido que el objetivo del presente Proyecto es adecuar la operación actual de la Faena Minera Caserones, su localización está determinada por el emplazamiento actual de sus instalaciones (Figura 1-1).

## 1.5 Descripción del Caso Base

Con la finalidad de dar mejor entendimiento a las modificaciones, ajustes y regularizaciones que se plantean en el presente Proyecto, se realizará a continuación, la descripción del Caso Base, situación que considera todas aquellas instalaciones, partes, acciones y obras que ya han sido objeto de evaluación ambiental por parte de la autoridad, entendiéndose todas ellas como ambientalmente aprobadas.

En ese contexto, el Caso Base para el presente proyecto, considera todo aquello que fue aprobado mediante RCA N° 013/2010 del EIA “Proyecto Caserones” (Proyecto Original) y RCA N° 057/2014 de la DIA “Actualización Mina Caserones” (incluyendo también los actos administrativos que complementan dichas resoluciones) y que fuese materia de modificaciones en el presente Proyecto.

El Proyecto Caserones (Proyecto Original), aprobado por la RCA N° 013/2010, considera la producción de concentrado de cobre, cátodos de cobre y concentrado de molibdeno, como resultado de la explotación a rajo abierto del yacimiento ubicado en el entorno del cerro Caserones. Las reservas de este yacimiento incluyen mineral oxidado y sulfurado, con las que se estima una vida útil de esta operación hasta el año 2037, considerando los ritmos de explotación proyectados. En este contexto, la faena minera incluye instalaciones en las que se desarrollan los procesos de lixiviación de los minerales oxidados, mixtos y sulfuros de baja ley, para posteriormente recuperar el cobre disuelto en una Planta de Extracción por Solventes y Electro-obtención (planta SX-EW), donde se obtienen cátodos de cobre, que son transportados por camiones hasta su punto de embarque y/o comercialización. Por su parte, el mineral sulfurado es chancado para luego ser procesado en una planta concentradora, generando concentrado de cobre y concentrado de molibdeno, los que son filtrados y enviados por camiones hasta su punto de embarque y/o comercialización. La planta concentradora procesaría entre 80 y 90 ktpd<sup>16</sup> promedio anual durante los primeros cuatro años y, en el quinto año, se ampliaría la capacidad a 125 ktpd promedio anual. Al respecto, se precisa que la capacidad de la Planta Concentradora no será ampliada a 125 ktpd y que ésta actualmente cuenta con una capacidad nominal para procesar 105 ktpd de mineral.

Por su parte, el material estéril (lastre) extraído desde el rajo es transportado hacia el Depósito de Lastre, mientras que los relaves resultantes del proceso de flotación en la planta concentradora son transportados y dispuestos en dos depósitos: Depósito de Arenas (relaves gruesos) y Depósito de lamas La Brea (relaves finos).

El Proyecto Caserones consideró depositar separadamente la fracción gruesa del relave (arenas) y la fracción fina del relave (lamas). Las arenas son depositadas en un depósito ubicado abajo de la planta concentradora, en la Quebrada Caserones; y las lamas son transportadas mediante un lamaducto hacia la Quebrada La Brea, donde se consideró que serían nuevamente espesadas a partir del año quinto de operación de la planta concentradora, para luego ser depositadas en el embalse de lamas espesadas (Depósito de lamas La Brea). El agua recuperada sería recirculada a la planta concentradora. Los productos de este proceso, concentrado de cobre y concentrado de molibdeno, son filtrados y tienen autorización ambiental para ser enviados en camiones hasta su punto de embarque y/o comercialización, cualquiera sea esta.

---

<sup>16</sup> ktpd: miles de toneladas por día.

Las cantidades de producción que se estimaron para el Proyecto Caserones, y que fueron autorizadas por la RCA N° 013/2010 se indican en la Tabla 1-4.

**Tabla 1-4: Producción Aprobada ambientalmente “Proyecto Caserones”**

Producción	Unidad	Período	Total Acumulado *	Promedio Anual *
Concentrado de cobre	kt secas	2012-37	9.280	357
Concentrado de molibdeno	t secas	2012-37	150.058	5.771
Cobre en concentrado	Kt Cu fino	2012-37	3.185	123
Molibdeno fino	t Mo fino	2012-37	75.029	2.886
Cátodos de Cu (planta SW-EW)	Kt Cu fino	2011-33	400	17

Nota: (\*) El Total Acumulado y el Promedio Anual corresponden a valores esperados al final de la vida útil del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia con base en RCA N° 013/2010.

A continuación, se realizará una descripción de las instalaciones que forman el Caso Base, y que serán objeto de modificaciones en el presente Proyecto.

### 1.5.1 Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea

El Proyecto Caserones (proyecto original) aprobado por RCA N°013/2010 no contempló en su diseño la construcción y habilitación de pozos de recuperación de infiltraciones aguas abajo del Depósito de Lamas La Brea.

En relación con el sistema de control de filtraciones del depósito de lamas, el proyecto original consideró que las aguas que puedan infiltrarse del depósito de lamas serían colectadas por un sistema de drenes del muro, una zanja cortafugas y un sistema de pozos de bombeo aguas abajo de ésta. Las aguas colectadas por este sistema serían conducidas a una piscina para desde allí bombearlas hasta la piscina de agua recuperada del área procesos, para su reutilización. En la Figura 1-4, se presenta un esquema con el sistema de control de infiltraciones, aprobado en el EIA Caserones.



**Figura 1-4: Sistema de control de infiltraciones.**

Fuente: MLCC, 2020

## 1.5.2 Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones

### 1.5.2.1 Área Campamento

A continuación, se describen los campamentos de construcción y operación de acuerdo con lo aprobado en la RCA N° 013/2010:

- **Campamento de construcción:** Este campamento tuvo capacidad para 4.000 personas, en una superficie estimada de 55.480 m<sup>2</sup>, ubicado en el fundo Carrizalillo Grande. Las instalaciones que conforman este campamento contaban con edificios de dormitorios, áreas de recreación, administración y servicios, un centro de salud, un casino y estacionamientos. Este campamento sería desmantelado, quedando urbanizado para albergar durante la fase de operación a equipos de contratistas que realizarían faenas puntuales de mantenimiento. Adicionalmente, la RCA N° 013/2010 (ver Tabla II.46 de la mencionada RCA), indicó el uso eventual del campamento de construcción para la fase de operación, entregando una dotación estimada de 1.000 trabajadores como máximo.
- **Campamento de operación:** Este campamento también se ubica en el fundo Carrizalillo Grande y tendría capacidad para albergar a 1.500 personas, en una superficie estimada de 21.130 m<sup>2</sup>.

### 1.5.2.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

El Proyecto Caserones fue aprobado ambientalmente para la fase de operación considerando seis (6) Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) para tratar un caudal máximo de 221,8 m<sup>3</sup>/día. En la Tabla 1-5 se presenta el nombre de cada una y sus parámetros de diseño.

**Tabla 1-5: Plantas de tratamiento aprobadas por RCA N° 013/2010 para la fase de operación**

Área	Dotación (l/hab/día)	Personas	Caudal máximo a tratar (m <sup>3</sup> /día)
Mina	30	100	2,4
Procesos	30	1.000	24
Disposición de lamas	30	80	1,9
Campamento de construcción (uso eventual)	120	1.000	96
Campamento de operación	120	1.000	96
Control de acceso	30	60	1,5
<b>Total</b>			<b>221,8</b>

Fuente: Elaboración propia con base en RCA N° 013/2010.

La autorización ambiental consideró que las aguas tratadas debían cumplir la norma de riego (NCh1.333) con una DBO máxima de 35 mg/l, y que podían ser utilizadas en la humectación de caminos internos de la Faena Minera Caserones. Asimismo, autorizó que los lodos producidos por las PTAS fueran dispuestos en el relleno sanitario ubicado al interior de la misma Faena Minera, y aprobado ambientalmente por la RCA N° 013/2010.

### 1.5.2.3 Almacenamiento de Ácido Sulfúrico

La RCA N° 013/2010 aprobó para el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino, un almacenamiento de ácido sulfúrico en un estanque de acero al carbono con una capacidad de 300 m<sup>3</sup>, en tanto que para el área de la planta de molibdeno se aprobó el almacenamiento de ácido sulfúrico en un estanque de 25 m<sup>3</sup> de capacidad. Cada estanque considera un pretil contenedor de derrames de 110% de la capacidad del estanque. El abastecimiento de los estanques se realiza por descarga de camiones. El área de recepción de ácido tiene las siguientes características:

- Múltiple de recepción (*manifold*) de ácido y cañería hacia estanques, con conexiones a válvulas de descarga de camiones (descarga por gravedad).
- Canaleta de captación (goteos o derrames) rellena de material inerte, con pozo de neutralización.
- Depósito de cal para neutralizar eventuales derrames.
- Ducha de emergencia.

Para todas las líneas de ácido sulfúrico, las cañerías se instalaron en zanja recubierta con HDPE. En caso de fuga, el ácido se canaliza hacia cámaras colectoras de derrames.

El consumo de ácido sulfúrico aprobado por RCA N°013/2010 corresponde a 49.304 t/anales (2.182 m<sup>3</sup>/mes) en promedio y 85.515 t/anales (3.806 m<sup>3</sup>/mes) como máximo a utilizar.

### 1.5.2.4 Grupos Generadores Eléctricos

La RCA N°013/2010 aprobó la operación de grupos generadores eléctricos ante la eventualidad de una caída del SEN. Estos grupos están ubicados en el Campamento de Operación y junto a la Subestación Principal. El primero posee una potencia de 2.000 kW (2 MW) y el segundo de 7.500 kW (7,5 MW).

### 1.5.3 Depósito de Lamas La Brea

Las lamas que corresponden a la fracción fina del relave tienen autorización ambiental para ser espesadas a una concentración de sólidos en el rango de 55 a 60%, y transportadas en forma gravitacional mediante un lamaducto para ser dispuestas en un depósito ubicado en el sector de quebrada La Brea, denominado "Depósito de Lamas La Brea". El detalle de la configuración aprobada del depósito se muestra en el ANEXO 1-C, Apéndice III.1.

El flujo másico máximo de lamas autorizado es de 3.200 t/h. Además, la autorización considera que en el año 5 de operación se incorporen 3 espesadores en el sector de la cola del depósito para espesar las lamas a una concentración de sólidos entre 60 a 68%, con el objeto de aumentar la pendiente de depositación. Los parámetros operacionales aprobados para el Depósito de Lamas La Brea, se indican en la Tabla 1-6.

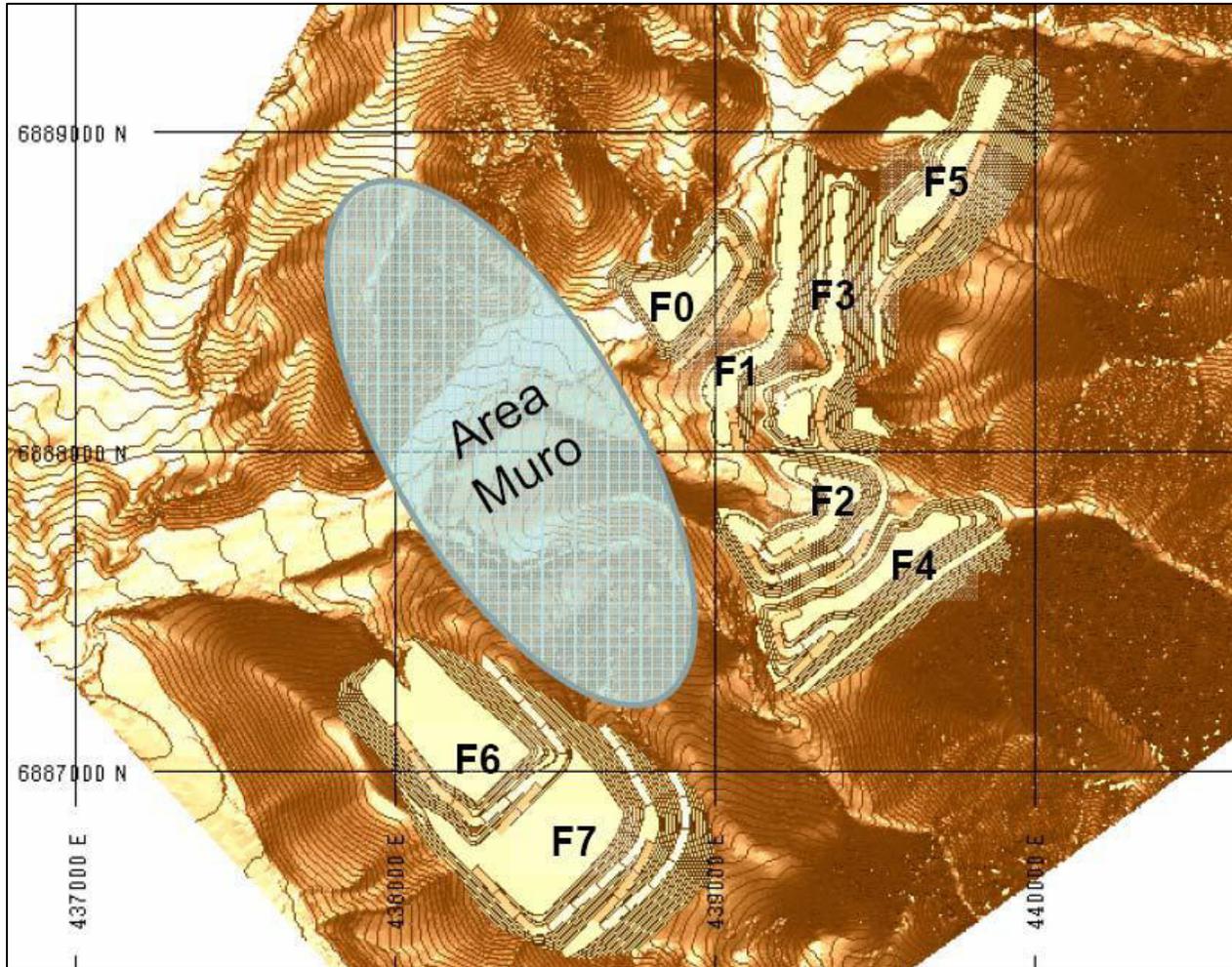
**Tabla 1-6: Parámetros operacionales del Depósito de Lamas La Brea**

Parámetro	Unidad	Cantidad
Capacidad total	Mt	500
Pendiente de depositación	%	2,25
Superficie máxima de cubeta del depósito	Km <sup>2</sup>	4,4
Volumen de muro	Mm <sup>3</sup>	118,3
Altura del muro	m	255
Ancho de coronamiento de muro	m	50
Largo del muro	m	2.450
Revancha mínima	m	5
Concentración de sólidos de diseño	%	55 - 60 primeros 5 años 60 - 68% a partir del quinto año

Fuente: Elaboración propia en base en RCA N° 013/2010.

El muro del Depósito de lamas La Brea, autorizado con una altura de 255 m, ancho de coronamiento de 50 m, largo de 2.450,5 m y una revancha mínima de 5 m, está constituido por material de empréstito el cual considera un crecimiento aguas abajo con empinamiento de talud con membrana impermeabilizante aguas arriba.

El material de empréstito para la construcción del muro se obtiene de canteras ubicadas aledañas a éste y que fueron aprobadas en el marco de la RCA N° 013/2010, las ubicaciones de éstas se presentan en la Figura 1-5.



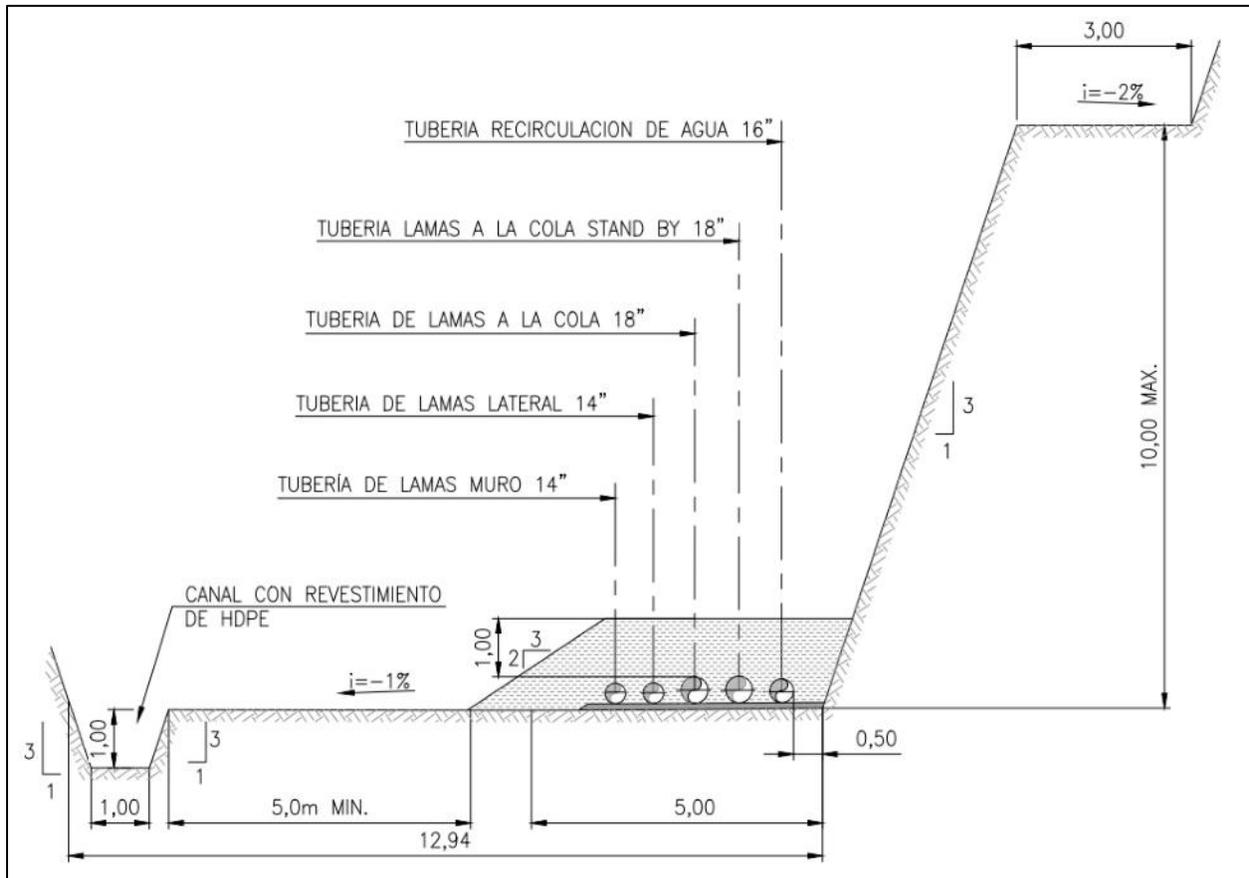
**Figura 1-5: Ubicación de Canteras aprobadas mediante RCA N° 013/2010**

Fuente: EIA Proyecto Caserones – Descripción de Proyecto. Gestión Ambiental Consultores, 2008.

En relación con el trazado del lamaducto y la cañería de aguas recuperadas (ANEXO 1-C, Apéndice III.2) fue modificado mediante la RCA N° 057/2014 que aprobó DIA “Actualización Mina Caserones”. En efecto consideró el reemplazo de la canaleta al interior del túnel por un ducto de HDPE de 800 mm dispuesto sobre el piso del túnel; y el cambio en la materialidad del cajón de entrada al túnel (proyectado originalmente de concreto, reemplazado por un cajón metálico manteniendo las dimensiones iniciales), y se eliminó el cajón de salida del túnel. Con ello las líneas de distribución de lamas descargan gravitacionalmente hacia los distintos puntos del depósito: a la cola, lateral y al muro. Junto a estas cuatro tuberías se aprobó también una tubería de recirculación de agua (Ver Figura 1-6).

La tubería de recirculación de agua tiene como punto de inicio la estación de bombeo Booster N°2 desde la cual se impulsa el caudal de diseño de agua recuperada del depósito de lamas. La conducción de agua recuperada cuenta con indicadores de presión de lectura remota y flujómetros magnéticos, los cuales permiten monitorear el

sistema de recuperación de agua en línea por los operadores de la sala de control ubicados en la planta y de esta manera detectar fugas o roturas en línea.



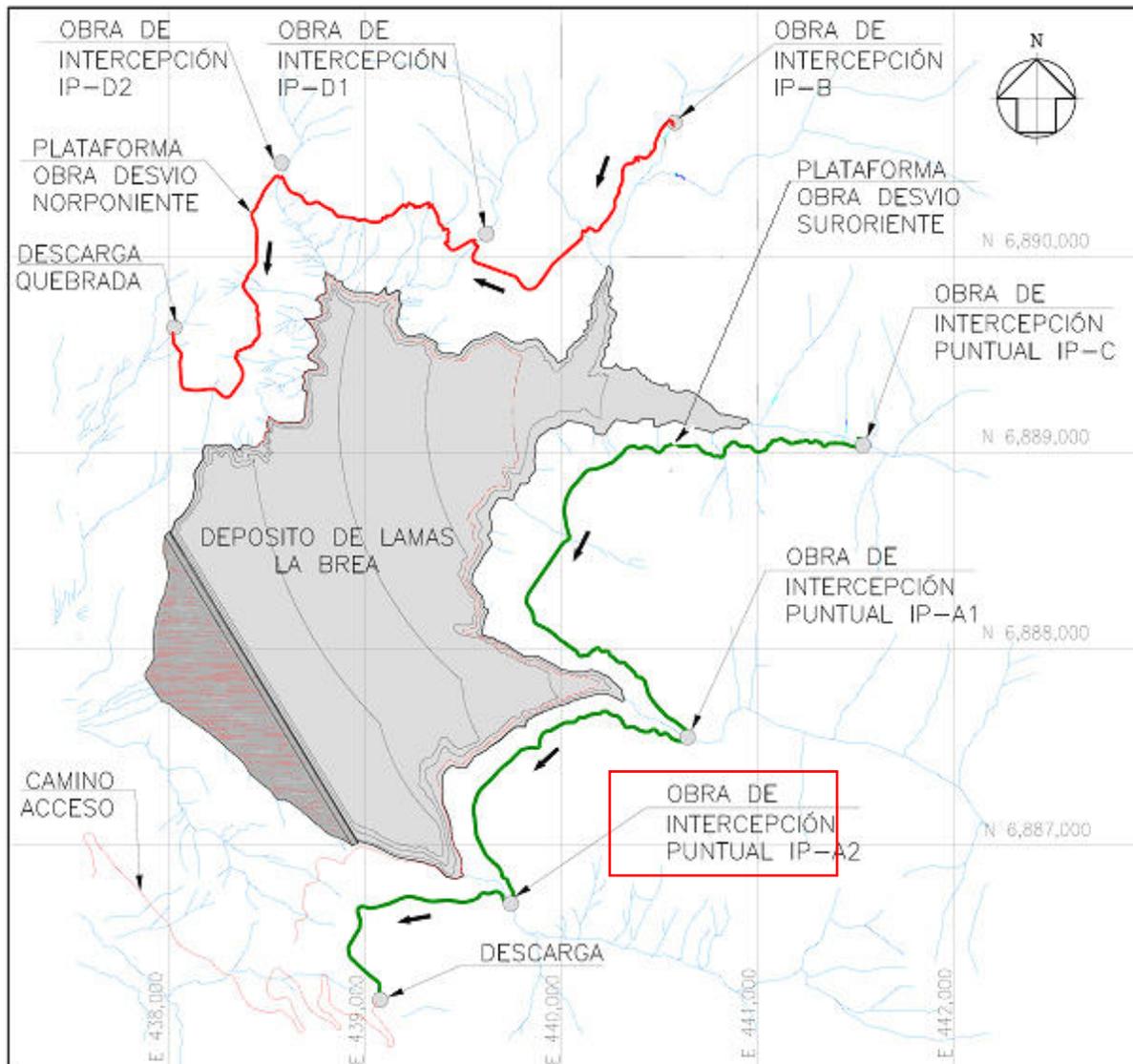
**Figura 1-6: Tubería de lama y recirculación de agua**

Fuente: Adenda N°1. DIA "Actualización Proyecto Caserones". Gestión Ambiental Consultores, 2013.

### 1.5.4 Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2

A continuación, se describen los aspectos aprobados por las RCA N° 013/2010 y RCA N° 057/2014 que están involucrados con el Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2.

Para el manejo de las aguas lluvias que naturalmente escurren por las laderas afluentes al Depósito de Lamas La Brea, se aprobó la instalación de interceptores (tipo bocatomas) ubicados en las principales quebradas afluentes al depósito y tuberías por el contorno del mismo encargadas de conducir las aguas lluvias captadas. Estos interceptores, se aprecian en la Figura 1-7 donde se destaca la ubicación del denominado IP-A2.



**Figura 1-7: Obra de Captación y desvío de aguas naturales en Depósito de lamas La Brea**

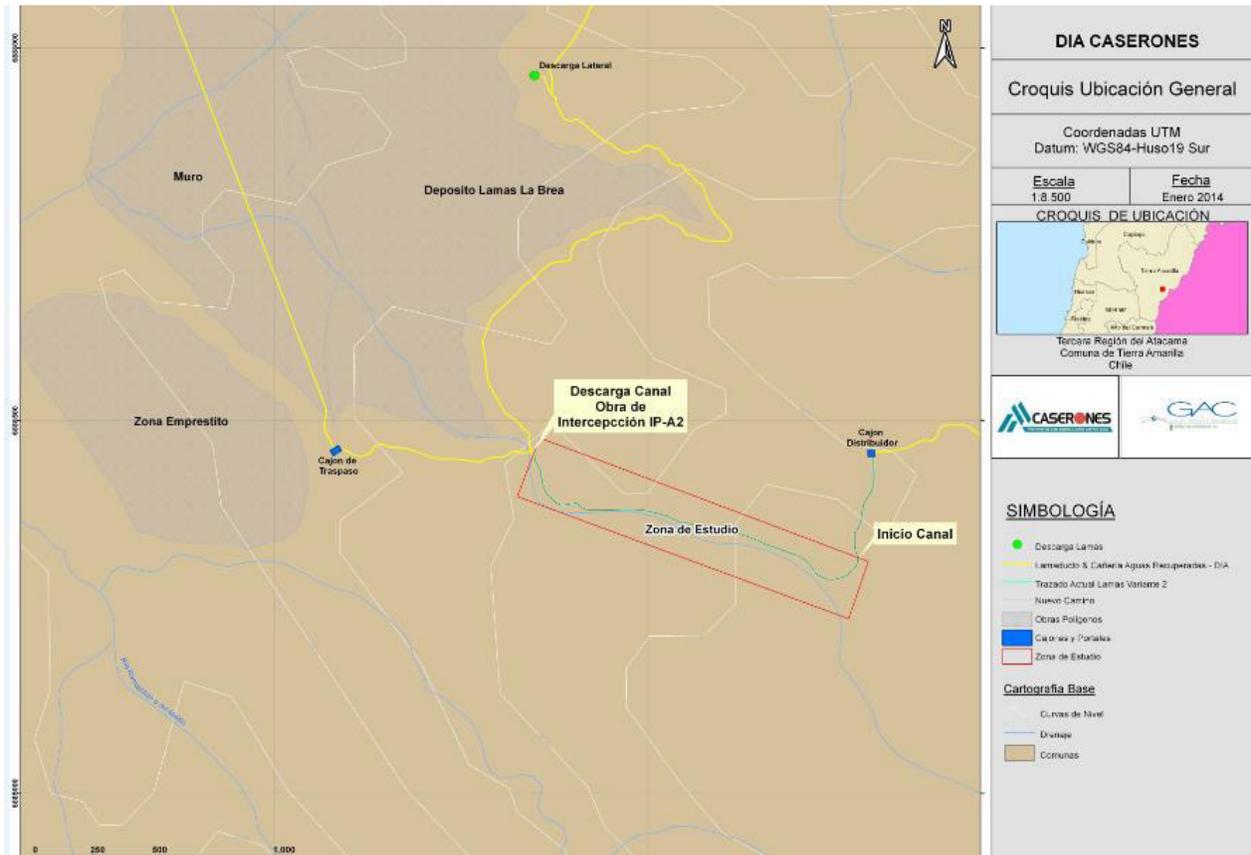
Fuente: Obras interceptoras de aguas naturales La Brea (Memoria de cálculo N°3689-6640-OC-MEC-015).

Ingeniería de detalles áreas de relaves y aguas recuperadas Caserones. Arcadis, 2012.

Los permisos asociados al Depósito de lamas La Brea y su sistema de desvío de aguas lluvias (incluido el interceptor IP-A2), fueron otorgados por la Dirección General de Aguas (DGA) mediante la Resolución N° 1.728/2014.

Mediante la RCA N° 57/2014 se aprobó la construcción de un canal de desvío ubicado en la quebrada afluente al Depósito La Brea, específicamente al interceptor denominado IP-A2. El objetivo de esta obra era conducir el escurrimiento eventual de la quebrada donde se emplazaría el sistema de conducción de lamas, conformado por cuatro tuberías más la tubería de conducción de agua recirculada. En la figura siguiente se visualiza la sección transversal de dicho cauce y las obras existentes en él, aprobadas por la Resolución antes indicada.

El canal de desvío se extiende en un tramo de 1,5 km aproximadamente, desde el inicio de la quebrada hasta la obra IP-A2 (Figura 1-8). Tiene una sección trapezoidal de 1 m de base, taludes 3:1 (V:H) y una profundidad mínima de enterramiento de 0,8 m, excavado en el terreno natural y revestido en HDPE como se observa en la Figura 1-6. Considera un caudal de diseño de 0,285 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 1-8: Ubicación del canal de aguas naturales en Variante 2**

Fuente: Anexo 11 Adenda 1 DIA Actualización Mina Caserones. Gestión Ambiental Consultores, 2013.

En el año 2016, a propósito de evitar la ocurrencia de bloqueo por piedras o derrumbes en el canal o bien, roturas de su revestimiento, se propuso confinar el caudal natural en una tubería enterrada a un metro de profundidad. Esta modificación fue ingresada al SEA a través de una Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA denominada "Modificación de Proyecto Caserones", la cual fue resuelta por el SEA Región de Atacama mediante Resolución Exenta N°059/201617, indicando que, de acuerdo con los resultados de la Consulta de Pertinencia de Ingreso, la modificación no constituía un cambio de consideración; por tanto, no requería ingresar al SEIA.

De acuerdo con la consulta de pertinencia ingresada, la tubería de HDPE, tendría un diámetro de 630 mm en toda la extensión de la quebrada, equivalente a 1,5 km y se emplazaría en el canal existente sobre una cama de arena

<sup>17</sup> Resolución disponible en [www.pertinencia.sea.gob.cl](http://www.pertinencia.sea.gob.cl)

y con cobertura de relleno estructural. El entubamiento del canal consideraba además la construcción de obras de intercepción puntual de alta montaña en los ejes de tres quebradas afluentes (Q1, Q2 y Q3).

La tubería pretendía conducir el escurrimiento eventual de las aguas lluvias de las tres quebradas aportantes, diseñada para un caudal de 0,237 metros cúbicos por segundo, considerando un periodo de retorno de 100 años, sin embargo, la construcción no se concretó debido a que, en fases posteriores de desarrollo de ingeniería, el caudal de diseño aumentó por variaciones en las estimaciones hidrológicas.

## 1.6 Modificaciones Propuestas en el Presente Proyecto

En esta sección se describen aquellas modificaciones que el presente Proyecto pretende introducir a la Faena Minera Caserones, actualmente en operación bajo las autorizaciones ambientales obtenidas mediante la RCA N° 013/2010, que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental del “Proyecto Caserones”, y la RCA N° 057/2014, que aprobó la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto “Actualización Mina Caserones”.

Para una mejor comprensión, y tal como se ha indicado anteriormente, se establece que las modificaciones que el presente Proyecto somete a evaluación ambiental se refieren a tres grupos: el primero de ellos, considera aquellas partes y obras ya construidas que deben ser regularizadas debido a que no fueron consideradas en el proyecto original aprobado, es decir, que no están amparadas en una RCA; el segundo corresponde a aquellas partes, obras o acciones, que sí fueron incluidas en el diseño y permisos vigentes (amparadas en las RCA N° 013/2010 o RCA N° 057/2014), pero que han sido construidas o desarrolladas con algunas variaciones con respecto a las consideraciones aprobadas ambientalmente; y por otra parte, un tercer grupo de modificaciones que considera aquellas obras, partes y acciones nuevas o que complementen una instalación ambientalmente autorizada y que se ejecutarán luego de obtener la calificación favorable del presente Proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la Tabla 1-7 presenta una síntesis de las modificaciones que se someten a evaluación en el presente EIA, con las cuales se actualizan los considerandos de la RCA N° 013/2010 y RCA N° 057/2014, especificados en la misma tabla.

La descripción de cada una de las modificaciones señaladas se detallará en las secciones siguientes del presente capítulo.

**Tabla 1-7: Modificaciones Propuestas en el presente Proyecto**

Partes y acciones	RCA / Res. Exentas	Caso Base (Sección 1.5)	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
<b>MODIFICACIONES EJECUTADAS QUE REQUIEREN SER REGULARIZADAS</b>			
<b>Obra: Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea</b>			
Potencia- miento del Sistema control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea	RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.7-c2)</u>	<p>La RCA N°013 indicó que el Proyecto contempla un sistema de control de infiltraciones para interceptar las aguas que puedan infiltrarse a través del material de fundación del muro del depósito de lamas La Brea:</p> <p>“Al pie del talud de aguas arriba del muro, se dispone una zanja cortafuga e inyecciones, cuyo objeto es controlar las filtraciones que se produzcan principalmente al inicio de la operación del embalse, cuando se forme una laguna en contacto con el muro. Aguas abajo del pie del muro se considera otra zanja cortafuga con inyecciones, que permiten interceptar las filtraciones que no hayan sido captadas por el sistema de drenaje y que son recirculadas a la piscina<sup>18</sup>. Adicionalmente, aguas abajo de este sistema se disponen pozos que permiten monitorear la existencia y calidad de aguas. <u>Aguas debajo de los pozos de monitoreo se construirán pozos con sistemas de bombeo, que actuarán como una segunda cortina de control de filtraciones, recirculándolas a la piscina, en caso de que su calidad sea inferior a la histórica.</u>”</p> <p>Se consideró cinco pozos de bombeo en el plan de remediación de la quebrada La Brea (pozos de remediación).</p>	<p><b>Regularización:</b></p> <p><u>La configuración de la zanja cortafugas y los 5 pozos de remediación no entregó el resultado previsto, por lo cual se consideró el potenciamiento del sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, con 14 pozos, denominados “pozos de recuperación”, para recuperar un mayor volumen de infiltraciones, de manera de contener su flujo a través del sistema subterráneo, minimizando los impactos ambientales consecuentes en la calidad del agua subterránea.</u></p> <p>La operación de estos 14 pozos no fue considerada en el diseño original del Proyecto Caserones. El presente Proyecto que se somete a evaluación ambiental propone la regularización de los 14 pozos de recuperación en el SEIA, considerando mantener su operación como parte del sistema de control de infiltraciones de Depósito de Lamas La Brea.</p> <p>De esta manera, el sistema potenciado de control de infiltraciones está conformado por el sistema de drenaje basal del muro del depósito de lamas, la zanja cortafugas, el sistema de pozo de bombeo (14 pozos de recuperación y 05 pozos de remediación), que en conjunto permitirán captar las infiltraciones y devolverlas al área de proceso a través del sistema de agua recuperada.</p>

<sup>18</sup> Cabe señalar que, si bien en la RCA N° 013/2010 se describieron dos zanjas cortafugas con inyecciones (como se cita en el considerando II.7 c2), en la información presentada en la respuesta 5.11 de la sección 6 de la Adenda 2 y en la respuesta 4.1 de la sección 5 de la Adenda 3 del EIA del Proyecto Caserones se consideró la construcción de solo una zanja cortafugas ubicada aguas abajo de la piscina de filtraciones, conforme contemplaba el desarrollo de la ingeniería del Proyecto Caserones. Esta conceptualización del diseño fue mantenida luego de concluidos los estudios hidrogeológicos complementarios que mandató la RCA N° 013/2010 a través de sus considerandos 11.b y 12.5, los cuales sirvieron de base para la ingeniería de detalle de la zanja cortafugas.

Partes y acciones	RCA / Res. Exentas	Caso Base (Sección 1.5)	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
<b>MODIFICACIONES EJECUTADAS QUE REQUIEREN SER ACTUALIZADAS</b>			
<b>Obra: Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones</b>			
Campa- mento	RCA N° 013/2010 <u>Considerando 4.2):</u>	La RCA N°013 señala que se considera 1.500 trabajadores para la fase de operación	<b><u>Actualización:</u></b> Se ha incrementado la mano de obra en 500 trabajadores adicionales durante la fase de operación, llegando a un total de 2.000 trabajadores permanentes.
Campa- mento	<u>Considerando II.4) RCA N° 013/2010:</u>	La RCA N°013 señala que el campamento de operación se ubicará en el fundo Carrizalillo Grande en una superficie estimada de 21.130 m <sup>2</sup> y tendría capacidad para albergar a 1.500 personas.	<b><u>Actualización:</u></b> Actualmente, el campamento se ubica en el fundo Carrizalillo Grande a 1,5 km más al Sur respecto de la ubicación considerada en el proyecto original. La superficie es menor a la autorizada, y corresponde de 16.700 m <sup>2</sup> (1,67 ha). Además, el campamento de operación tiene una capacidad para albergar un total de 2.000 trabajadores (500 adicionales a lo que fue indicado en la RCA N° 013/2010), haciendo uso de instalaciones urbanizadas remanentes del campamento de construcción, que fue desmantelado parcialmente conforme fue establecido en la RCA N° 013/2010.
Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS)	RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.7, g.1)</u>	La RCA N°013 consideró seis PTAS para la fase de operación, con un caudal máximo a tratar de 221,8 m <sup>3</sup> /día.	<b><u>Actualización:</u></b> Para la fase de operación, se han construido seis PTAS que se distribuyen en áreas levemente distintas a las que fueron indicadas en la RCA N° 13/2010 y brindan una solución sanitaria integral con capacidad de tratamiento del caudal máximo estimado total de generación de aguas servidas, de 360 m <sup>3</sup> /día.

Partes y acciones	RCA / Res. Exentas	Caso Base (Sección 1.5)	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
Capacidad de almacenamiento de ácido sulfúrico	RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.7)</u>	La RCA N°013 consideró 1 estanque con capacidad de almacenamiento de 300 m <sup>3</sup> para el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino.	<b><u>Actualización:</u></b> Se aumentó la capacidad del estanque existente en 45 m <sup>3</sup> , y se incorporó un estanque adicional de 345 m <sup>3</sup> de capacidad, ambos ubicados en el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino.
Grupos generadores eléctricos	RCA N° 013/2010 <u>Considerando VI.2):</u>	Durante la fase de operación, se consideró grupos generadores de energía eléctrica tanto en el campamento de operación con 2 MW, como en la subestación principal (área procesos) con 7,5 MW, que en conjunto generarían 9,5 MW de potencia total. Estos generadores serían utilizados como respaldo en caso de caída del SEN.	<b><u>Actualización:</u></b> En distintos sectores de la faena, se han incorporado nuevos grupos generadores de emergencia, adicionando 12 MW a la potencia total aprobada por RCA. Estos generadores son utilizados como respaldo en caso de caída del SEN o como respaldo ante problemas de transmisión interna.
<b>MODIFICACIONES POR EJECUTAR</b>			
<b>Obra: Depósito de Lamas La Brea</b>			
Ajustes Operacionales	RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.3 a) y II.6 i)</u>	La RCA N°013, indicaba que, a partir del quinto año de operación de la planta concentradora, se dispondría de 3 espesadores adicionales en el sector de la cola del embalse de lamas La Brea. Se precisó que estos equipos se requerirían para asegurar los índices de recuperación de agua que se	<b><u>Modificación:</u></b> En la presente modificación se prescinde de la construcción de los espesadores adicionales, puesto que las lamas depositadas en el Depósito de Lamas La Brea, luego del proceso de consolidación, están mostrando la concentración de sólidos esperada en torno a 68%, de

Partes y acciones	RCA / Res. Exentas	Caso Base (Sección 1.5)	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
		<p>verían afectados al incrementarse el área de la cubeta en el embalse de lamas y los caudales de relaves a depositar una vez que se amplíe la capacidad de la Planta Concentradora en el año 5 de su operación.</p>	<p>forma natural. Además, se aclara que la capacidad de la Planta Concentradora no será ampliada a 125 ktpd y que ésta actualmente cuenta con una capacidad nominal para procesar 105 ktpd de mineral.</p>
Ajustes Operacionales	<p>RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.2b)</u></p>	<p>Los relaves de flotación serán clasificados en arenas y lamas mediante hidrociclones. La fracción fina será espesada y transportada en forma gravitacional a la quebrada La Brea, donde serán dispuestas en un embalse. La fracción gruesa, que representa entre el 40 y 60% de la masa de relave, se transportará gravitacionalmente a un depósito ubicado en la parte baja de la Quebrada Caserones.</p>	<p><b>Modificación:</b> Los relaves de flotación serán clasificados en arenas y lamas mediante hidrociclones. La fracción fina será espesada y transportada en forma gravitacional a la quebrada La Brea, donde será dispuesta en el Depósito de Lamas La Brea. La capacidad total de este depósito se incrementa a 577 Mt para permitir un manejo de la proporción de arenas y lamas que considere variables mineralógicas, operacionales y climáticas. La fracción gruesa se transportará gravitacionalmente a un depósito ubicado en la parte baja de la Quebrada Caserones.</p>
Ajustes Operacionales	<p>RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.3 b)</u></p>	<p>La RCA N°013 consideró para el Depósito de lamas La Brea las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad total: 500 Mt</li> <li>- Pendiente de depositación: 2,25 %</li> <li>- Volumen del muro: 118,3 Mm<sup>3</sup></li> <li>- Altura del muro: 255 m</li> </ul>	<p><b>Modificación:</b> Se consideran las siguientes modificaciones operacionales en el Depósito de lamas La Brea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar la capacidad total del depósito: 577,4 Mt</li> <li>- Cambiar la pendiente de depositación: 1,3 %</li> <li>- Aumentar el volumen del muro: 156,3 Mm<sup>3</sup></li> <li>- Aumentar la altura del muro: 288 m</li> </ul>
Ajustes Operacionales	<p>RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.8 d)</u></p>	<p>La RCA N°013 consideró que, para el Embalse de Lamas, en la fase de cierre, se debían generar actividades y obras orientadas al control, mitigación y neutralización, de drenaje ácido. Para ello la RCA estableció que se colocaría una cobertura de material granular de empréstito de 0,50 m de espesor en toda la superficie del embalse.</p>	<p><b>Modificación:</b> Para la fase de cierre del Proyecto, se considera prescindir de la cobertura de material granular, que no contribuirá a disminuir las infiltraciones desde el Depósito de Lamas La Brea, y se operará un sistema para el control de las infiltraciones del depósito.</p>

Partes y acciones	RCA / Res. Exentas	Caso Base (Sección 1.5)	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
Ajustes en el Sistema de Recuperación y Recirculación de Agua	RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.3c)</u>	<p>Respecto al Sistema de Recuperación y recirculación de Agua, la RCA N° 013 señaló que se implementará un sistema que permita recuperar el agua para recircularla al área de proceso. Se contempla un sistema que incluye un encauzamiento, una cámara aforadora, y una conducción en tubería hacia la sentina.</p> <p>El agua recuperada por el sistema de drenaje llega a una piscina de aprox. 7.300 m<sup>3</sup> ubicada al pie del muro (que considera el volumen de 24 hr de recolección de agua). Desde allí, son bombeadas hasta la piscina de agua recuperada del área de procesos.</p> <p>Para ello, se contará con una tubería que utiliza la misma plataforma que las tuberías que transportan las lamas, y con una segunda tubería desde el quinto año de operación de la concentradora. Este sistema contará con dos estaciones de bombeo.</p>	<p><b>Modificación:</b></p> <p>Debido al crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea que se propone en este Proyecto, algunos de los componentes del sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones deberán ser adaptados progresivamente, con la finalidad de asegurar su operación en el tiempo. Por ello, se reubicará el sistema de estaciones sentinas 2A y 3A, reubicar las obras de aforo de caudal en los drenes del muro (aforadores N°1 y N°2) y reubicar progresivamente algunos de los pozos de recuperación, en ubicaciones que no interfieran con la proyección de crecimiento del muro.</p>
Ajustes en el Sistema de Recuperación y Recirculación de Agua	RCA N° 013/2010 <u>Considerando II.7-c2)</u>	<p>Respecto al Sistema de Recuperación y Recirculación de Agua, la RCA N° 013 señala:</p> <p>Al pie del talud de aguas arriba del muro, se dispone una zanja cortafuga e inyecciones, cuyo objeto es controlar las filtraciones que se produzcan principalmente al inicio de la operación del embalse, cuando se forme una laguna en contacto con el muro.</p> <p>Aguas abajo del pie del muro se considera otra zanja cortafuga con inyecciones, que permiten interceptar las filtraciones que no hayan sido captadas por el sistema de drenaje y que son recirculadas a la piscina. Adicionalmente, aguas abajo de este sistema se disponen pozos que permiten monitorear la existencia y calidad de aguas. Aguas debajo de los pozos de monitoreo se construirán pozos con sistemas de bombeo, que actuarán como una segunda cortina de control de filtraciones,</p>	<p><b>Modificación:</b></p> <p>Para potenciar la barrera hidráulica, se incorporaron 14 pozos, denominados “pozos de recuperación”, para interceptar y extraer el flujo de las infiltraciones provenientes del depósito de lamas.</p>

Partes y acciones	RCA / Res. Exentas	Caso Base (Sección 1.5)	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
		recirculándolas a la piscina, en caso de que su calidad sea inferior a la histórica.	
<b>Obra: Sistema de conducción de aguas naturales en quebrada Variante 2</b>			
Entubamiento de aguas naturales quebrada Variante 2	<u>RCA N° 057/2014</u> <u>Considerando 3.2.3)</u>	<p>En relación con el canal que conducirá las aguas lluvias (ubicado al costado del transporte de lamas y agua recuperada) está revestido en HDPE y está siendo construido para un período de retorno de 100 años, por lo cual los niveles de energía que se producirán en años normales serán siempre menores a los de diseño, en consecuencia, cualquier evento con probabilidad de ocurrencia mayor al 1% no provocará daños en la conducción. Las altas pendientes o régimen de torrente permitirán que el canal sea autolimpiante, por lo tanto, no existirá embancamiento que pueda modificar la geometría del canal y por ende las alturas de escurrimiento. Además, se considera realizar mantenciones del canal previo a la época de lluvias y luego de una crecida importante, para remover los sólidos de mayor tamaño al interior de éste. Por otra parte, el canal de aguas lluvias está siendo construido con las pendientes del cauce natural, el que descarga a la obra de intercepción IP-A2 (ya aprobado ambientalmente) que corresponde a una bocatoma de alta montaña con rejillas de captación y sedimentador (en el plano del Anexo 11 del Adenda 1 se presenta croquis con la ubicación de las obras).</p>	<p><b>Modificación:</b></p> <p>Se considera reemplazar el canal de conducción de aguas naturales por un sistema entubado y soterrado, denominado Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2, el que está diseñado para conducir flujos superiores a 2 m<sup>3</sup>/seg. Con ello, se elimina el canal revestido y de este modo se evita el potencial ingreso de lamas hacia el sistema de desvío y conducción de aguas naturales, en caso de producirse contingencias en el lamaducto.</p>

Partes y acciones	RCA / Res. Exentas	Caso Base (Sección 1.5)	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
<b>Otras modificaciones específicas a la RCA N° 013/2010</b>			
N.A.	<u>RCA N° 013/2010</u> <u>Considerando 12.12</u>	Dada la gran cantidad de información de seguimiento ambiental que generará el proyecto producto de las características del mismo, el titular deberá contemplar durante toda su vida útil, una Auditoría Ambiental Independiente que permita apoyar el seguimiento y fiscalización de la presente RCA de manera permanente contratada de acuerdo a los Términos de Referencia que entregará la Autoridad Ambiental.	El cambio propuesto <sup>19</sup> consiste en suspender la actividad de auditoría ambiental independiente, considerando la existencia, desde el año 2012, de la Superintendencia del Medio Ambiente, cuyas facultades y atribuciones de fiscalización (artículo 3° letra a) de su Ley Orgánica) corresponden precisamente a los objetivos perseguidos por la mencionada actividad de auditoría. La SMA es un órgano especialmente diseñado para “ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental”; motivo por el cual ha dictado diversos instructivos que obligan a los titulares en materia de fiscalización.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

<sup>19</sup> Lo señalado es consistente con lo instruido por la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), mediante OF. ORD. N° 131673 de 25 de octubre de 2013, que “Imparte Instrucciones sobre Seguimiento Ambiental, Auditorías Ambientales Independientes y otras situaciones posteriores a la calificación de proyectos”, en cuanto dispone que **para los proyectos actualmente en evaluación el SEA deberá abstenerse de exigir una Auditoría Ambiental Independiente**, así como deberá solicitar al Comité Técnico que se abstenga también en dicho sentido.  
 A mayor abundamiento, el mismo instructivo reconoce que “(...) la figura de la AAI se convirtió en una práctica habitual **para subsanar la deficiencia de la fiscalización de proyectos durante la existencia de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). Tal deficiencia se ve hoy superada por la Ley N° 20.417 la que entre otras cosas, crea la Superintendencia del Medio Ambiente como organismo cuya principal competencia es la fiscalización y sanción en caso de incumplimientos a los instrumentos de gestión ambiental**”. Adicionalmente se indica que “(...) atendida la creación de una entidad como la Superintendencia del Medio Ambiente, sus facultades de fiscalización y la posibilidad de obligar a los titulares de proyectos a someterse a programas de evaluación y certificación de conformidad de las Resoluciones de Calificación Ambiental, la permanencia de la práctica de exigir Auditorías Ambientales independientes no encuentra justificación razonable, puesto que estas ya no cumplen el propósito para la cual fueron creadas”.

## 1.7 Descripción de las Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto

En esta sección se describen cada una de las modificaciones a realizar por el Proyecto considerando lo establecido en la RCA N° 013/2010 y RCA N° 057/2014, así como también aquellas partes acciones y obras que se deben regularizar y/o actualizar.

### 1.7.1 Regularización de Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea

A partir del inicio de la operación de la planta concentradora en mayo de 2014, y la consecuente disposición de relaves en el Depósito de Lamas La Brea, se empezó a registrar un aumento en las concentraciones de sulfatos, asociado también al incremento de valores de conductividad eléctrica (CE) y sólidos disueltos totales (SDT), en las aguas subterráneas de la Quebrada La Brea, aguas abajo del depósito. El incremento de las concentraciones de estos parámetros está asociado con las infiltraciones de agua contactada desde el Depósito de lamas La Brea que se presentaron en mayor magnitud a la esperada y prevista al inicio del proyecto.

El Proyecto Caserones, aprobado por la RCA 13/2010, consideró un sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones en la quebrada La Brea, asociado al depósito de lamas, que corresponde a un conjunto de obras que buscan manejar las potenciales infiltraciones que pudiesen percolar hacia el sistema acuífero infrayacente. Como se ha indicado anteriormente en la descripción del “Caso Base”, dentro de las medidas de control de infiltraciones aprobadas, se consideró la construcción y operación de cinco pozos de remediación en la quebrada La Brea, cuyo objetivo consiste en extraer el agua subterránea alterada, pudiendo bombear agua natural como máximo en los caudales otorgados como derechos de aprovechamiento de aguas (DAA), que en el caso de la quebrada La Brea suman un caudal de 28 l/s<sup>20</sup>.

No obstante lo anterior, la operación del proyecto dio cuenta que la configuración de pozos establecida en el Plan de Monitoreo Robusto-Calidad<sup>21</sup> no fue suficiente para contener el flujo de infiltraciones y fue necesario operar una mayor cantidad de pozos para la extracción de agua subterránea alterada.

Ante esta situación no prevista, y debido a la necesidad de buscar las vías idóneas que permitieran proteger la calidad de los recursos hídricos aguas abajo de la quebrada La Brea, MLCC implementó medidas adicionales a las establecidas en la evaluación ambiental inicial del proyecto y sus posteriores validaciones ambientales y sectoriales. Una de estas medidas fue el potenciamiento del sistema de control de infiltraciones con 14 pozos para la recuperación de estas infiltraciones, de tal manera de contener su flujo a través del sistema subterráneo. Dichos pozos se han denominado como “pozos de recuperación” y se han identificado bajo la nomenclatura PRLB 1 al 14.

Las coordenadas de ubicación de los 14 pozos de recuperación que se plantea regularizar, se presentan en la Tabla 1-8 y su distribución en la quebrada La Brea, aguas abajo del depósito de lamas, se muestra en la Figura 1-9.

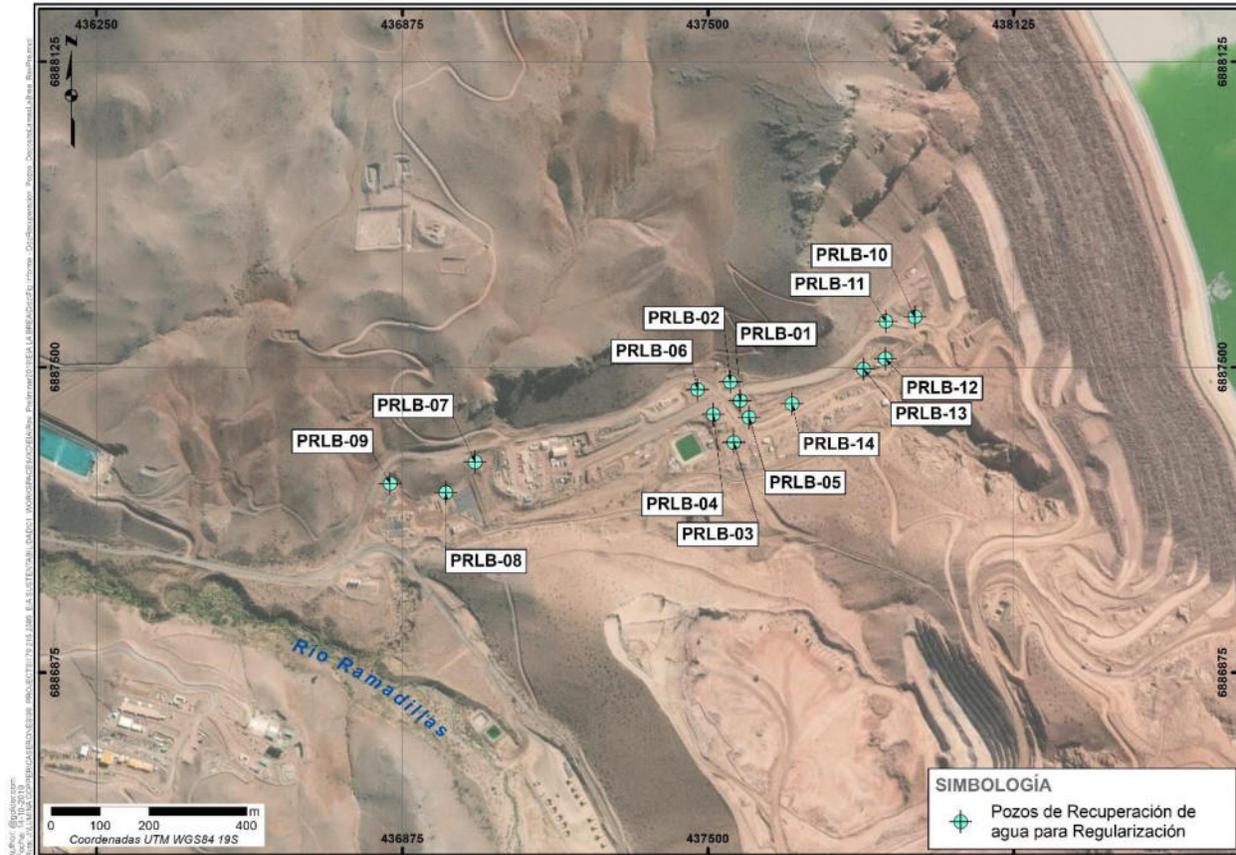
<sup>20</sup> El caudal de extracción de 28 L/s corresponde al caudal autorizado ambientalmente para el bombeo de los pozos de remediación de la quebrada La Brea, según se especifica en el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos, que fue validado por la Comisión Regional de Atacama, mediante Resolución Exenta N°064 del 07 de marzo de 2014.

<sup>21</sup> Con fecha 7 de marzo de 2014, mediante Resolución Exenta N° 064/2014, la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama valida el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos presentados por MLCC, previa conformidad con condiciones de la Dirección General de Agua (DGA) Región de Atacama, en cumplimiento de la prerrogativa contenida en el Considerando 12 numeral 09 Resolución Exenta N° 013/2010, que calificó ambientalmente favorable el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Caserones.

**Tabla 1-8: Coordenadas de Pozos de Recuperación - Sistema de Control de Infiltraciones Quebrada La Brea**

Pozo (*)	Coordenadas UTM WGS 84, H19S		Cota terreno (m.s.n.m.)	Año de Construcción	Año de Habilitación	Fecha inicio de bombeo
	Este (m)	Norte (m)				
PRLB-01	437.567	6.887.425	2.672,0	2015	2015	Oct-15
PRLB-02	437.540	6.887.474	2.669,4	2015	2015	Oct-15
PRLB-03	437.551	6.887.343	2.668,7	2015	2015	Sep-15
PRLB-04	437.514	6.887.403	2.668,4	2015	2015	Oct-15
PRLB-05	437.588	6.887.398	2.671,0	2015	2015	Oct-15
PRLB-06	437.479	6.887.453	2.666,4	2015	2015	Oct-15
PRLB-07	437.024	6.887.306	2.640,6	2015	2015	Ene-2016
PRLB-08	436.964	6.887.243	2.630,0	2015	2015	Ene-2016
PRLB-09	436.850	6.887.262	2.627,0	2015	2015	Ene-2016
PRLB-10	437.923	6.887.603	2.708,0	2016	2017	Sep-2017
PRLB-11	437.864	6.887.594	2.691,0	2016	2017	Jun-2017
PRLB-12	437.863	6.887.517	2.688,0	2016	2017	Jun-2017
PRLB-13	437.818	6.887.496	2.685,0	2016	2017	Jun-2017
PRLB-14	437.672	6.887.425	2.689,0	2016	2017	Jun-2017

Fuente: Elaboración propia, 2020.



**Figura 1-9: Localización de pozos de recuperación del Sistema de Control de Infiltraciones Depósito de lamas La Brea**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

De esta manera, el sistema potenciado de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea quedó conformado por un sistema de drenaje en la base del muro del depósito, una zanja cortafugas (ZCF) en la quebrada La Brea y un sistema de pozos de bombeo que comprende pozos de recuperación y pozos de remediación. Mayor detalle del sistema potenciado de control de infiltraciones se describe a continuación.

### **Sistema de drenaje**

Este sistema de recuperación corresponde a los drenes basales del muro del depósito de lamas La Brea, y tiene como finalidad captar y conducir las filtraciones de agua bajo la presa hacia la piscina de filtraciones ubicada al pie del muro (Sentina 1). La estructura del sistema de drenes se compone de ocho drenes laterales que tienen como función captar las aguas que se infiltran bajo el muro a través de las laderas y conducir las hasta el lecho de la quebrada; y dos drenes principales que se ubican en el fondo del valle y siguen el cauce principal de la quebrada La Brea, los cuales conducen el agua que reciben de los drenes laterales además de las aguas naturales que escurren desde aguas arriba por el fondo de la quebrada hacia la piscina de filtraciones (Sentina 1), ubicada aguas abajo. Cabe precisar que el sistema de drenes basales del Depósito de Lamas La Brea, no serán modificados por el Proyecto.

## Zanja cortafugas

La zanja cortafugas (ZCF) se ubica aguas abajo del depósito de lamas (aproximadamente 1 km aguas abajo del pie del muro), en el eje de Quebrada La Brea. Su operación comenzó en diciembre de 2014 y su objetivo corresponde a interceptar las infiltraciones que pudiesen no ser captadas por el sistema de drenes basales. La ZCF consiste en una excavación compuesta de material drenante, cuyo talud posterior se encuentra cubierto por una barrera geosintética que mantienen las infiltraciones captadas al interior de la zanja, para posteriormente ser bombeadas hacia la Sentina N°1. Desde esta sentina, las infiltraciones son dirigidas a la piscina de aguas recuperadas.

La ZCF capturó infiltraciones desde diciembre de 2014 hasta mediados del 2017; a partir del segundo semestre del 2017 la ZCF no registra caudales, debido al descenso de niveles de agua subterránea en el sector producto del bombeo realizado a través del sistema de pozos de bombeo.

## Sistema de pozos de bombeo

Los pozos de bombeo que forman parte del sistema de control de infiltraciones en la quebrada La Brea se diferencian en pozos de recuperación y pozos de remediación, según se describe a continuación:

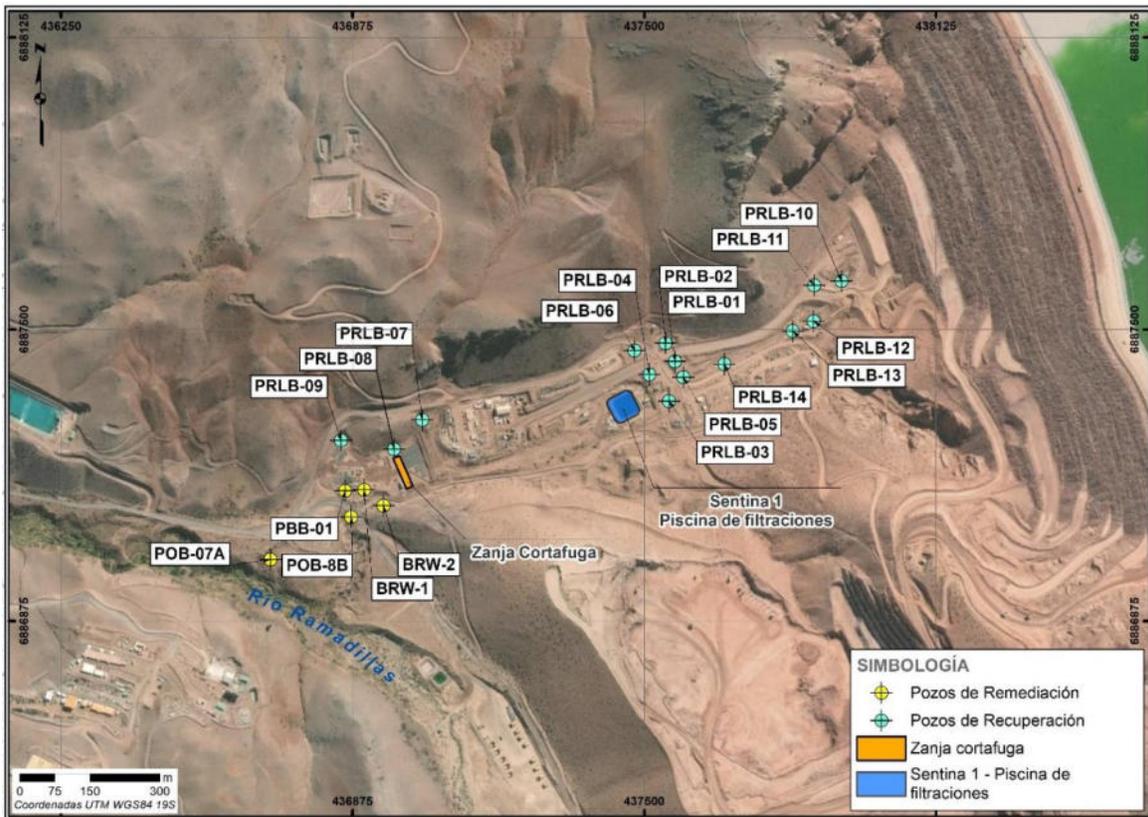
- **Pozos de recuperación:** Este subsistema se compone de los 14 pozos de bombeo (denominados con códigos PRLB 1 a 14) que se propone regularizar mediante el presente Proyecto, cuya función es interceptar las aguas infiltradas desde el depósito de lamas complementando el bombeo de los pozos de remediación. Las coordenadas de los pozos de recuperación y las fechas de inicio de los bombeos en cada pozo, se presentan en la Tabla 1-8.
- **Pozos de remediación:** Este subsistema inició sus operaciones entre noviembre y diciembre 2014 y corresponde a cinco pozos (BRW-01, BRW-02, POB-08B, PBB-01 y POB-07A) ubicados en el sector bajo de la quebrada La Brea, aguas abajo de la ZCF. Estos pozos fueron conceptualizados en el Proyecto Original aprobado por RCA N° 13/2010 con el objetivo de extraer el agua subterránea alterada proveniente desde el caudal pasante y que la ZCF no capturase, extrayendo como máximo los caudales otorgados como derechos de aprovechamiento de aguas en cada pozo, según fue establecido en el Plan de Monitoreo Robusto – Calidad del año 2015, el cual recibió pronunciamiento conforme de parte de la Dirección General de Aguas Región Atacama en mayo de 2016. En la Tabla 1-9 se presentan las coordenadas de ubicación de los pozos de remediación que forman parte del sistema de control de infiltraciones en quebrada La Brea.

**Tabla 1-9: Coordenadas de los Pozos de Remediación - Sistema de Control de Infiltraciones Quebrada La Brea.**

Pozo	Coordenadas UTM WGS 84, H19S	
	Este (m)	Norte (m)
BRW-1	436.900	6.887.156
BRW-2	436.941	6.887.122
PBB-01	436.856	6.887.154
POB-8B	436.872	6.887.098
POB-07 <sup>a</sup>	436.699	6.887.007

Fuente: Elaboración propia con base en Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad (2015) elaborado por MLCC.

En la Figura 1-10 se presenta la localización de la piscina de infiltraciones, zanja cortafugas y los pozos de remediación y recuperación del sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea.



**Figura 1-10: Localización de pozos de recuperación y remediación del Sistema de Control de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Los pozos de remediación, aprobados por la Resolución Exenta N°133/2014, comenzaron su extracción en noviembre de 2014, alcanzando 45 l/s a diciembre 2015. Desde enero 2016, se adicionaron 9 Pozos de recuperación (PRLB-01 a 09), alcanzando en abril 2017 caudales totales de ambos sistemas de 110 l/s. Desde mayo 2017, con el bombeo de los últimos 5 pozos (PRLB-10 al PRLB-14), el bombeo ha alcanzado un promedio del orden de 160 l/s. Del total bombeado, 110 l/s corresponden a los últimos 5 pozos, reduciendo a 50 l/s aproximadamente la extracción en los pozos ubicados aguas abajo. La ZCF dejó de capturar caudal en julio del año 2017 y algunos pozos de remediación y recuperación redujeron de manera importante su extracción, dada la operación de los últimos 5 pozos PRLB. El bombeo desde el sistema compuesto por los 19 pozos está sujeto a un caudal máximo de extracción de aguas naturales de 28 l/s. Se realiza un estudio isotópico cada año, en función del cual se establece un límite máximo de caudal a bombear para el conjunto de 19 pozos. Las campañas isotópicas se realizan durante los meses de enero y febrero de cada año para obtener sus resultados durante el primer semestre del año respectivo.

Como consecuencia de la operación del sistema de control de infiltraciones potenciado, que permitió incrementar la tasa de bombeo del sistema de pozos, desde el segundo semestre del año 2017 se registró una disminución del flujo subterráneo que descarga desde la quebrada La Brea hacia el sistema de flujo subterráneo del río Ramadillas y, por lo tanto, también una disminución en la concentración de sulfato en los pozos de monitoreo de eficiencia de remediación ubicados en la zona de confluencia de ambos sistemas subterráneos: PBB-07 ubicado en quebrada La Brea antes de la confluencia con el río Ramadillas, y POB-06B, ubicado en el sector de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Brea. En el pozo POB-06B, si bien las concentraciones de sulfatos han mostrado una tendencia descendente desde el último semestre de 2017, aún se han registrado por encima de las concentraciones registradas en el periodo de Línea de Base (LdB) o Pre-mina y del Umbral de Referencia Máximo (URM) determinado en el PMR-Calidad validado.

Cabe precisar, que con fecha 25 de octubre de 2019, MLCC ingresó a la Dirección General de Aguas (DGA), la solicitud de puntos alternativos de captación de derechos de agua, conforme a los criterios en la Circular N° 3 del 18 de octubre de 2018 de la DGA y el Artículo 46 del DS MOP N° 203/2018, que se ejercen en los cinco pozos de remediación: BRW-01, BRW-02, PBB-01, POB-08B y POB-07A.

Bajo este contexto, MLCC somete a evaluación ambiental la operación de los 14 pozos de recuperación, con el fin de regularizar su construcción y puesta en marcha, que fue realizada entre los años 2015 y 2017, y que permitirá lograr los objetivos ambientales originalmente propuestos por el Proyecto Caserones, los que no han podido ser alcanzados con las medidas contempladas en las autorizaciones ambientales obtenidas mediante RCA N° 013/2010 y PMR-Calidad validado.

En el Capítulo 4 de Predicción y Evaluación de Impactos del presente EIA se presenta una descripción del sistema subterráneo aguas abajo del depósito de lamas, en los sectores La Brea, Ramadillas y Pulido. En este se describen las alteraciones en el componente de calidad de agua subterránea que se registraron durante la operación del depósito, los cambios registrados a partir de la operación de los pozos de remediación y recuperación, así como las predicciones del comportamiento futuro considerando mantener la operación de los pozos de remediación y recuperación, que se han obtenido a partir de modelos numéricos de flujo y transporte que representan el funcionamiento del sistema hidrogeológico en el sector La Brea y Ramadillas.

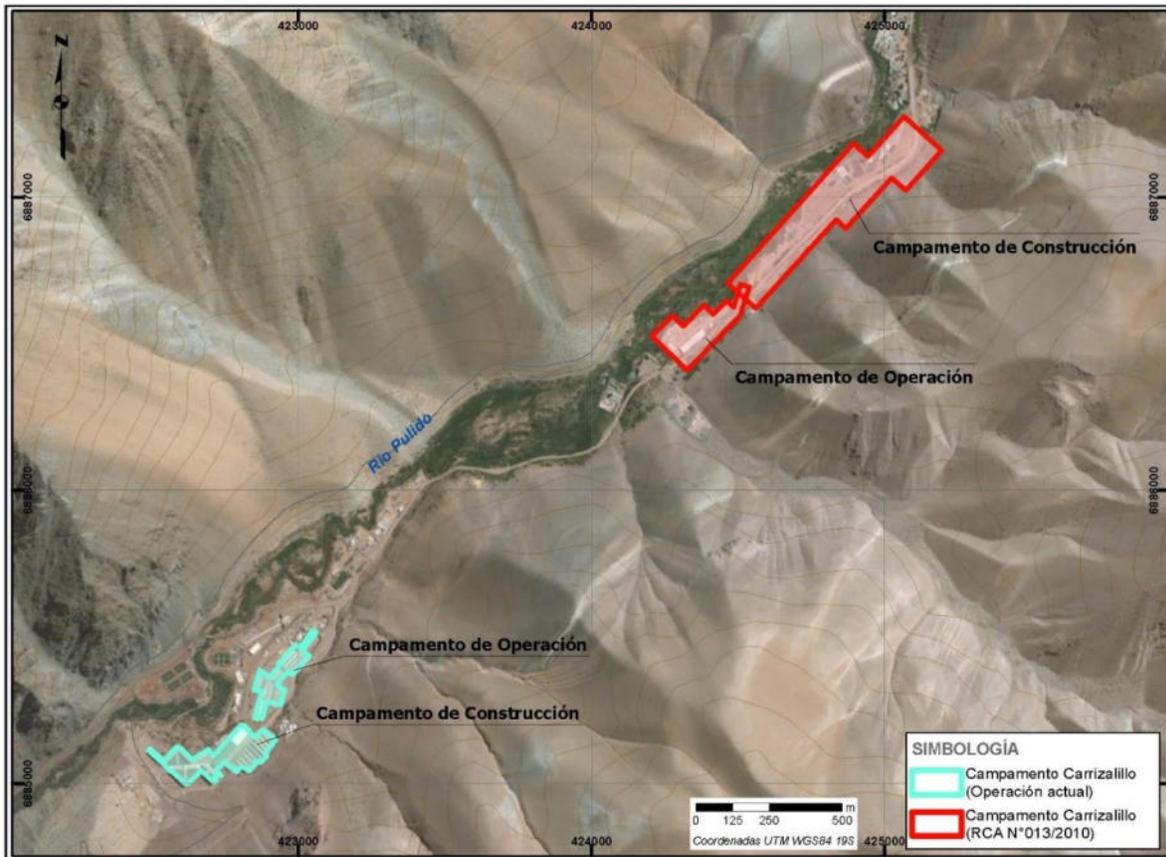
Además, MLCC plantea mejorar la eficiencia de extracción de infiltraciones en el sistema de pozos de remediación y recuperación, lo cual se encuentra descrito en el Capítulo 7 Plan de Mitigación, Reparación y Compensación del presente EIA.

## 1.7.2 Actualizaciones en Instalaciones de Apoyo

### 1.7.2.1 Área Campamento

Las modificaciones que se someten a evaluación mediante el presente EIA, consideran lo siguiente:

- Incremento de mano de obra: La mano de obra durante la fase de operación ha sido incrementada en 500 trabajadores adicionales, llegando a un total de 2.000 trabajadores permanentes.
- Actualización de la ubicación de los campamentos: Conforme fue indicado en la RCA N° 013/2010, el área de campamento se encuentra situada en el sector denominado Carrizalillo Grande, cercano a la ribera del río Pulido, sin embargo, los campamentos de construcción y operación que componen el área de Campamento Carrizalillo, fueron construidos a aproximadamente 1,5 km al suroeste de la ubicación que fue considerada en el proyecto original (pero dentro del área evaluada ambientalmente por la RCA N° 013/2010). Ocupando una superficie de 16.700 m<sup>2</sup> (1,67 ha), menor a la aprobada en la citada RCA (21.130 m<sup>2</sup>). Cabe señalar que MLCC cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo para esta área, mediante la Resolución Exenta N°033/2010 (ver ANEXO 1-B, Apéndice II). La Figura 1-11 presenta la ubicación del campamento que se consideró en el proyecto original y la ubicación donde fueron finalmente construidos los campamentos de construcción y operación.
- Ampliación del campamento de operación: Debido al incremento de trabajadores permanentes durante la etapa de operación, parte de las instalaciones que fueron urbanizadas del campamento de construcción han sido incorporadas al campamento de operación, lo que ha permitido incrementar la capacidad de albergue del campamento de operación en 500 trabajadores adicionales, para alcanzar una capacidad total para albergar 2.000 trabajadores de manera permanente. Por su parte, el campamento de construcción permite albergar, durante la fase de operación, a equipos de contratistas que realizan faenas puntuales de mantenimiento con una capacidad de 1.000 trabajadores, tal como fue indicado en la RCA N° 013/2010.



**Figura 1-11: Ubicación del Campamento Carrizalillo y ubicación según el proyecto original (EIA 2010)**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

### 1.7.2.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

Otra de las modificaciones a las instalaciones de apoyo de la faena Minera Caserones, tiene relación con la actualización del sistema de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) aprobado mediante la RCA N° 013/2010. En primer lugar, se actualiza la ubicación de las seis PTAS aprobadas, debido a que fueron construidas en áreas levemente distintas a las que fueron indicadas en la RCA N°013/2010, pero en áreas evaluadas ambientalmente. En segundo lugar, se actualiza la estimación del caudal máximo de generación de aguas servidas a tratar en la faena, que ha sido considerado para el diseño de las PTAS y permite brindar una solución sanitaria integral para el total de trabajadores de la faena.

Según se ha indicado en la Sección 1.7.2.1, la cantidad de trabajadores permanentes durante la etapa de operación se ha incrementado en 500 trabajadores adicionales permanentes con relación a los que fueron estimados en el proyecto original, alcanzando un total máximo actual de 2.000 trabajadores permanentes. Adicionalmente, tal como fue considerado en la RCA N° 013/2010, durante la fase de operación se realizan faenas puntuales de mantenimiento, para las cuales se requieren equipos de contratistas con un máximo de 1.000 trabajadores, de manera eventual.

En tal sentido, considerando una dotación para consumo de agua de 150 l/hab-día, un coeficiente de recuperación de 0,8 y el número máximo conservador de 3.000 trabajadores en faena durante periodos eventuales de mantenimiento, se estima un caudal máximo de generación de aguas servidas a tratar en la faena, de 360 m<sup>3</sup>/día durante la fase de operación.

El presente Proyecto contempla actualizar los parámetros con los que fueron diseñadas las PTAS, lo que ha permitido brindar una solución sanitaria integral para tratar el caudal máximo estimado de aguas servidas y considera la distribución de la dotación para consumo de agua en los distintos sectores de la faena, de manera similar a la forma en que fue estimado en el EIA del proyecto original y precisado en la RCA N° 013/2010 (ver Sección 1.5.2.2).

En la Tabla 1-10 se presenta el resumen de las modificaciones asociadas a las PTAS.

**Tabla 1-10: Estimación actualizada de generación de aguas servidas para la fase de operación de la Faena Minera Caserones <sup>a</sup>**

N°	Área	Dotación (l/hab/día) <sup>b</sup>	Personas	Coeficiente de Recuperación	Caudal máximo a tratar (m <sup>3</sup> /día)
1	Refugio Mina	30	340	0,8	8,16
2	Truck Shop <sup>c</sup>	30	200	0,8	4,8
3	Plataforma 165 <sup>c</sup>	30	780	0,8	18,72
4	Planta Piloto	30	480	0,8	11,52
5 y 6	Campamento Carrizalillo <sup>d</sup>	132	3.000	0,8	316,8
<b>Total</b>					<b>360</b>

Nota:

<sup>a</sup>: Se considera un escenario conservador del máximo de 3.000 trabajadores en faena, que incluye 2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores eventuales durante mantenciones.

<sup>b</sup>: Se considera una dotación de 30 L/s por trabajador en el área industrial

<sup>c</sup>: Las PTAS Truck Shop y Plataforma 165 se ubican en el área de procesos de la Faena Minera Caserones.

<sup>d</sup>: En el Campamento Carrizalillo (campamentos de construcción y operación) se han implementado dos PTAS.

Fuente: Elaboración propia.

Los efluentes de las PTAS cumplen con la NCH 1.333, y serán utilizados para humectación de caminos al interior de la Faena Minera Caserones, y se sumará también la opción de utilizarlas en el riego de las plantaciones y en el proceso industrial (concentradora y, en menor medida, electro obtención).

Los lodos generados por las PTAS serán retirados por camiones y dispuestos en lugares autorizados, y/o serán tratados y estabilizados por un sistema propio, para posterior traslado a relleno sanitario de Faena Caserones (autorizado mediante RCA N° 013/2010).

Para mayores antecedentes, ver Anexo 10-A del Capítulo 10 del presente EIA, referido al Permiso Ambiental Sectorial (PAS) 126 del D.S. N°40/12 del MMA "Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de toda instalación diseñada para el manejo de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas".

### 1.7.2.3 Almacenamiento de Ácido Sulfúrico

La modificación que se somete a evaluación consiste en la actualización de la capacidad de almacenamiento de ácido sulfúrico, con el propósito de contar con disponibilidad durante la temporada invernal, especialmente durante eventos climáticos extremos. El proyecto original contempló instalar un (1) estanque de 300 m<sup>3</sup> para el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino. Sin embargo, en esta área se instaló un estanque con capacidad de 345 m<sup>3</sup>, que corresponde a la capacidad de fabricación estándar de este tipo de estanques y, además, fue necesario incorporar un (1) estanque adicional cuya capacidad también es de 345 m<sup>3</sup>, el cual se ubica contiguo al otro estanque, totalizando un almacenamiento de 690 m<sup>3</sup> de ácido sulfúrico en el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino.

Ambos estanques se encuentran operativos y cuentan con pretil de contención de derrames con capacidad superior al 110%. Si bien el volumen de almacenamiento de ácido sulfúrico es mayor a la considerada en la RCA N° 013/2010, las actividades de operación de Faena Minera Caserones corresponden a las mismas consideradas en el EIA "Proyecto Caserones" y, por tanto, no se considera aumentar el consumo aprobado en la referida RCA N° 013/2010, correspondiente a 49.304 t/anales en promedio y 85.515 ton/anales como máximo a utilizar. El área de recepción de ácido sulfúrico posee las siguientes características:

- Área para recepcionar camiones con piso impermeable.
- Múltiple de recepción (manifold) de ácido y cañería hacia estanques, con conexiones a válvulas de descarga de camiones (descarga por gravedad).
- Canaleta de captación (goteos o derrames) rellena de material inerte, con pozo de neutralización.
- Depósito de cal para neutralizar eventuales derrames.
- Ducha de emergencia.

### 1.7.2.4 Grupos Generadores Eléctricos

La modificación que se somete a evaluación corresponde a la incorporación de 12.000 kW (12 MW) de capacidad instalada adicional a la que fue estimada en el proyecto original (9,5 MW), a través de generadores eléctricos que han sido instalados en distintos puntos de la faena minera, que complementan los grupos generadores eléctricos de respaldo ante la eventualidad de una falla en la alimentación desde el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) o como respaldo ante problemas de transmisión interna. La incorporación de estos grupos generadores eléctricos adicionales ha permitido alcanzar una capacidad instalada total en grupos generadores eléctricos de emergencia de 21.500 kW (21,5 MW) en toda la faena.

## 1.7.3 Modificaciones en el Diseño y Operación del Depósito de Lamas La Brea

### Ajustes Operacionales en el Depósito de Lamas

El Depósito de Lamas La Brea corresponde a un embalse de relaves que se ubica en la parte baja de la quebrada del mismo nombre, cubriendo aproximadamente desde la confluencia de las quebradas La Escarcha y La Brea, hasta aproximadamente un kilómetro aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Brea en el río Ramadillas. Respecto al muro del embalse, este es construido mediante el método aguas abajo y está constituido principalmente por material de empréstito extraído desde canteras cercanas.

Durante la operación del Depósito de Lamas La Brea se han producido desviaciones respecto al diseño presentado del Proyecto Original, debido principalmente a las siguientes razones:

- El Proyecto original consideró que los relaves de flotación serían clasificados en arenas y lamas mediante hidrociclones, donde la fracción gruesa representaría entre un 40 y 60% de la masa de relaves, transportada gravitacionalmente a un depósito ubicado en la parte baja de la Quebrada Caserones. Desde el inicio de la operación de la línea de procesamiento de sulfuros, la tasa de generación de arenas ha sido menor que la proyectada y, por consecuencia, se ha generado un mayor volumen de lamas con respecto a lo que fue estimado en el proyecto original, que han sido depositadas en el Depósito de Lamas La Brea. Esta condición operacional origina la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento total de lamas en el depósito de lamas La Brea.
- Por lo anterior, un mayor porcentaje de relaves continuará siendo depositado en el depósito de lamas ubicado en la Quebrada La Brea, requiriéndose por lo tanto una mayor capacidad de almacenamiento para este depósito. Adicionalmente, se ha evidenciado que no será posible alcanzar la pendiente final de depositación de lamas proyectada (2,25%), disminuyendo a 1,3%.
- Estas dos condiciones en conjunto (mayor cantidad de lamas a embalsar y menor pendiente de depositación) hacen que se requiera aumentar el muro del depósito en 33 m adicionales.
- Por otro lado, el proyecto original contempló que, durante los primeros cinco años de operación, la concentración de sólidos (Cp) de las lamas sería de 55-60% (en promedio mensual) luego de ser espesadas en el área de procesos y que en el año 5 de operación serían instalados tres espesadores adicionales, con el objetivo de aumentar la concentración de sólidos a 60-68%. En la presente modificación se prescinde de la construcción de estos espesadores adicionales, puesto que las lamas depositadas, luego del proceso de consolidación, están mostrando una concentración de sólidos en torno a 68% (Cp), lo que por el momento hace innecesaria una acción adicional de espesamiento como la inicialmente contemplada. Así, durante la vida útil del proyecto, la concentración de sólidos en las lamas (Cp) que serán depositadas, se mantendrá en el rango de 55-60% (en promedio mensual) a lo largo de la vida útil del Proyecto, luego de ser espesadas en el área de procesos.
- Finalmente, también funda la necesidad de ajustar el diseño y la operación del Depósito de Lamas La Brea, en que las unidades geológicas subyacentes al área del depósito de lamas han presentado mayores permeabilidades con respecto a lo que fue estimado en el Proyecto Original, razón por la cual se ha generado un mayor volumen de infiltración hacia el subsuelo en comparación a las predicciones realizadas inicialmente.

Bajo este contexto, el Proyecto contempla realizar modificaciones en el diseño y operación del Depósito de Lamas La Brea. Algunas de estas modificaciones permitirán dar cumplimiento a ciertas acciones comprometidas en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento (versión refundido) presentado por MLCC en noviembre de 2019 a la SMA, específicamente, en respuesta al Cargo N°3 formulado en el proceso administrativo sancionatorio Rol N° D-018-2019.

Para ello se requiere hacer una serie de ajustes a los parámetros operacionales que se detallan a continuación:

- Incrementar la capacidad de almacenamiento de lamas en el Depósito de lamas La Brea de 500 Mt a 577 Mt sin aumentar la superficie máxima de la cubeta de 4,4 km<sup>2</sup> aprobada por la RCA N° 013/2010.

- Mantener la concentración porcentual en peso (Cp) de los sólidos en la fracción fina del relave (lamas) en el rango de 55-60% (en promedio mensual) para toda la vida útil del proyecto, medida luego de ser espesadas en el área de procesos. Este rango de Cp de las lamas espesadas permite que, luego del proceso de consolidación, las lamas depositadas presenten una concentración de sólidos (Cp) en torno a 68% de forma natural, que constituye el valor objetivo establecido en el Proyecto Original, sin necesidad de realizar un espesamiento adicional. Esta condición permite también que, en la presente modificación, se prescindiera de la construcción de los tres espesadores adicionales que fueron considerados en el Proyecto Original, a partir del año 5 de la operación de la planta concentradora.
- Disminuir la pendiente final de depositación de 2,25 % a 1,3%.
- Incrementar la altura del muro en 33 m llegando a una altura final de 288 m, e incrementar el volumen del muro de 118,3 Mm<sup>3</sup> a 156,3 Mm<sup>3</sup>, debido a la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento y la menor pendiente de depositación de las lamas (Ver Figura 1-12). Con lo anterior, se incorporan dos fases adicionales (fase 15 y 16) al programa de crecimiento del muro autorizado mediante la RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018.

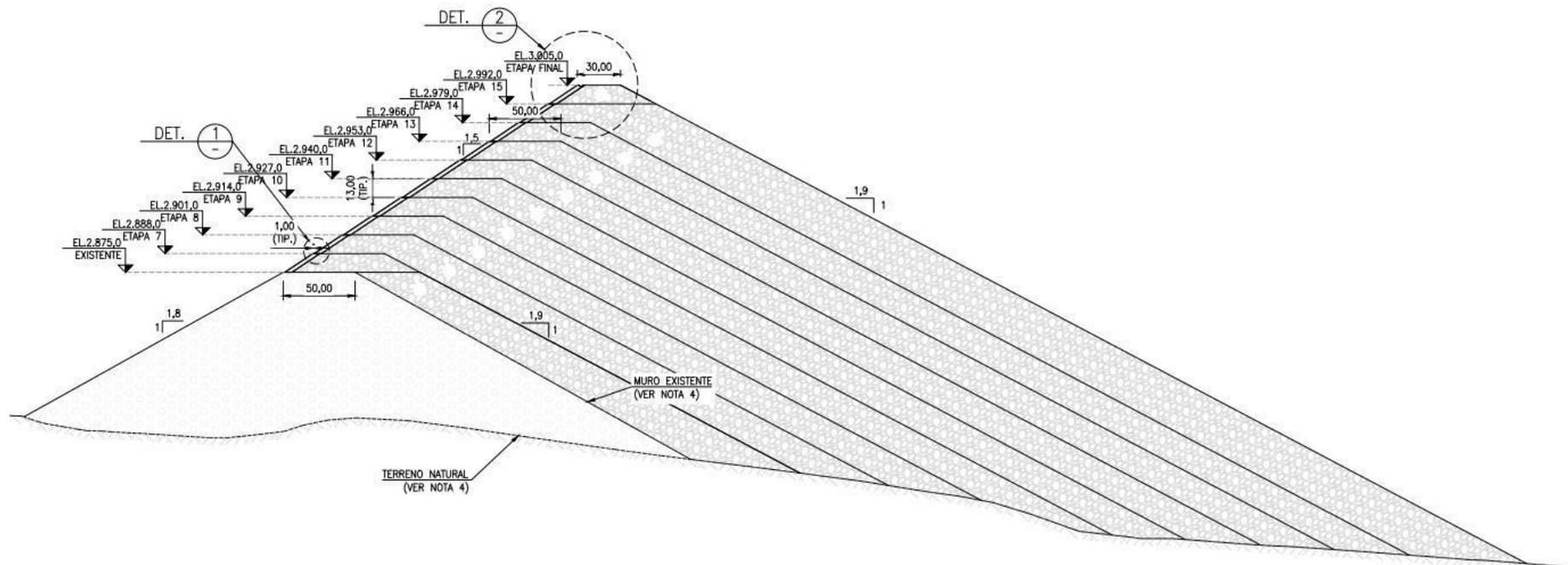
Con respecto al crecimiento del muro, se considera la ejecución de 16 etapas constructivas para alcanzar su cota de coronamiento final (3.005 m.s.n.m.). La Tabla 1-11 presenta los parámetros operacionales que se requiere modificar respecto de lo aprobado en la RCA N° 013/2010. El plano con el detalle de estas obras se presenta en el ANEXO 1-C, Apéndice IV.

**Tabla 1-11: Ajustes operacionales en el Depósito de Lamas La Brea**

Parámetro	Unidad	Cantidad Modificada
Capacidad total	Mt	577,4
Pendiente final de depositación	%	1,3
Superficie máxima de cubeta del depósito (no se modifica)	km <sup>2</sup>	4,4
Volumen de muro	Mm <sup>3</sup>	156,3
Altura del muro	m	288
Ancho de coronamiento	m	50 (mínimo)
Ancho de coronamiento muro etapa final	m	30
Concentración de sólidos de diseño - concentración en peso (Cp)	%	55 - 60

Fuente: Elaboración propia con base en Ingeniería para EIA Depósito de lamas La Brea Caserones. Arcadis, 2018.

En la Figura 1-12 presenta una sección transversal del muro con las alturas proyectadas en las distintas etapas de su crecimiento.



**Figura 1-12: Sección transversal del muro y respectivas etapas de crecimiento**

Fuente: Ingeniería para EIA Depósito de lamas La Brea Caserones. Arcadis, 2018.

Por otro lado, se mantendrá la laguna de clarificación con un volumen igual o inferior a 900.000 m<sup>3</sup>, que corresponde al volumen máximo aprobado sectorialmente<sup>22</sup>.

### Ajustes en el Sistema de Recuperación y Recirculación de Agua del Depósito de Lamas

El sistema de recuperación y recirculación de agua del Depósito de Lamas La Brea comprende lo siguiente:

- Sistema de recuperación de agua contactada desde la cubeta (específicamente, desde la laguna de aguas claras). Este sistema considera bombas en balsas, con impulsión hacia la estación Booster 2. Este sistema no es modificado en este Proyecto.
- Sistema de control de infiltraciones, conformado por un sistema de drenes basales en el muro, una zanja cortafugas y un sistema de pozos de bombeo compuesto a su vez por cinco (5) pozos de remediación y 14 pozos de recuperación (ver detalle en Sección 1.7.1). Cinco (5) pozos de recuperación existentes del sistema de control de infiltraciones deberán ser reubicados como consecuencia del crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea, lo cual es desarrollado en el Plan de Mitigación del presente Proyecto, que se presenta en el Capítulo 7 – Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación.
- Sistema de recirculación de las aguas contactadas recuperadas desde la cubeta y en el sistema de control de infiltraciones. Debido al crecimiento del muro del depósito de lamas que se propone en este Proyecto, algunos de los componentes del sistema de recirculación de infiltraciones deberán ser adaptados progresivamente, con la finalidad de asegurar su operación en el tiempo. Por ello, se contempla reubicar el sistema de estaciones sentinas 2A y 3A, y reubicar las obras de aforo de caudal en los drenes del muro (aforadores N°1 y N°2).

El sistema de transporte de aguas infiltradas recuperadas, será reubicado tal como se presenta en el Apéndice IV, del ANEXO 1-C.

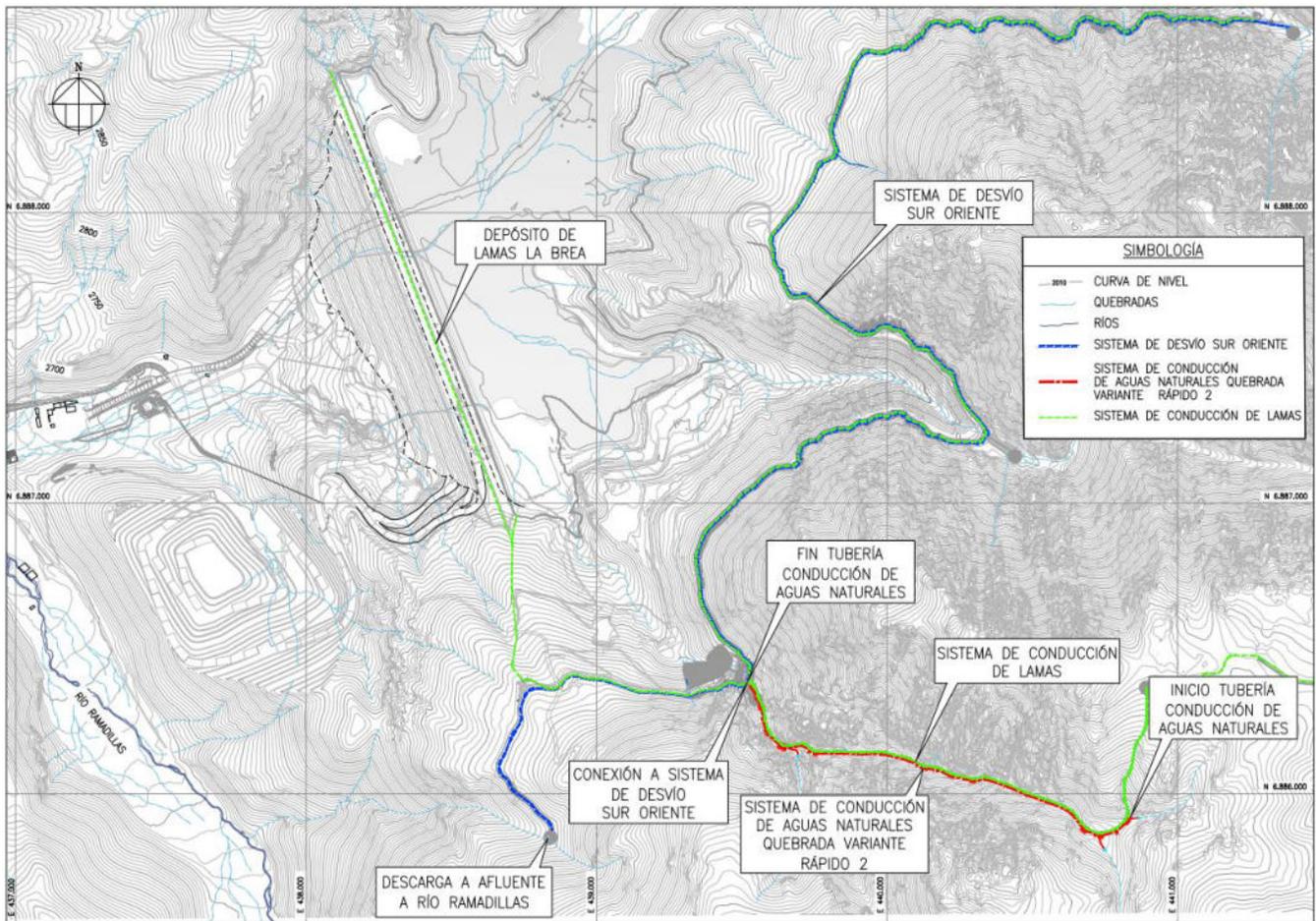
#### 1.7.4 Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Quebrada Variante 2

Las obras proyectadas corresponden al reemplazo del canal afluente del IP-A2 por un sistema de tres captaciones y la conducción en tubería subterránea que permitirá desviar las aguas naturales hacia el sistema de conducción de aguas naturales Suroriente del Depósito de lamas La Brea, según se presenta de manera esquemática en la Figura 1-13.

En la Figura 1-14 y el Apéndice V del ANEXO 1-C se presenta la disposición general de la tubería de conducción junto con las obras de captación de quebradas y disipación de energía.

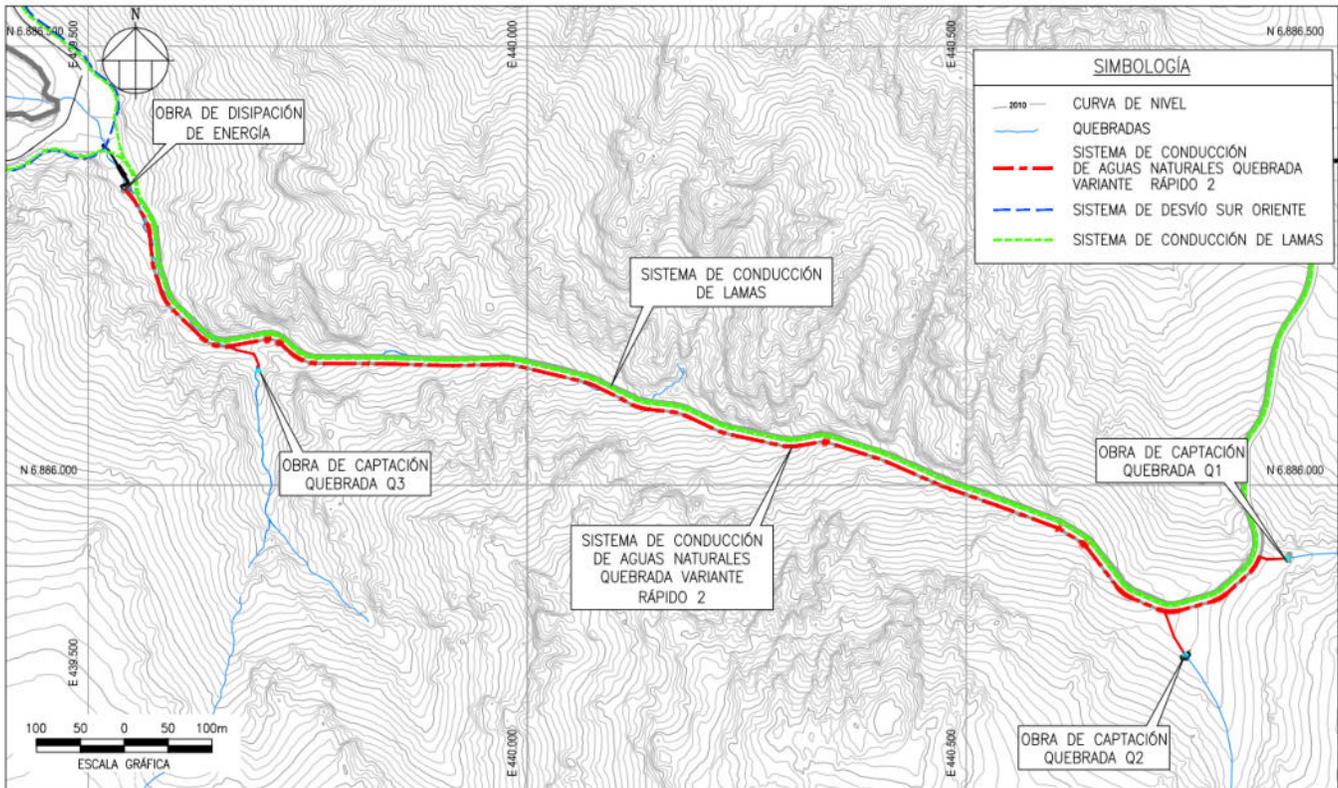
---

<sup>22</sup> El volumen máximo de 900.000 m<sup>3</sup> de la laguna de clarificación del depósito de lamas La Brea fue aprobado mediante Resolución Exenta N° 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).



**Figura 1-13 Ubicación de la obra Sistema de Conducción de aguas naturales en quebrada Variante 2**

Fuente: Ingeniería para EIA Depósito de lamas La Brea Caserones. Arcadis, 2018.

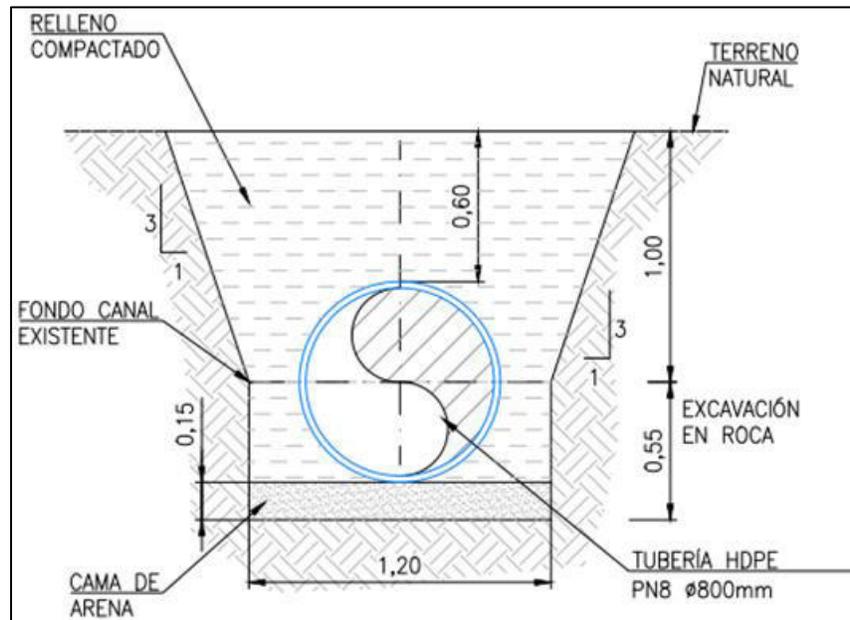


**Figura 1-14 Disposición general Tubería de Conducción y Obras anexas**

Fuente: Ingeniería para EIA Depósito de lamas La Brea Caserones. Arcadis, 2018.

La tubería proyectada tendrá un diámetro de aproximadamente 700 a 800 mm y una longitud total de aproximadamente 1,5 km. Los escurrimientos de las quebradas se producirán de manera eventual, con un *peak* de caudal en el período de estiaje de octubre a marzo.

La modificación del canal afluente contempla una tubería de HDPE que se ubicará en su interior e irá enterrada para disipar las cargas y evitar el congelamiento. En la Figura 1-15 se presenta una sección tipo de la disposición de la tubería de conducción.



**Figura 1-15 Sección transversal de tubería de conducción**

Fuente: Ingeniería para EIA Depósito de lamas La Brea Caserones. Arcadis, 2018.

Adicionalmente, se proyectan obras de intercepción puntual de alta montaña en los ejes de tres quebradas afluentes, según se observa en la Figura 1-13, y que corresponden a la construcción de las obras de intercepción Q1, Q2 y Q3, las que tienen por objetivo de desviar las aguas y transportarlas a la obra de empalme IP-A2. El detalle de los planos hidráulicos de las obras de intercepción Q1, Q2 y Q3 se presenta en el Apéndice V del ANEXO 1-C. Estas obras consisten en un foso de captación provista de una reja de captación en su parte superior. Las dimensiones de la reja se determinaron para poder interceptar todo el caudal de diseño.

En la Tabla 1-12 se presentan los caudales de diseño para los interceptores de cada quebrada.

**Tabla 1-12: Caudales de diseño para la intercepción de quebradas**

Parámetro	Unidad	Quebrada Q1		Quebrada Q2		Quebrada Q3	
		T=100	T=150	T=100	T=150	T=100	T=150
Caudal (Q)	m <sup>3</sup> /s	1,1	1,5	1,8	2,4	1,1	1,5
Altura de escurrimiento (H)	m	0,1	0,15	0,2	0,2	0,1	0,15
Velocidad de escurrimiento (v)	m/s	2,9	3,3	2,8	3,1	2,8	3,2

Fuente: Ingeniería para EIA Depósito de Lamas La Brea Caserones. Arcadis, 2018.

Los perfiles longitudinales y transversales se detallan en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-E PAS 155 “Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, asociado a la variante 2”.

Finalmente, la energía del flujo conducido será atenuada mediante un cajón dissipador de energía tipo impacto que disminuirá la velocidad del fluido. El cajón dissipador se ubicará en el lugar de la bocatoma de la actual IP-A2 y conectará, a través de la tubería existente, el flujo hacia la tubería colectora de aguas que descarga hacia el río Ramadillas. Este cajón permitirá que el flujo en exceso sea desviado hacia la cubeta, en el caso que se exceda la capacidad de porteo de la tubería colectora que descarga hacia el río Ramadillas. Para ello, se utilizarán las instalaciones existentes correspondientes a canalización de concreto y HDPE, y badén que cruza plataforma.

Las dimensiones estimadas del cajón son los que se presentan en la Tabla 1-13.

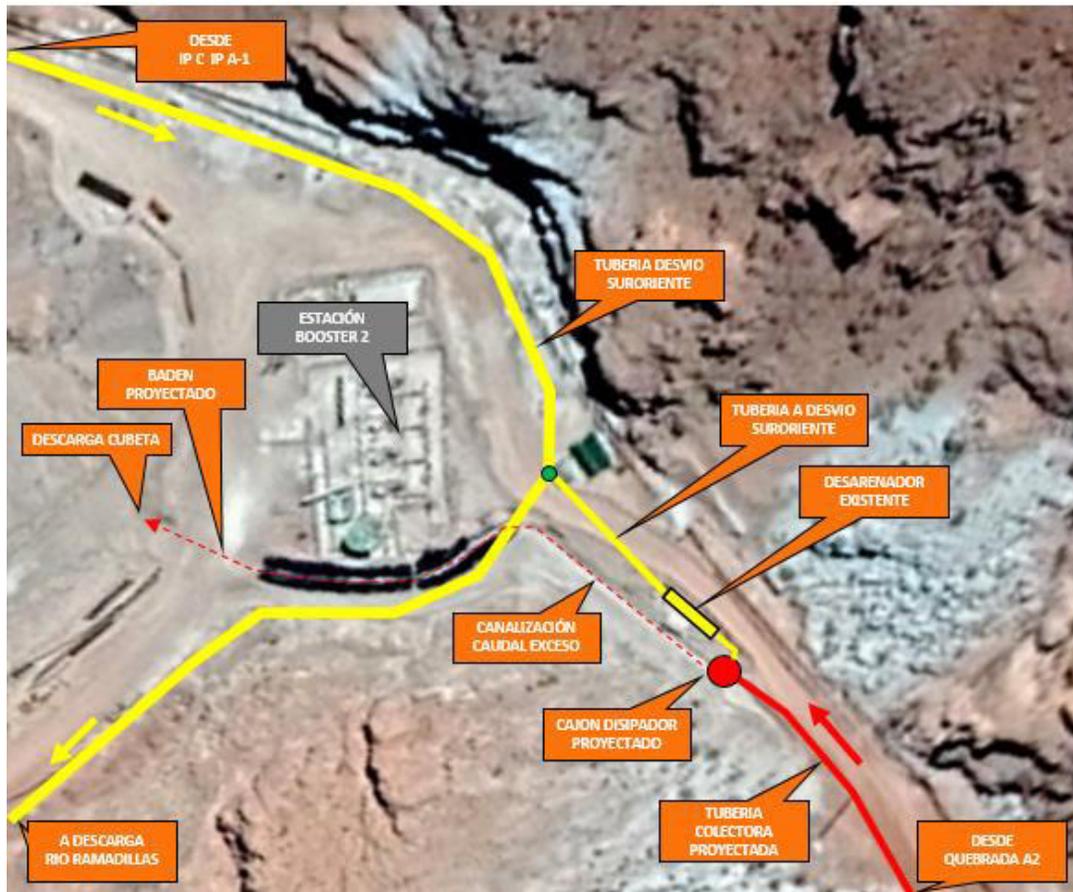
**Tabla 1-13: Dimensiones cajón dissipador de energía**

Parámetro	Unidades	Valores
Caudal de diseño (Q)	m <sup>3</sup> /s	4,1
Diámetro interno tubería (d)	m	0,7
Altura de escurrimiento aguas arriba de cajón	m	0,4
Velocidad de escurrimiento aguas arriba de cajón	m/s	18,5
Ancho de cajón (W)	m	5,0
Altura de cajón (H)	m	3,8
Largo de cajón (L)	m	6,7
Altura grada aguas abajo (d)	m	0,9

Fuente: Ingeniería para EIA Depósito de Lamas La Brea Caserones. Arcadis, 2018.

Se considera un sistema de aforo que permita cuantificar el volumen que efectivamente es desviado al depósito ante un evento meteorológico. Además, contará con un sistema de medición visual con la incorporación de una regleta (limnómetro) la cual será inspeccionada regularmente por el personal de operaciones en terreno.

En la Figura 1-15 se muestra en planta el empalme de la obra IP-A2 al sistema de desvío suroriente y el manejo de las aguas en exceso de la quebrada A2 hacia la cubeta del Depósito de lamas La Brea.



**Figura 1-16: Planta Sector Empalme IP-A2 Desvío Suroriente**

Fuente: MLCC, 2020.

## 1.8 Descripción Fase de Construcción

En la presente sección se describen las partes, obras y acciones de construcción que ya han sido ejecutadas y forman parte de la operación actual de la Faena Minera Caserones, así como también, aquellas partes, obras y acciones que serán construidas o ejecutadas luego que el presente Proyecto reciba calificación ambiental favorable por parte de las autoridades competentes.

Las partes, obras y acciones que ya han sido ejecutadas corresponden a aquellas modificaciones que se propone regularizar a través del presente Proyecto, debido a que fueron construidas sin contar con aprobación ambiental; y aquellas que se propone actualizar, debido a que fueron construidas con ciertas variaciones con respecto al diseño del proyecto que fue aprobado en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014.

Las partes, obras y acciones nuevas que se ejecutarán luego de recibir calificación ambiental favorable del presente Proyecto, y que consideran actividades de construcción, corresponde solamente al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2. El presente Proyecto plantea también como modificación, ciertos ajustes en el diseño y operación del Depósito de Lamas La Brea, sin embargo, estos no contemplan actividades de construcción ya que todas sus actividades corresponden a la fase de operación.

Para un mejor entendimiento de las fases del Proyecto Caserones, aprobado por RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014, y las fases del presente Proyecto que se somete a evaluación ambiental, se definen los siguientes conceptos relacionados a las partes, obras y acciones de construcción que se describen en esta sección:

- Fase de construcción del Proyecto Caserones: Comprende el periodo desde que se iniciaron las actividades de construcción del Proyecto Caserones, en abril de 2010, hasta la fecha de la puesta en marcha de la Planta SX-EW para la producción de cátodos de cobre, en marzo de 2013, que constituye el inicio oficial de la fase de operación de la Faena Minera Caserones.
- Actividades de construcción ejecutadas del presente Proyecto: Comprende las actividades de construcción de aquellas partes, obras y acciones que se requieren regularizar o actualizar a través del siguiente Proyecto, incluyendo lo siguiente:
  - Actividades para la construcción y habilitación de los 14 pozos de recuperación que se plantean regularizar en el presente Proyecto, debido a que no fueron consideradas en el proyecto aprobado en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014. Estas actividades se ejecutaron entre los años 2015 y 2017, durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones.
  - Actividades de construcción de las instalaciones de apoyo que se plantean actualizar en el presente Proyecto, debido a que se ejecutaron con ciertas diferencias con respecto a las condiciones aprobadas en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014 (campamentos, PTAS, estanque de ácido sulfúrico y generadores eléctricos adicionales). Estas actividades se ejecutaron entre abril de 2010 y marzo de 2013, durante la fase de construcción del Proyecto Caserones.
- Fase de construcción del presente Proyecto: Comprende el periodo previsto para la construcción de las partes, obras y acciones que serán construidas luego que se obtenga la calificación favorable por parte de las autoridades competentes. Esta fase comprende las actividades de construcción de la única obra del presente Proyecto que requiere una fase de construcción formal, correspondiente al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2, y que se desarrollará en forma simultánea con la fase de operación, luego de recibir la aprobación del presente EIA.

## 1.8.1 Partes, Obras y Acciones Asociadas a la Fase de Construcción

### 1.8.1.1 Regularización de la Construcción de Pozos de Recuperación de Infiltraciones del Depósito de Lamas

Como se ha señalado en las secciones precedentes, los 14 pozos de recuperación fueron incorporados al sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea sin contar con aprobación ambiental, como una medida adicional a las establecidas en el Proyecto Caserones (aprobado mediante RCA N° 013/2010) y sus posteriores validaciones ambientales y sectoriales, ante la necesidad de buscar las vías idóneas que permitieran proteger la calidad de los recursos hídricos aguas abajo de la quebrada La Brea.

La construcción y habilitación de los 14 pozos de recuperación de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea se realizó progresivamente en función de los requerimientos de recuperación de infiltraciones desde el depósito de lamas, entre los años 2015 y 2017, durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones. En la Tabla 1-8 de la Sección 1.7.1, se ha presentado el detalle de los años en que fueron construidos y habilitados cada uno de los 14 pozos de recuperación, ubicados en la quebrada La Brea.

Para la construcción de los 14 pozos de recuperación de infiltraciones, se realizaron movimientos de tierra, perforaciones, preparación de áreas, e instalación de equipos de apoyo necesarios. Todas las actividades realizadas fueron ejecutadas dentro de las áreas industriales de la Faena Minera Caserones, sin afectar sectores distintos a los autorizados ambientalmente en los procesos de evaluación ambiental.

Para acceder a los sectores en donde se habilitaron los pozos, se utilizaron huellas y caminos existentes, realizando intervenciones mínimas, tales como el despeje de piedras las que fueron ubicadas a un costado de la huella, sin considerar corta o despejado de vegetación y evitando así cualquier efecto sobre la biodiversidad existente que no haya sido contemplado en el EIA del proyecto original.

Previo a la perforación, se delimitó el área para realizar la nivelación del terreno y así habilitar una pequeña plataforma en donde se instaló la perforadora. Para el acondicionamiento de las plataformas de sondajes existentes, sólo se contempló perfilar la plataforma, vale decir, el retiro de rocas que pudieran haberse desprendido y rodado por el cerro. Esta actividad fue realizada mediante maquinaria y equipos, como una motoniveladora y una retroexcavadora.

Para la ejecución de las actividades de construcción y habilitación de los pozos se utilizaron maquinarias, materiales e insumos y mano de obra que, si bien no fueron contemplados en el proyecto original, fueron atendidos con las maquinarias, materiales e insumos y mano de obra disponible en la fase de operación de la Faena Minera Caserones, dentro de los márgenes establecidos en la RCA N° 13/2010 descritos en la Sección 1.8.5.

La ejecución de las actividades para la construcción de cada pozo consideró el uso de una perforadora durante un periodo de aproximadamente 30 días para la construcción y pruebas de bombeo. Producto de esta actividad se generaron lodos de perforación los cuales se manejaron conforme los procedimientos internos de MLCC y que se detallan en la Sección 1.8.8.2 del presente Capítulo.

El cronograma de construcción de los 14 pozos de recuperación en la quebrada La Brea, se presenta en la Sección 1.8.3 del presente Capítulo.

### **1.8.1.2 Actualización de la Construcción de Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones**

Como se ha señalado en las secciones precedentes, el conjunto de modificaciones a las instalaciones de apoyo busca actualizar ciertas partes, obras y acciones de la operación actual de la faena minera, debido a que fueron construidas o implementadas con ciertas diferencias respecto a las condiciones aprobadas ambientalmente mediante RCA N° 013/2010. Se precisa que todas estas partes, obras y acciones se encuentran ubicadas al interior de áreas ya intervenidas y ambientalmente aprobadas por las RCA N° 13/2010 y RCA N° 057/2014.

Las actividades de construcción ejecutadas en las cuatro instalaciones de apoyo que se busca actualizar mediante el presente Proyecto se realizaron durante la fase de construcción del Proyecto Caserones, entre abril de 2010 y marzo de 2013. Cabe señalar que, durante sus actividades de construcción, los consumos de agua fresca, los transportes de insumos o traslados de los trabajadores se encontraron por debajo de los máximos autorizados por la RCA N° 013/2010 para la fase de construcción del Proyecto Caserones, según se describe en la Sección 1.8.5

A continuación, se describe de manera general lo realizado durante la construcción de las partes y obras que constituyen las modificaciones con fines de actualización del presente Proyecto.

#### **1.8.1.2.1 Área Campamento**

La construcción de los campamentos de construcción y operación, que conforman el campamento Carrizalillo, se evaluó ambientalmente en la RCA N° 013/2010, aprobando la construcción de sus partes y obras; sin embargo, la localización definitiva de esta instalación se modificó respecto de lo aprobado en la RCA N°13/2010, desplazando la construcción 1,5 km al sur en el fundo Carrizalillo.

Si bien, la construcción del campamento se modificó respecto a lo señalado en la RCA N° 013/210, es preciso indicar que el sector donde se construyó corresponde a un área ambientalmente evaluada en el proceso anterior, contando con el permiso ambiental sectorial relacionado al cambio de uso de suelo (ANEXO 1-B, Apéndice II, antiguo PAS 96), que autorizó una superficie de 21.130 m<sup>2</sup>, es decir, una superficie mayor que la que actualmente posee el campamento Carrizalillo (16.700 m<sup>2</sup>), y que corresponde a la situación que se regulariza mediante el presente EIA.

Para la construcción de las instalaciones del campamento, se mantuvieron las actividades consideradas en el proyecto original aprobado por la RCA N° 013/2010, en donde se consideró la preparación del terreno, movimiento de tierra, compactación, construcción de infraestructura, montaje e instalación de estructuras, equipos y accesorios necesarios, e instalación de servicios básicos (energía, agua potable, alcantarillado y servicios de comunicación).

Para lo anterior se utilizó equipo pesado, como bulldozer y retroexcavadora que niveló la superficie removiendo la capa superficial de suelo. Además, la construcción de los campamentos requirió de instalaciones temporales que incluyeron oficinas, comedores, estanques de agua potable, estación de combustibles, generadores, PTAS e instalaciones para el manejo de los residuos.

Al ser actividades de construcción que formaron parte del proyecto original aprobado por la RCA N° 013/2010, estas fueron contempladas en la evaluación ambiental del Proyecto Caserones.

### 1.8.1.2.2 Plantas de tratamiento de aguas servidas

La modificación que plantea el presente Proyecto constituye el ajuste ejecutado en las Plantas de Tratamiento de aguas servidas (PTAS) para una solución integral, que ha permitido actualizar la estimación del caudal máximo a tratar a 360 m<sup>3</sup>/día, que permite atender el número máximo estimado de trabajadores para la fase de operación (3.000 trabajadores). Cabe señalar, que se construyeron e implementaron seis (6) PTAS, que corresponde al mismo número de PTAS que fueron consideradas en la RCA N° 013/210, pero con una distribución levemente diferente dentro de la Faena Minera Caserones. Las PTAS fueron diseñadas con capacidad para tratar los caudales máximos a tratar que se estimaron en función del número máximo de trabajadores, en cada área de la faena (ver Sección 1.7.2.2).

Las actividades de construcción e implementación de las PTAS, fueron las mismas que estuvieron previstas en el proyecto original, incluyendo preparación del terreno, movimiento de tierra, compactación, construcción de infraestructura, montaje e instalación de estructuras, equipos necesarios.

El único cambio relacionado a la etapa de construcción de las PTAS es que se intervinieron áreas ligeramente mayores a las que fueron previstas en el proyecto original, para permitir el incremento de la capacidad de tratamiento, en función del mayor caudal máximo de generación de aguas servidas a tratar.

La Figura 1-17 presenta la ubicación definitiva de las PTAS, en tanto que la Tabla 1-14 se presentan las áreas que fueron intervenidas durante su construcción. Sin embargo, es importante precisar, que los sectores donde se ubicaron las PTAS corresponden a áreas ambientalmente evaluadas y aprobadas en la RCA N° 013/2010.

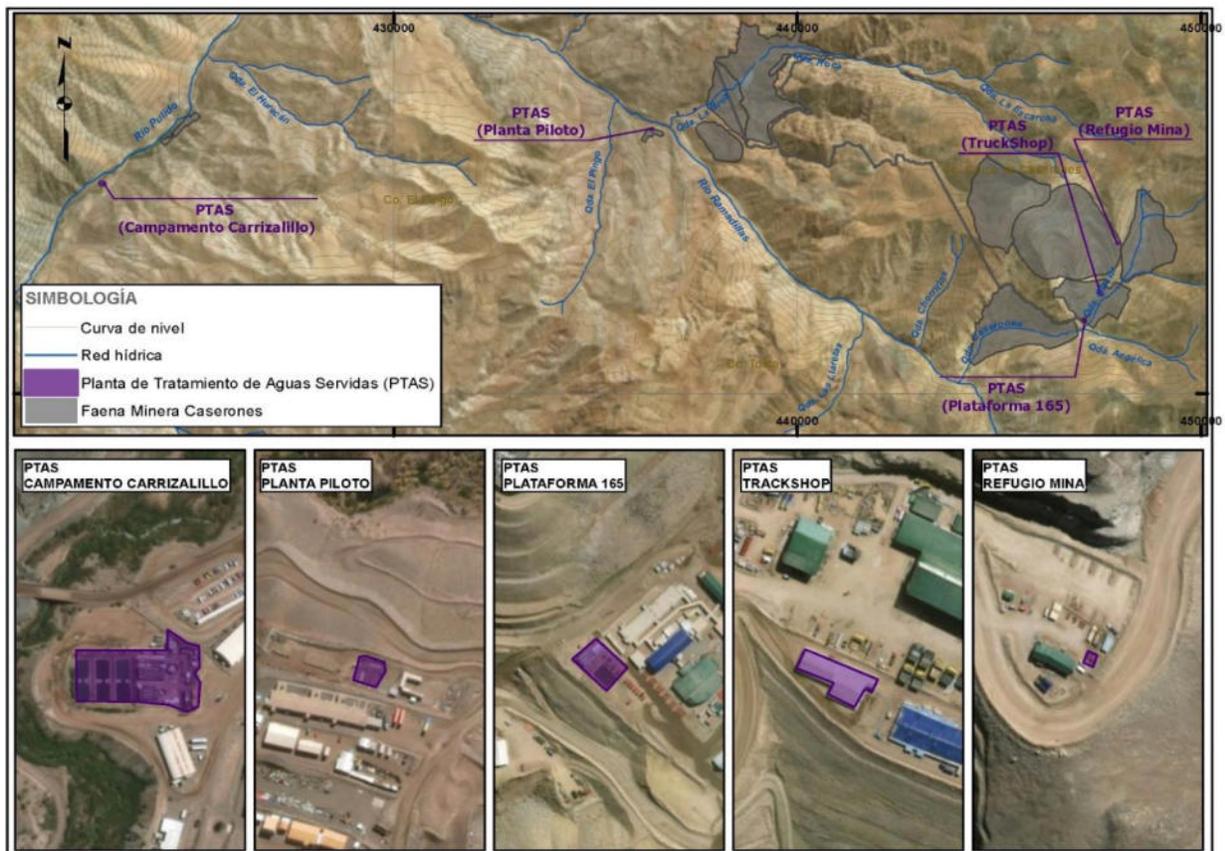
**Tabla 1-14: Áreas Intervenidas para la Construcción de las PTAS**

Obra Ejecutada para Actualizar		
N°	Área	Área Intervenida (m <sup>2</sup> )
1	Refugio Mina	350
2	Truck Shop <sup>a</sup>	1.808
3	Plataforma 165 <sup>a</sup>	650
4	Planta Piloto	334
5	Campamento Carrizalillo <sup>b</sup>	4.792

<sup>a</sup>: Las PTAS Truck Shop y Plataforma 165 se ubican en el área de procesos de la faena minera Caserones.

<sup>b</sup>: En el Campamento Carrizalillo (campamentos de construcción y operación) se han implementado dos PTAS contiguas.

Fuente: Elaboración propia, 2020.



**Figura 1-17: Localización de las PTAS**

Fuente: MLCC, 2020.

### 1.8.1.2.3 Almacenamiento de Ácido Sulfúrico

Respecto al almacenamiento de ácido sulfúrico, la RCA N° 013/2010 consideró y aprobó la construcción de un estanque de 300 m<sup>3</sup>, el cual posteriormente fue instalado con una capacidad de 345 m<sup>3</sup>, que corresponde a la capacidad de fabricación estándar de este tipo de estanques. Además, se instaló un segundo estanque, en una ubicación contigua al primero, con capacidad también de 345 m<sup>3</sup>, totalizando un almacenamiento de 690 m<sup>3</sup>. Tal como se indicó en la Sección 1.5, ambos estanques se encuentran actualmente operativos y cuentan con pretil de contención de derrames con capacidad superior al 110%.

De la misma forma que para las otras instalaciones de apoyo, los estanques de almacenamiento de ácido sulfúrico fueron dispuestos en sectores ya intervenidos y ambientalmente evaluados (RCA N° 013/210).

Para la instalación del estanque adicional de almacenamiento de ácido sulfúrico se realizaron las siguientes actividades:

- Construcción de fundaciones

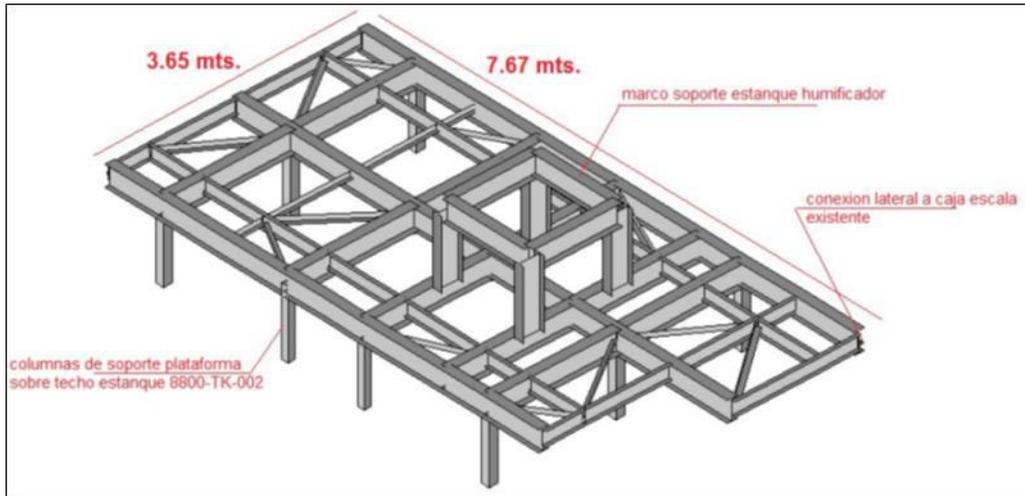
Se consideró una fundación anular sobre la cual fue montado. Dicha fundación cumple con las exigencias que se detallan en la Norma API-650. Las especificaciones sobre el diseño de las fundaciones sobre el cual se construyó el estanque de ácido sulfúrico se presentan en el ANEXO 1-D. Cabe precisar que el suelo sobre el cual se construyó este estanque se encontraba intervenido y al interior del área aprobada ambientalmente.

- Adquisición, armado y montaje

El estanque fue armado en terreno de forma modular para posteriormente ser ensamblado, armado y montado, de acuerdo con las exigencias normativas para este tipo de instalaciones. Las juntas entre planchas, tanto verticales como horizontales fueron soldadas con penetración y fusión completa.

- Armado de plataforma de acceso a estanque

Como parte de la construcción del estanque se implementó una plataforma de acceso, cuyo diseño corresponde a una estructura metálica localizada sobre el estanque de ácido sulfúrico. La base de esta plataforma se encuentra sobre las vigas del techo del estanque y un apoyo adicional lateral sobre la caja de escalas. La Figura 1-18 presenta un esquema del diseño de la plataforma construida.



**Figura 1-18: Esquema plataforma estanque de ácido sulfúrico**

Fuente: Ingeniería nuevo estanque 8800-Tk-002-Hidrometalurgia. TNA Engineering.

■ Obras civiles

Para el estanque se construyó como base un anillo de hormigón con material de relleno compactado en su interior sobre el cual se instalaron capas de material impermeabilizante.

■ Pruebas de puesta en marcha

Se realizaron pruebas de hermeticidad de los estanques las que consistieron en llenar a plena capacidad con agua de proceso el estanque y monitorear la ocurrencia de fugas y filtraciones durante 24 horas. Asimismo, se realizaron pruebas hidráulicas con aguas del proceso. Se consideró, además la limpieza interna del estanque para minimizar la presencia de restos sólidos de soldadura o despuntes de metal.

■ Conexión del estanque al sistema de carga y descarga de ácido sulfúrico existente

El montaje de las cañerías de llenado y vaciado del estanque fue realizado en forma conjunta con el montaje del estanque.

Para la construcción de las obras señaladas, se realizaron movimientos de tierra, excavaciones y preparación de áreas. Lo anterior, sin modificar los requerimientos de maquinarias, materiales e insumos y mano de obra dentro de los márgenes establecidos en la RCA N° 13/2010 para la fase de construcción del Proyecto Caserones.

#### 1.8.1.2.4 Grupos Generadores Eléctricos

En relación con los grupos generadores eléctricos, la RCA N° 013/210 consideró grupos electrógenos en el campamento de operación (2.000 kV) y en la Subestación principal (7.500 kV). La modificación respecto a estos equipos consideró la instalación de nuevos generadores eléctricos en distintos puntos de la faena minera, adicionando una potencia de 12 MW, para totalizar una capacidad de 21, 5 MW.

La instalación de los nuevos generadores consideró, entre otras actividades, la preparación del terreno, la instalación del grupo generador y posteriormente su conexión. Lo anterior, sin modificar los requerimientos de maquinarias, materiales e insumos y mano de obra dentro de los márgenes establecidos en la RCA N° 13/2010.

Cabe precisar que, la instalación de los nuevos generadores se realizó en áreas ya intervenidas de la faena minera, y aprobadas ambientalmente en la RCA N° 013/2010, razón por la que cual no se entregan más detalles respecto a su instalación.

### **1.8.1.3 Construcción de las Modificaciones por Ejecutar**

#### **1.8.1.3.1 Depósito de Lamas La Brea**

El Proyecto considera ajustes en el diseño y operación del Depósito de Lamas La Brea, que incluyen actividades constructivas de crecimiento del muro; sin embargo, estas actividades son parte de la fase de operación de la Faena Minera Caserones, tal como fue considerado también en la RCA N° 13/2010. Por tanto, no se considera actividades de construcción para las modificaciones que se plantean en el Depósito de Lamas La Brea.

En tal sentido, el peraltamiento de muro se contempla como parte de la fase de operación del depósito, que se describe en la Sección 1.9.1.1 del presente documento.

#### **1.8.1.3.2 Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2**

El Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2, corresponde en rigor, a la única obra del presente Proyecto que requiere una fase de construcción formal, ya que tal como se ha expuesto en las secciones precedentes, la regularización de los pozos de recuperación y la actualización de las instalaciones de apoyo corresponden a obras que ya fueron construidas y han sido incorporadas a la operación de la Faena Minera Caserones.

En ese sentido, a continuación, se presentará el detalle de las actividades asociadas a la construcción de esta obra:

- Excavación y relleno zanja
- Montaje tubería
- Construcción de obra de empalme a IP-A2
- Construcción de obras de intercepción Q1, Q2 y Q3.

Las actividades anteriormente listadas requerirán movimientos de tierra. Los movimientos de tierra asociados a la construcción de la obra hidráulica son los señalados en la Tabla 1-15.

**Tabla 1-15 Movimientos de tierra asociados a la construcción de Variante 2**

Actividad	Material a remover (m <sup>3</sup> )
Excavación de material	3.500
Esponjamiento	3.850
Material de relleno	2.478
Disposición de material en Depósito de lamas	1.372

Fuente: Ingeniería Arcadis 2018.

### 1.8.2 Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que Establezca el Inicio y Término de la Fase

De acuerdo con lo indicado en las secciones precedentes, la fase de construcción del presente Proyecto se restringirá solo a la construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada Variante 2.

En ese contexto, se estima que el inicio de la fase de construcción del presente Proyecto será aproximadamente en septiembre 2021, o desde la primavera siguiente al momento en que se obtenga la respectiva calificación ambiental favorable por parte de la autoridad. Respecto de la parte, obra o acción que establece el hito de inicio y término de la fase, se prevé que el inicio corresponderá a la modificación de la obra IP-A2 de la variante 2 y el término, al montaje tubería HDPE de la quebrada Q3 con conexión a tubería principal.

### 1.8.3 Cronograma

A continuación, en la Tabla 1-16, se presenta el cronograma de las actividades de construcción de las modificaciones que se ejecutaron en forma previa al ingreso al SEIA y que son parte de las modificaciones que se plantean regularizar y/o actualizar en el presente Proyecto.

**Tabla 1-16: Cronograma de construcción de modificaciones ejecutadas para regularizar y actualizar**

Obras y acciones de la fase de construcción	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
	S1	S2														
<b>Regularización de la construcción de 14 pozos de recuperación</b>																
<i>PRLB-01 al PRLB-06</i>																
<i>Construcción</i>																
<i>Habilitación</i>																
<i>PRLB-07 al PRLB-09</i>																
<i>Construcción</i>																
<i>Habilitación</i>																
<i>PRLB-10 al PRBL-14</i>																
<i>Construcción</i>																
<i>Habilitación</i>																
<b>Actualización en Instalaciones de Apoyo</b>																
<i>Campamento Carrizalillo</i>																
<i>Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS)</i>																
<i>Estanques de Almacenamiento de ácido sulfúrico</i>																
<i>Grupos Generadores Eléctricos</i>																

Fuente: MLCC, 2020.

Por otro lado, la fase de construcción del presente Proyecto, que corresponde a la construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada Variante 2, tendrá una duración de 10 meses. La Tabla 1-17 presenta el cronograma preliminar de actividades de la fase de construcción del presente Proyecto, el que será ajustado al momento de adjudicar su construcción.

**Tabla 1-17: Cronograma de la fase de construcción del presente Proyecto - modificaciones por ejecutar**

Obras y acciones de la fase de construcción	Meses									
<b>Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Quebrada Variante 2</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>a) Tubería a IP-A2 km 0 + 000 a 1 + 484</b>										
Excavación zanja material común	■									
Excavación zanja en roca		■	■							
Relleno Cama de Arena (e=0,15m)				■	■	■	■	■		
Montaje Tubería HDPE PN6 ø800					■	■	■	■	■	
Relleno Estructural compactado						■	■	■	■	
<b>b) Obra de Empalme a Intercepción IP-A2</b>										
Demolición hormigón existente			■	■						
Hormigón H-30 Cajón disipador					■					
<b>c) Obra Intervención Quebrada Q1</b>										
Excavación (material ripeable)					■					
Hormigón armado H-30						■				
Mampostería de Piedra (e=0,3m)							■			
Montaje tubería HDPE PN6 ø800 con conexión a tubería principal (30m)								■		
<b>d) Obra Intervención Quebrada Q2</b>										
Excavación (material ripeable)						■				
Hormigón armado H-30							■			
Mampostería de Piedra (e=0,3m)								■		
Montaje tubería HDPE PN6 ø800 con conexión a tubería principal (53m)									■	
<b>e) Obra Intervención Quebrada Q3</b>										
Excavación (material ripeable)							■			
Hormigón armado H-30								■		
Mampostería de Piedra (e=0,3m)									■	
Montaje tubería HDPE PN6 ø800 con conexión a tubería principal (50m)										■

Fuente: MLCC, 2020.

### 1.8.4 Mano de Obra

La mano de obra utilizada para la construcción y habilitación de los pozos de recuperación fue de aproximadamente nueve (9) trabajadores, durante el periodo que duró la construcción y habilitación de los pozos, que se ejecutaron en los años 2015 y 2017 (ver Tabla 1-17), durante la fase de operación del Proyecto Caserones. Este número de trabajadores estuvo contenido dentro del número total de trabajadores estimado para la fase de operación, que fue de 1.500 trabajadores permanentes en la RCA N° 013/2010, y que en el presente proyecto se actualiza a 2.000 trabajadores permanentes (500 trabajadores adicionales que se han requerido incorporar para la fase de operación).

Con respecto a la mano de obra que fue requerida para la construcción de las instalaciones de apoyo que se actualizan en este Proyecto, cuyas actividades se realizaron durante la fase de construcción del Proyecto Caserones, se utilizó aproximadamente un total de 120 trabajadores. Este número de trabajadores estuvo

contenido dentro del número total de trabajadores estimado para la etapa de construcción, que fue de 4.000 trabajadores de acuerdo con la RCA N° 013/2010.

Para la fase de construcción del presente proyecto, la mano de obra promedio requerida se estima en 23 trabajadores, la cual será utilizada en la ejecución de las obras necesarias para construir e implementar el Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada en la Variante 2. Estos 23 trabajadores estarán contenidos dentro del número total de trabajadores estimado para la fase de operación, que en el presente proyecto se actualiza a 2.000 trabajadores permanentes.

Todos los trabajadores que participaron o participarán de las actividades de construcción descritas, han pernoctado o pernoctarán en el Campamento Carrizalillo de la Faena Minera Caserones (campamento de operación), el cual cuenta con todas las capacidades y servicios para satisfacer este requerimiento, tal como se describirá en la Sección 1.9.6.4.

## **1.8.5 Descripción de Cómo se Proveerá durante esta Fase de los Suministros Básicos**

### **1.8.5.1 Energía**

El suministro de energía para las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación que se plantea regularizar fue provisto de grupos generadores eléctricos que se instalaron junto a cada máquina de perforación.

El suministro de energía para las actividades de construcción relacionadas a las modificaciones ejecutadas que se plantea actualizar (instalaciones de apoyo) se realizó a través de las conexiones a la red de distribución eléctrica de la Faena Minera Caserones, aprobadas mediante RCA N° 013/2010. Cabe hacer presente, que estas modificaciones solo consideraron cambios en los diseños y/o ubicación, sin contemplar actividades constructivas distintas a las aprobadas por la RCA N° 013/2010. Por lo tanto, las modificaciones ejecutadas no demandaron consumos de energía adicionales a los que fueron previstos para la fase de construcción del Proyecto Caserones, autorizado para 1,6 MW en la RCA N° 013/2010.

De la misma forma, para desarrollar la fase de construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales Quebrada Variante 2 (obra a ejecutar), el Proyecto considera que el suministro de energía se realizará a través de las conexiones a la red de distribución eléctrica existentes en la Faena Minera Caserones, aprobada mediante la RCA N° 013/2010.

### **1.8.5.2 Agua Potable**

El suministro de agua para consumo de los trabajadores durante la construcción de las modificaciones ejecutadas para regularizar (pozos de recuperación) y actualizar (instalaciones de apoyo), se realizó a través del sistema de agua potable de la Faena Minera Caserones, el cual cuenta con aprobación ambiental mediante RCA N° 013/2010.

A continuación, se realiza la estimación de la cantidad de agua para consumo correspondiente a las actividades de construcción ejecutadas del presente Proyecto, considerando una dotación de 150 l/hab-día y el número de trabajadores indicado en la Sección 1.8.4:

- El consumo de agua potable para la construcción y habilitación de los pozos de recuperación fue de aproximadamente 0,015 l/s, considerando nueve (9) trabajadores en promedio. Este caudal está contenido

dentro de los caudales estimados de generación de aguas servidas durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones, de 3,5 l/s considerando 2.000 trabajadores permanentes; y 5,2 l/s considerando 3.000 trabajadores, incluyendo 1.000 trabajadores durante trabajos eventuales de mantenimiento en la faena.

- El consumo de agua potable para la construcción de las instalaciones de apoyo que se actualizan en el presente Proyecto, fue de 0,2 l/s considerando 120 trabajadores, aproximadamente. Las modificaciones en la construcción de estas instalaciones de apoyo solo consideró cambios en los diseños y/o ubicación, sin contemplar actividades distintas a las aprobadas por la RCA N° 013/2010, por lo tanto, no demandaron consumos de agua potable adicionales a los que fueron previstos en el proyecto original y están contenidos dentro del caudal máximo general de consumo de agua para la fase de construcción del Proyecto Caserones (7 l/s) y también dentro del caudal promedio de consumo de agua para la misma fase de construcción del Proyecto Caserones (3 l/s), ambos indicados en la RCA N° 013/2010.

Por otro lado, para las obras por ejecutar de la fase de construcción del presente Proyecto, asociadas al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada Variante 2, se estima una mano de obra de 23 trabajadores y un consumo de 150 l/hab/día, por lo cual el requerimiento de agua potable será 0,04 l/s. Estos trabajadores se incluyen dentro de la dotación de agua para consumo en la fase de operación de la Faena Minera Caserones, por lo que el requerimiento provendrá de los sistemas de agua potable existentes en la faena.

### 1.8.5.3 Combustible

El abastecimiento de combustible durante la construcción de las modificaciones ejecutadas para regularizar (pozos de recuperación) y actualizar (instalaciones de apoyo), se realizó a través de las instalaciones y equipos de almacenamiento y suministro de combustible de la Faena Minera Caserones, que fueron considerados en el proyecto original aprobado mediante RCA N° 013/2010. El combustible principal utilizado fue petróleo diésel para la operación de maquinarias, vehículos, así como para los grupos generadores.

Durante la construcción y habilitación de los pozos de recuperación se utilizó combustible para las máquinas de perforación y para abastecer los grupos generadores de energía. El combustible fue abastecido desde la estación de combustible ubicada en el área de disposición de lamas. El consumo de combustible para estas actividades fue de aproximadamente 1 m<sup>3</sup>/mes, el cual está contenido dentro del volumen que fue estimado de consumo de combustible para vehículos livianos y maquinaria durante la fase de operación, de 5.000 m<sup>3</sup>/año (RCA N° 013/2010).

Con respecto al consumo de combustible para la construcción de las instalaciones de apoyo, fue de aproximadamente 55 m<sup>3</sup>/mes en total. Las modificaciones en la construcción de estas instalaciones de apoyo solo consideraron cambios en los diseños y/o ubicación, sin contemplar actividades distintas a las aprobadas por la RCA N° 013/2010, por lo tanto, no demandaron consumos de combustible adicionales a los que fueron previstos en el proyecto original y están contenidos dentro de la estimación de consumo de combustible para la fase de construcción del Proyecto Caserones (1.750 m<sup>3</sup>/mes) indicado en la RCA N° 013/2010.

Por otro lado, con relación a las obras por ejecutar de la fase de construcción que plantea el presente Proyecto, asociadas al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada Variante 2, se requerirá petróleo diésel para el funcionamiento de vehículos livianos. El abastecimiento de combustible será obtenido de las

estaciones de combustibles existentes en los sectores de área de disposición de lamas y del Campamento de Operación, ambas instalaciones se encuentran aprobadas mediante la RCA N° 013/2010.

#### **1.8.5.4 Alojamiento, Alimentación y Servicios Higiénicos**

Los trabajadores asociados a la construcción y habilitación de los pozos de recuperación se alojaron en el Campamento Carrizalillo (campamento de operación), que proporciona los servicios básicos de alojamiento, alimentación y recreación.

Para las actividades de construcción de las instalaciones de apoyo aludidas en el presente Proyecto, el alojamiento, alimentación y servicios higiénicos fueron proporcionados a los trabajadores por las propias instalaciones de Faena Minera Caserones, las cuales se encuentran aprobadas mediante RCA N° 013/2010, principalmente, en el Campamento Carrizalillo (campamento de construcción).

Los 23 trabajadores que se requerirán para la construcción e implementación del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada Variante 2, recibirán alojamiento y alimentación en el Campamento Carrizalillo (campamento de operación).

Con respecto a los servicios higiénicos, en todos los casos se han utilizado o se utilizarán los existentes en la Faena Minera Caserones, aprobados mediante la RCA N° 013/2010, los cuales cumplen con los requerimientos establecido en el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Generales de los Lugares de Trabajo (Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud).

#### **1.8.5.5 Maquinarias y Equipos**

Las maquinarias y equipos utilizados durante la construcción de las modificaciones ejecutadas para regularizar (pozos de recuperación) y actualizar (instalaciones de apoyo), se presenta en la Tabla 1-18.

**Tabla 1-18: Maquinaria y equipos utilizados durante la construcción de las obras ejecutadas que se regularizan o actualizan en el presente Proyecto**

Obra/ Partes/Acciones	Tipo de Maquinaria/Equipo	Cantidad
Construcción y habilitación de 14 pozos de recuperación	Excavadoras	1
	Generadores	2
	Retroexcavadora	1
	Camiones	2
Instalaciones de apoyo	Excavadoras	2
	Generadores	4
	Retroexcavadora	2
	Camiones	4

Fuente: MLCC.

Por otra parte, para la construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Agua de la Quebrada Variante 2, el tipo y cantidad de maquinarias y equipos requeridos para las actividades de construcción se presenta en la Tabla 1-19.

**Tabla 1-19: Maquinaria y equipos requeridos para la fase de construcción del presente Proyecto**

Obra/ Partes/Acciones	Tipo de Maquinaria/Equipo	Cantidad
Sistema de conducción de aguas naturales en quebrada Variante 2	Excavadoras	2
	Generadores	4
	Retroexcavadora	1
	Camiones	2

Fuente: MLCC.

### 1.8.5.6 Empréstitos

Para la construcción de los pozos de recuperación y las instalaciones de apoyo, no se requirieron empréstitos. De la misma forma, no se requerirán empréstitos para la fase de construcción de las obras asociadas al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada Variante 2.

### 1.8.5.7 Transporte

Para las actividades de construcción de las distintas obras ya ejecutadas asociadas a los 14 pozos de recuperación y las instalaciones de apoyo, así como para las que se construirán en el Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en la Quebrada Variante 2, el Proyecto consideró y considerará las mismas rutas de acceso aprobadas mediante RCA N° 013/2010.

En la RCA N° 013/2010 se indicó que la cantidad estimada de viajes asociados a la fase de construcción del Proyecto Caserones sería de un flujo promedio mensual de 4.772 viajes/mes y un flujo máximo mensual de 8.697 viajes/mes según se detalla a continuación:

**Tabla 1-20: Cantidad Estimada de Viajes para el Proyecto Caserones**

Ítem	Fase de Construcción		Fase de Operación
	Promedio Viajes /mes	Máximo Viajes /mes	Promedio Viajes/mes
Camiones	557	896	2.218
Buses	278	638	256
Vehículos livianos	3.937	7.162	5.157
Total	4.772	8.697	7.631

Fuente: RCA N° 013/2010.

Para las actividades de construcción asociadas a las instalaciones de apoyo que se actualizan en el presente Proyecto, ejecutadas durante la fase de construcción del Proyecto Caserones, se transportó materiales de construcción, algunas estructuras menores, equipo, combustible y personal a los distintos frentes de trabajo, sin considerar movimiento vehicular adicional al que fue contemplado en la RCA N° 013/2010, por cuanto, se reasignó el personal y la maquinaria contemplado para la fase de construcción general del Proyecto Caserones.

Por otro lado, como se ha indicado anteriormente, las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación que se plantea regularizar en el presente Proyecto se ejecutaron en 2015 y 2017, durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones. De igual forma, las actividades proyectadas para la fase de construcción del presente Proyecto, asociadas al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2, se realizarán también durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones.

El transporte de materiales de construcción, estructuras menores, equipo, combustible y personal a los frentes de trabajo asociados a ambas obras de construcción se ha realizado o se realizará sin considerar movimiento vehicular adicional al que ha sido contemplado en la RCA N° 013/2010 para la fase de operación de la Faena Minera Caserones. En la RCA N° 013/2010 se indicó que la cantidad estimada de viajes asociados a la fase de operación de la Faena Minera Caserones sería de un flujo promedio mensual de 7.631 viajes/mes y un flujo máximo mensual de 8.697 viajes/mes en el año de mayor actividad (que fue estimado para el año 2017).

En tal sentido, conforme los registros realizados por MLCC, en la Tabla 1-21 se aprecia que en el año 2017 se realizaron 8.653 viajes/mes en el mes de mayor flujo vehicular (diciembre), estando dentro de lo estimado por la RCA N° 013/2010. Esto permite afirmar que la construcción y habilitación de los pozos de recuperación, que se ejecutó en el año 2015 y 2017, no ocasionó un incremento del tránsito máximo estimado en el proyecto original para la fase de operación de la Faena Minera Caserones.

Además, el tránsito estimado para la construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 es de 20 viajes/mes, que sumado al mes de mayor tránsito registrado en diciembre de 2017

(8.298 viajes/mes) arroja un total estimado de 8.673 viajes/mes, que es también menor al flujo máximo de 8.697 viajes/mes contemplado en la RCA N° 013/2010 para la fase de operación de la Faena Minera Caserones.

**Tabla 1-21: Registro de flujos de vehículos año 2017 - fase de operación de la Faena Minera Caserones**

Tipo vehículo	Tipo de viaje	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Buses	Ingreso	289	314	274	273	289	257	277	358	443	533	420	435	347
	Salida	258	259	258	265	267	250	296	361	434	462	425	474	334
	Sub-total	547	573	532	538	556	507	573	719	877	995	845	909	681
Camiones	Ingreso	2.881	2.426	2.711	2.285	1.130	1.353	2.419	2.555	2.560	2.774	2.376	2.739	2074
	Salida	2.805	2.314	2.609	2.382	1.161	1.260	2.249	2.395	2.466	2.582	2.363	2.631	2174
	Sub-total	5.686	4.740	5.320	4.667	1.274	1.479	4.668	4.950	2.722	5.356	4.739	5.370	4248
Vehículos livianos	Ingreso	642	594	665	656	483	470	874	1.025	913	1015	828	1.091	771
	Salida	456	489	521	500	420	367	741	1.023	893	932	885	1.283	709
	Sub-total	1.098	1.083	1.186	1.156	903	837	1.615	2.048	1.806	1.947	1.713	2.374	1481
<b>Total</b>		<b>7.331</b>	<b>6.396</b>	<b>7.038</b>	<b>6.361</b>	<b>3.750</b>	<b>3.957</b>	<b>6.856</b>	<b>7.717</b>	<b>7.709</b>	<b>8.298</b>	<b>7.297</b>	<b>8.653</b>	<b>6.409</b>

Fuente: MLCC, 2020.

### 1.8.6 Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer o Explotar por el Proyecto o Actividad para Satisfacer sus Necesidades

Las actividades de construcción del presente Proyecto (ejecutadas o por ejecutar) no han considerado, ni considerará la extracción o explotación de recursos naturales renovables.

### 1.8.7 Emisiones del Proyecto o Actividad y Formas de Abatimiento y Control Contempladas

#### 1.8.7.1 Emisiones Atmosféricas

##### ➤ Pozos de Recuperación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea

Las emisiones atmosféricas que se generaron durante las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación fueron poco considerables y correspondieron básicamente a material particulado producido por excavaciones, preparación y nivelación de terreno, además del tránsito de vehículos y maquinarias. Además, se

aplicaron medidas de control como el humedecimiento de caminos, que es una medida general aplicada en la Faena Minera Caserones, conforme a la RCA N° 013/2010.

Además, los registros de monitoreo en la estación Carrizalillo Grande, definida en la RCA N° 013/2010 para el seguimiento de las variables de calidad de aire del Proyecto Caserones, permiten concluir que las variables evaluadas de material particulado y gases se registraron bajo los umbrales establecidos por las normas de calidad del aire evaluadas durante los periodos de monitoreo reportados entre los años 2015 y 2018, en el Capítulo 3, Sección 3.2 - Línea de Base de Calidad de Aire. Dentro de este periodo, entre los años 2015 y 2017, se produjo la construcción y habilitación de los 14 pozos de recuperación de infiltraciones en la quebrada La Brea.

### ➤ Instalaciones de Apoyo

Las emisiones atmosféricas que se generaron durante las actividades de construcción de las obras asociadas a estas instalaciones fueron también poco considerables y correspondieron básicamente a material particulado producido por excavaciones menores, preparación y nivelación de terreno, además del tránsito de vehículos y maquinarias para el traslado de materiales, y personal. Cabe precisar, que en el EIA aprobado del Proyecto Caserones se indicó que el principal parámetro que emitiría el Proyecto sería Material Particulado (MP), el que provendrá de las siguientes actividades principales durante la fase de construcción: tronaduras, extracción, carguío y descarga de material removido, tránsito de maquinarias y vehículos livianos. Estas actividades estarían principalmente asociadas a la remoción de sobrecarga (Área Mina) y a la cantera explotada para la construcción del muro de partida del embalse de lamas (Área Disposición de Lamas). No obstante, las modificaciones en la construcción de las instalaciones de apoyo solo consideraron cambios en los diseños y/o su ubicación, sin contemplar actividades distintas a las aprobadas por la RCA N° 013/2010, por lo tanto, se considera que no generaron emisiones atmosféricas adicionales a las que fueron previstas para la fase de construcción del Proyecto Caserones, declaradas en la RCA N° 013/2010.

De todos modos, durante la construcción de las instalaciones de apoyo, se aplicaron medidas de control como el humedecimiento de caminos, que es una medida general aplicada en la Faena Minera Caserones, conforme a la RCA N° 013/2010.

### ➤ Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2

Las emisiones atmosféricas que se generarán durante la fase de construcción del presente Proyecto debido a la construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2, corresponden principalmente a material particulado producido durante las actividades de excavación y relleno, tránsito de vehículos y maquinaria al interior de la Faena Minera Caserones. A continuación, la Tabla 1-22 se presenta la estimación de emisiones de la fase de construcción del Proyecto. El detalle de las estimaciones se presenta en el ANEXO 1-E Inventario de Emisiones Atmosféricas.

**Tabla 1-22: Estimación de emisiones atmosféricas - fase de construcción del Proyecto**

Tasa de Emisión (ton/año)						
CO	HC	MP10	MP 2,5	MP30	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
0,38	0,17	10,21	1,29	35,38	1,83	0,0

Fuente: ANEXO 1-E Inventario de Emisiones Atmosféricas del presente EIA.

Las emisiones atmosféricas que se generarán durante la fase de construcción son bastante marginales, no obstante, de manera de minimizar estas emisiones, se humedecerá periódicamente los caminos al interior de la faena y en cada sector en que se realice escarpe, excavaciones y movimientos de tierra.

### 1.8.7.2 Emisiones de Ruido

#### ➤ Pozos de Recuperación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea

Las emisiones de ruido que se generaron durante las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación fueron poco considerables y se originaron básicamente por el funcionamiento de las máquinas de perforación, además del tránsito de vehículos y maquinarias. No obstante, cabe precisar que los pozos se ubican cercanos a la zona de operaciones industriales de la Faena Minera Caserones, específicamente en la quebrada La Brea, donde se ubica el depósito de lamas y otras instalaciones auxiliares. No existen receptores cercanos a este sector.

#### ➤ Instalaciones de Apoyo

En la RCA N° 013/2010 se indicó que las emisiones de ruido de la fase de construcción del Proyecto Caserones se generarían principalmente debido a las tronaduras requeridas para: construcción de accesos desde la mina hacia el botadero de lastre y depósito de lixiviación, remoción de sobrecarga en la mina, obtención de empréstito para la construcción del muro de partida del embalse de lamas, construcción del camino de exploración y la berma que conduce al lamaducto y la cañería de agua desde La Brea. Se indicó también que, adicionalmente, se generaría ruido con las actividades típicas de construcción.

Las emisiones de ruido generadas por las actividades de construcción de las instalaciones de apoyo se generaron principalmente por actividades típicas de construcción (hormigonado, soldaduras, transporte de insumos, etc.), que no constituyen las fuentes principales de emisión durante la fase de construcción del Proyecto Caserones, previstas en la evaluación ambiental del proyecto aprobado. Los niveles típicos de emisión de ruido asociados a cada una de las fuentes de emisión generadas por las actividades de construcción de las instalaciones de apoyo fueron los siguientes:

**Tabla 1-23: Fuentes de emisión de ruido durante las actividades de construcción de instalaciones apoyo**

Fuente de ruido	Cantidad	Lw [dB(A)] aprobado en RCA N°013/2010 Fase Construcción
Cargador frontal	2	107
Generadores	2	110
Retroexcavadora	2	104
Camiones	2	107

Fuente: Elaboración MLCC, 2020.

### ➤ Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2

Las emisiones de ruido a generar durante la fase de construcción del presente Proyecto serán originadas básicamente por la construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2. Para ello, se obtuvieron los niveles de potencia sonora de las fuentes generadoras de ruido, las que se presentan en la Tabla 1-24. El detalle de las estimaciones se presenta en el ANEXO 1-F Estudio de Impacto Acústico y Vibratorio.

**Tabla 1-24: Potencia acústica fase de construcción del presente Proyecto**

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw [dB(A)] c/u
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Excavadoras	2	86.8	89.9	96.4	101.8	101.0	100.2	97.0	89.9	107
Generadores	4	71.2	82.3	89.8	95.2	96.4	95.6	92.4	85.3	101.6
Retroexcavadora	1	73.8	74.9	86.4	91.8	91.0	91.2	85.0	76.9	96.9
Camiones	2	89.8	97.9	99.4	102.8	103.0	102.2	105.0	94.9	110.3
<b>Lw total</b>		<b>94.7</b>	<b>101.8</b>	<b>104.8</b>	<b>109.2</b>	<b>109.2</b>	<b>108.4</b>	<b>109.1</b>	<b>99.8</b>	<b>116</b>

\*Corresponde al valor total de la suma de las bandas de la cantidad total de las maquinarias utilizadas.

Fuente: ANEXO 1-F Estudio de Impacto Acústico y Vibratorio.

### 1.8.7.3 Emisiones Líquidas

Conforme al proyecto aprobado por RCA N° 013/2010, la Faena Minera Caserones no vierte efluentes líquidos a cuerpos receptores naturales. A continuación, se describe la estimación de generación de aguas servidas para las actividades de construcción del Proyecto y el manejo o tratamiento considerado en cada caso.

#### ➤ Pozos de Recuperación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea

La tasa de generación estimada de aguas servidas durante las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación fue de 1 m<sup>3</sup>/día, considerando una dotación para consumo de agua de 150 l/hab-día, un coeficiente de recuperación de 0,8 y nueve (09) trabajadores que realizaron esta actividad. Se habilitaron baños químicos portátiles cercanos a los pozos para el manejo de las aguas servidas, cuya operación, instalación y limpieza fue contratada a una empresa especializada que cumplía con las autorizaciones correspondientes.

#### ➤ Instalaciones de Apoyo

La generación de aguas servidas para las actividades de construcción de las instalaciones de apoyo fue de aproximadamente 14,4 m<sup>3</sup>/día, considerando una dotación para consumo de agua de 150 l/hab-día, un coeficiente de recuperación de 0,8 y el total aproximado de 120 trabajadores que realizaron esta actividad, según se indica en la Sección 1.8.4. No obstante, para las modificaciones en la construcción de estas instalaciones de apoyo no se requirieron trabajadores adicionales a los que fueron considerados en la RCA N° 013/2010 para la fase de

construcción del Proyecto Caserones, que fue de 4.000 trabajadores, para los cuales se estimó una generación de agua servidas máxima total de 480 m<sup>3</sup>/día.

El proyecto original consideró la construcción de seis PTAS para el tratamiento de las aguas servidas. Durante la fase de construcción del Proyecto Caserones, mientras se construyeron las PTAS, los trabajadores también contaron con baños químicos en las cantidades indicadas en los artículos 24 y 23 del D.S. 594/99, cuya operación, instalación y limpieza fue contratada a una empresa especializada que cumplía con las autorizaciones correspondientes.

### ➤ **Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2**

La generación de aguas servidas durante la fase de construcción del presente Proyecto se estima en 2,76 m<sup>3</sup>/día, considerando una dotación para consumo de agua de 150 l/hab-día, un coeficiente de recuperación de 0,8 y 23 trabajadores que realizaron esta actividad. Estos 23 trabajadores están contenidos dentro del máximo de trabajadores considerados para la fase de operación del Proyecto Caserones (2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores eventuales en eventos de mantenimiento), por lo tanto, la generación estimada de aguas servidas para la fase de construcción del Proyecto (2,76 m<sup>3</sup>/día) se encuentra también contenida dentro del caudal máximo a tratar estimado para la fase de operación del Proyecto Caserones (360 m<sup>3</sup>/día).

El tratamiento de las aguas servidas que generen los 23 trabajadores que se requerirán para la construcción e implementación del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales de la Quebrada Variante 2, se realizará en las dos PTAS ubicadas en el Campamento Carrizalillo (campamento de operación) y, además, en los frentes de trabajo se utilizarán baños químicos en las cantidades indicadas en los artículos 24 y 23 del D.S. 594/99. La instalación, operación y limpieza de estos baños será contratada a una empresa especializada que cuente con las autorizaciones correspondientes.

Las aguas tratadas cumplirán con la norma de riego (NCh 1.333), tendrán una DBO máxima de 35 mg/l y se emplearán en la humectación de los caminos internos.

## **1.8.8 Cantidad de Manejo de Residuos, Productos Químicos y otras Sustancias que pueden Afectar el Medio Ambiente**

### **1.8.8.1 Residuos Sólidos Domésticos**

#### ➤ **Pozos de Recuperación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea**

Los residuos sólidos domésticos y asimilables a domésticos (RSD) que se generaron durante las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación, correspondieron principalmente a papeles, cartones, restos de comida, envases y otros elementos similares.

Cabe señalar que la cantidad de residuos generados fue muy acotada y estuvo contenida dentro de la cantidad de residuos estimados a generar para la fase de operación del Proyecto Caserones en la RCA N°013/2010, correspondiente a 1,8 t/d para 1.500 trabajadores permanentes, y que en el presente Proyecto se actualiza a 2,4 t/d debido al incremento en 500 trabajadores para totalizar 2.000 trabajadores permanentes. Los residuos fueron depositados en el relleno sanitario de la Faena Minera Caserones, aprobado mediante la RCA N° 013/2010 (ver Sección 1.9.10.1).

### ➤ **Instalaciones de Apoyo**

Los residuos sólidos domésticos y asimilables a domésticos (RSD) que se generaron durante las actividades de construcción de las instalaciones de apoyo, correspondieron principalmente a papeles, cartones, restos de comida, envases y otros elementos similares.

Cabe señalar que la cantidad de residuos generados fue muy acotada y no superó la cantidad de residuos estimados para la fase de construcción del Proyecto Caserones en la RCA N°013/2010, correspondiente a 4,8 t/d para el máximo estimado de 4.000 trabajadores. Los residuos fueron depositados en el relleno sanitario de la Faena Minera Caserones, aprobado mediante la RCA N° 013/2010.

### ➤ **Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2**

Los Residuos Sólidos Domésticos (RSD) y asimilables, estarán constituidos principalmente de restos de comida, envases y envoltorios, papeles, vidrios, desechos de artículos de aseo personal, entre otros, y se estima una generación de 27,6 kg/día, considerando una dotación de 23 trabajadores y un factor de generación de 1,2 kg/trabajador/día. Estos residuos serán dispuestos en el relleno sanitario autorizado mediante la RCA N° 013/2010, al interior de Faena Minera Caserones.

## **1.8.8.2 Lodos**

### ➤ **Instalaciones de Apoyo**

Los lodos residuales de aguas servidas que fueron generados durante las actividades de construcción de las instalaciones de apoyo que se regularizan a través del presente EIA, fueron manejados mediante un tercero autorizado y dispuestos en lugares de disposición final que cuentan con las respectivas autorizaciones, fuera de la Faena Minera Caserones. Cabe precisar que, en los frentes de trabajo más alejados, o en tanto se modificaron las PTAS existentes por las PTAS nuevas, se utilizaron baños químicos de acuerdo con lo establecido por el D.S. N°594/99. Tanto la operación y limpieza de esos baños químicos, fue contratada a una empresa especializada que contaba con todas las autorizaciones vigentes.

### ➤ **Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2**

Durante la fase de construcción del presente Proyecto, se estima una generación de 2,8 m<sup>3</sup> de lodos residuales de la generación de aguas servidas y serán retirados por camiones y dispuestos en lugares autorizados.

## **1.8.8.3 Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos**

### ➤ **Pozos de Recuperación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea**

Durante la construcción y habilitación de los pozos de recuperación de infiltraciones no se generaron residuos sólidos industriales no peligrosos.

### ➤ Instalaciones de Apoyo

Los residuos industriales no peligrosos, que se generaron durante la construcción de las instalaciones de apoyo, correspondieron a cantidades marginales e inferiores a aquellas aprobadas para fase de construcción del Proyecto Caserones, en la RCA N° 013/2010. Básicamente estuvieron constituidos por residuos de construcción (inertes), tales como escombros, pallets, estructuras metálicas, entre otros. De acuerdo con lo aprobado en la RCA N° 013/2010, todos aquellos residuos que tuvieron algún valor comercial fueron retirados y comercializados, o bien reciclados por empresas especializadas.

Por su parte, aquellos residuos sin valor comercial o que no pudieron ser reutilizados o reciclados, fueron dispuestos en el relleno sanitario de la faena Caserones, aprobado mediante RCA N° 013/2010. Las maderas importadas son quemadas.

### ➤ Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2

Los residuos sólidos industriales no peligrosos que se generarán en la fase de construcción del presente Proyecto consisten principalmente en escombros, pallets, gomas y elementos similares. Estos residuos serán dispuestos en el relleno sanitario autorizado mediante la RCA N° 013/2010 al interior de Faena Minera Caserones.

En la Tabla 1-25 se presenta una estimación de los residuos sólidos industriales no peligrosos para la fase de construcción:

**Tabla 1-25: Estimación de Residuos Sólidos No Peligrosos - fase de construcción del presente Proyecto**

Tipo Residuo	Cantidad estimada (ton)	Disposición	Frecuencia de retiro
Maderas	3,55	Quema (*) / Relleno Sanitario al Interior de Faena Minera Caserones, aprobado por RCA N° 013/2010	Semanal
Escombros	2,96		
Pallets	2,37		
Gomas	3,95		
Papeles	0,74		
Cartones	6,17		
<b>Total</b>	<b>19,73</b>		

\*: Las maderas importadas son quemadas.

Fuente: MLCC

## 1.8.8.4 Residuos Peligrosos

### ➤ Pozos de Recuperación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea

Los residuos peligrosos que fueron generados durante las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación consistieron principalmente en aguas con hidrocarburos y trapos con aceites usados e hidrocarburos. Estos residuos fueron almacenados en bodegas de almacenamiento y posteriormente, fueron enviados a un lugar de disposición final autorizado.

Cabe señalar que las cantidades generadas de este tipo de residuos fueron mínimas y estuvieron contenidas dentro de las cantidades de residuos peligrosos estimados para la fase de operación del Proyecto Caserones de acuerdo con la RCA N° 013/2010, correspondientes a 40 t/mes.

### ➤ Instalaciones de Apoyo

Los residuos peligrosos que fueron generados durante la fase de construcción de las instalaciones de apoyo consistieron principalmente en aguas con hidrocarburos y trapos con aceites usados e hidrocarburos. Estos residuos fueron almacenados en bodegas de almacenamiento y posteriormente, fueron enviados a un lugar de disposición final autorizado.

Cabe señalar que las cantidades generadas de este tipo de residuos fueron inferiores y no superaron las cantidades de residuos peligrosos que fueron estimadas en la RCA N° 013/2010 para la fase de construcción del Proyecto Caserones, correspondientes a 2.270 t.

### ➤ Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2

Se estima que durante la fase de construcción del presente Proyecto se generarán alrededor de 1 t de residuos peligrosos, de las características que se indican en la Tabla 1-26. Estos residuos serán almacenados en tambores herméticos y dispuestos temporalmente en la bodega de residuos peligrosos con que cuenta la Faena Minera Caserones, y que se encuentra aprobada por la RCA N°013/2010, para luego ser enviados a un sitio final de residuos peligrosos autorizados por la autoridad ambiental.

**Tabla 1-26: Estimación de Residuos Peligrosos - fase de construcción del presente Proyecto**

Tipo Residuo	Toneladas (t)
Pinturas	0,01
Aceites	0,72
Grasas	0,08
Huapies/trapos	0,18
<b>Total</b>	<b>0,99</b>

Fuente: MLCC, 2020.

## 1.9 Descripción Fase de Operación

En la presente sección se describe la operación de las partes, obras y acciones que ya han sido ejecutadas y forman parte de la operación actual de la Faena Minera Caserones, así como también, aquellas partes, obras y acciones cuya operación iniciará luego que el presente Proyecto reciba calificación ambiental favorable por parte de las autoridades competentes.

Las partes, obras y acciones que ya han sido ejecutadas y se encuentran actualmente en operación, corresponden a aquellas modificaciones que se propone regularizar a través del presente Proyecto, debido a que fueron construidas y operadas sin contar con aprobación ambiental (14 pozos de recuperación de infiltraciones en Quebrada La Brea); y aquellas que se propone actualizar, debido a que fueron construidas y/o son operadas con ciertas variaciones con respecto al diseño del proyecto que fue aprobado en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014 (instalaciones de apoyo: campamento, PTAS, estanque de almacenamiento de ácido sulfúrico y grupos generadores eléctricos).

Para un mejor entendimiento las fases del Proyecto Caserones, aprobado por RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014, y las fases del presente Proyecto que se somete a evaluación ambiental, se definen los siguientes conceptos relacionados a las partes, obras y acciones asociadas a la operación de la Faena Minera Caserones que se describen en esta sección:

- Fase de operación de la Faena Minera Caserones: Comprende el periodo desde el inicio de la producción de cátodos de cobre en la Planta SW-EW, en marzo de 2013, hasta el final de las actividades de procesamiento de mineral y producción de concentrados o cátodos de cobre, en el año 2037.
- Fase de operación del presente Proyecto: Las partes, obras y acciones que se propone regularizar y actualizar en el presente Proyecto se encuentran actualmente en operación y continuarán hasta el final de la fase de operación de la Faena Minera Caserones. Los ajustes en el diseño y operación del Depósito de Lamas La Brea corresponden a modificaciones de partes, obras y acciones de la fase de operación de la Faena Minera Caserones, aprobadas en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014. La operación del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 se iniciará al término de las actividades de construcción e instalación del nuevo sistema y se incorporará a la operación del sistema existente de manejo de aguas de lluvia aprobado en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014.

La fase de operación del presente Proyecto corresponde al periodo comprendido desde la obtención de la resolución de calificación ambiental favorable del presente Proyecto, hasta el final de la fase de operación de la Faena Minera Caserones, en el año 2037. Como se ha indicado anteriormente (sección 1.8), el periodo previsto para la fase de construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 será simultáneo con la fase de operación del presente Proyecto y de la Faena Minera Caserones.

### 1.9.1 Partes, Obras y Acciones Asociadas a la Fase de Operación

A continuación, se describen las partes, obras y acciones del presente Proyecto que ya se encuentran actualmente en operación y que se propone regularizar o actualizar, así como también, de aquellas que se ejecutarán luego de obtener la calificación ambiental favorable del presente Proyecto.

### **1.9.1.1 Regularización de la Operación de los Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea**

Los 14 pozos de recuperación que fueron incorporados al sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, y que se plantean regularizar como parte del presente proyecto, continuarán funcionando durante toda la fase de operación. La descripción de su operación se describe en la Sección 1.9.1.3, en la cual se describe la operación integral del Depósito de Lamas La Brea.

### **1.9.1.2 Actualización de la Operación de Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones**

#### **1.9.1.2.1 Área Campamento**

La fase de operación del Campamento corresponde al uso de sus instalaciones para el alojamiento, higiene, recreación, descanso, administración y alimentación del personal de la faena. En tal sentido, durante la fase de operación, el Proyecto utilizará los campamentos denominados de operación y construcción, cuya capacidad es de 2.000 trabajadores permanentes, y 1.000 trabajadores en caso de mantenciones esporádicas, respectivamente. Para ello se utilizarán los módulos existentes que cuentan con oficinas, dormitorios, planta de agua potable y PTAS.

Asimismo, se seguirán utilizando los servicios existentes en la actualidad los que incluyen casino, agua potable, alcantarillado de aguas servidas, electricidad, alumbrado y protección contra incendio. A su vez, el área exterior incluye zonas para actividades de recreación y deportivas, un centro de salud primaria, instalaciones para la llegada de buses, áreas de estacionamientos, vías de circulación internas y urbanización. El área del campamento considera además vías de circulación internas y urbanización.

#### **1.9.1.2.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas**

Tal como se ha indicado en la Sección 1.7.2.2, se estima un caudal máximo de generación de aguas servidas a tratar en la faena, de 360 m<sup>3</sup>/día durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones, considerando una dotación para consumo de agua de 150 l/hab-día, un coeficiente de recuperación de 0,8 y el número máximo conservador de 3.000 trabajadores (2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores durante periodos eventuales de mantenimiento).

Las PTAS que se encuentran operativas en la Faena Minera Caserones han sido diseñadas para que, en conjunto, ofrezcan una solución integral para el tratamiento de las aguas servidas en función de la dotación distribuida en los distintos sectores de la faena (ver Tabla 1-10 en la Sección 1.7.2.2). Las PTAS corresponden a las siguientes:

- Refugio Mina
- Truck Shop
- Plataforma 165
- Planta Piloto
- Campamento Carrizalillo (que incluye dos PTAS contiguas).

### PTAS Refugio Mina

Corresponde a una PTAS ubicada en el sector denominado “Refugio Mina”, diseñada para atender 340 trabajadores. Es una planta modular compuesta por pozo de elevación, estanque receptor (ecualizador), tratamiento de lodos activados, clarificador, digestor de lodos, desinfección y pozo elevación para el estanque de almacenamiento de agua tratada. Los parámetros de operación se presentan en la Tabla 1-27.

**Tabla 1-27: Parámetros de operación PTAS Refugio Mina**

N°	Área	Dotación (l/hab/día)	Trabajadores	Caudal máximo a tratar (m <sup>3</sup> /día)
1	Refugio Mina	30	340	8,16

Nota: Se considera una dotación de 30 L/hab-día para cada trabajador, durante su jornada de trabajo diaria en el área industrial.  
Fuente: MLCC, 2020.

### Truck Shop

La PTAS del sector Truckshop o Planta 1600, atiende en promedio 100 trabajadores y está diseñada para atender 200 trabajadores en total. Corresponde a una planta elevadora, tamiz rotatorio para retención de sólidos, dos estanques de ecualización, un estanque anóxico, dos reactores aerobios, un sistema de separación de lodo – agua mediante membranas de ultrafiltración y un digestor de lodo. El agua tratada que es filtrada por membranas se envía al sistema de desinfección a través de dosificación de cloro y posteriormente se almacena en estanque flexibles, para luego ser utilizada en el riego de caminos y/o plantaciones al interior de la Faena Minera Caserones, dado que su efluente cumple con la norma de Riego NCh 1.333. Los parámetros de operación de la PTAS se presentan en la Tabla 1-28.

**Tabla 1-28: Parámetros de operación PTAS Truckshop o Planta 1600**

N°	Área	Dotación (l/hab/día)	Trabajadores	Caudal máximo a tratar (m <sup>3</sup> /día)
1	Truck shop	30	200	4,8

Nota: Se considera una dotación de 30 L/hab-día para cada trabajador, durante su jornada de trabajo diaria en el área industrial.  
Fuente: MLCC, 2020.

### PTAS Plataforma 165

La PTAS del sector plataforma 165, atiende en promedio 390 trabajadores y está diseñada para atender 780 trabajadores en total. Corresponde a una planta modular compuesta por cámara de reja gruesa, planta elevadora, tratamiento de lodos activados, clarificador, desinfección, digestor y piscina de acumulación de agua tratada. Los parámetros de operación se presentan en la Tabla 1-29.

**Tabla 1-29: Coordenadas de ubicación de PTAS Plataforma 165**

N°	Área	Dotación (l/hab/día)	Trabajadores	Caudal máximo a tratar (m <sup>3</sup> /día)
1	Plataforma 165	30	780	18,72

Nota: Se considera una dotación de 30 L/hab-día para cada trabajador, durante su jornada de trabajo diaria en el área industrial.  
Fuente: MLCC, 2020.

### Planta Piloto

La PTAS del sector Planta Piloto, atiende en promedio 240 trabajadores y está diseñada para atender 480 trabajadores en total. Corresponde a una planta modular compuestas por cámara receptora, tratamiento de lodos activados, clarificador, desinfección, estanque de muestreo y estanque de acumulación de agua tratada. El caudal de aguas servidas proviene del servicio sanitario correspondiente a casino y baños. Los parámetros de operación se presentan en la Tabla 1-30.

**Tabla 1-30: Parámetros de operación PTAS Piloto**

N°	Área	Dotación (l/hab/día)	Trabajadores	Caudal máximo a tratar (m <sup>3</sup> /día)
1	Piloto	30	480	11,52

Nota: Se considera una dotación de 30 L/hab-día para cada trabajador, durante su jornada de trabajo diaria en el área industrial.  
Fuente: MLCC, 2020.

### PTAS Carrizalillo

En el Campamento Carrizalillo se han implementado dos PTAS, que en conjunto atienden a una población máxima de 3.000 trabajadores (2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores durante periodos eventuales de mantenimiento). Compuesta por dos sistemas de tratamiento con tecnología Lodos Activados (LA), denominadas “Planta 1.800” y “Planta 2.000”, sus nombres dependen de la capacidad de tratamiento en m<sup>3</sup>/día que posee cada una. Ambas plantas reciben aguas servidas provenientes del campamento de Carrizalillo, sin embargo, la “Planta 2.000” recibe exclusivamente aguas servidas provenientes del casino. Los parámetros de operación de la PTAS Carrizalillo se presentan en la Tabla 1-31.

**Tabla 1-31: Parámetros de operación PTAS Carrizalillo**

N° PTAS	Área	Dotación (l/hab/día)	Trabajadores	Caudal máximo a tratar (m <sup>3</sup> /día)
2	PTAS Carrizalillo	132	3.000	316,8

Nota: Se considera un escenario conservador del máximo de 3.000 trabajadores en faena, que incluye 2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores eventuales durante eventos de mantenimiento.  
Fuente: MLCC, 2020.

Mayor detalle se indica en el Anexo 10-D, del Capítulo 10 del presente EIA, correspondiente a los antecedentes del PAS 138 del D.S. N° 40/12 del MMA, referido al “Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza”.

### 1.9.1.2.3 Almacenamiento de Ácido Sulfúrico

El ácido se requiere para acidular la solución con la que se realiza el riego del depósito de lixiviación, en el proceso de electro obtención, y una cantidad menor se deriva para la planta de molibdeno. La operación de Faena Minera Caserones requiere aumentar el almacenamiento de ácido sulfúrico para asegurar su disponibilidad en periodo de invierno, y así poder mantener el plan de producción de la planta de hidrometalurgia. Así, se ha aumentado la capacidad del estanque aprobada ambientalmente de 300 a 345 m<sup>3</sup>, y se ha incorporado un (1) estanque de 345 m<sup>3</sup>, totalizando un almacenamiento de 690 m<sup>3</sup>. Cada estanque cuenta un pretil de seguridad capaz de contener un volumen equivalente al 110% de la capacidad del estanque de mayor capacidad, tal como lo exige la normativa.

Es importante mencionar que el consumo de ácido sulfúrico aprobada por RCA N° 013/2010 corresponde a 49.304 t/ anuales en promedio, y de 85.515 t/ anuales como máximo a utilizar, y el que se tiene previsto mantener, por ello tampoco se genera un aumento en el transporte de éste.

El área de recepción de ácido sulfúrico posee las siguientes características:

- Piso impermeable.
- Múltiple de recepción (*manifold*) de ácido y cañería hacia estanques, con conexiones a válvulas de descarga de camiones (descarga por gravedad).
- Canaleta de captación (goteos o derrames) rellena de material inerte, con pozo de neutralización.
- Depósito de cal para neutralizar eventuales derrames.
- Ducha de emergencia.

### 1.9.1.2.4 Grupos Generadores Eléctricos

El Proyecto incorporara en la fase de operación 12.000 kW (12 MW) grupos generadores eléctricos de respaldo adicionales a los existentes, ante la eventualidad de una caída en la alimentación eléctrica desde el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) o como respaldo ante problemas de transmisión interna. En tal sentido, los generadores se encuentran ubicados en distintos sectores de la faena minera y totalizan una capacidad de 21.500 kW (21.5 MW).

## 1.9.1.3 Operación de las Modificaciones por Ejecutar

### 1.9.1.3.1 Depósito de Lamas La Brea

La operación del Depósito de Lamas La Brea será optimizada producto de los ajustes operacionales que se le realicen como parte de la ejecución del Proyecto. En efecto, se consideran los siguientes ajustes durante la fase operación del depósito:

- Mantener la concentración porcentual en peso (Cp) de los sólidos en las lamas en 55-60% (en promedio mensual) para toda la vida útil del proyecto, medida luego de ser espesadas en el área de procesos;
- Disminuir la pendiente final de depositación de 2,25 % a 1,3%;
- Aumentar la capacidad de almacenamiento de lamas de 500 a 577 Mt, sin aumentar la superficie máxima de la cubeta (4,4 km<sup>2</sup>); y
- Aumentar el volumen del muro de 118,3 Mm<sup>3</sup> a 156,3 Mm<sup>3</sup>, y aumentar su altura en 33 m llegando a una altura final de 288 m, correspondiente a la cota 3.005 msnm. Con lo anterior, se incorporan dos fases adicionales (fase 15 y 16) al programa de crecimiento del muro autorizado mediante la RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

### **Peraltamiento del Muro**

El muro del Depósito de Lamas La Brea está constituido por material de empréstito, el cual considera un crecimiento aguas abajo con empinamiento de talud con membrana impermeabilizante aguas arriba y mantiene un crecimiento por etapas a través del peraltamiento progresivo del muro. Su construcción comenzó en el año 2014, y en el año 2018 alcanzó un volumen de 36 Mm<sup>3</sup>. Uno de los ajustes operacionales que se somete a evaluación, corresponde al crecimiento del muro hasta la cota de coronamiento de 3.005 msnm en la última etapa de peraltamiento (etapa 16), en la que se alcanzará un volumen acumulado final (hacia el año 2033) de 156,3 Mm<sup>3</sup>. El programa de crecimiento proyectado del muro se presenta en la Tabla 1-32.

**Tabla 1-32: Programa Crecimiento del Muro del Depósito de Lamas La Brea**

Etapa	Cota Relave (msnm)	Cota Coronamiento Muro (msnm)	Volumen aproximado Acumulado Muro (*) (Mm <sup>3</sup> )
7 <sup>b</sup>	2.883	2.888	5,1
8 <sup>b</sup>	2.896	2.901	14,4
9	2.909	2.914	24,8
10	2.922	2.927	36,4
11	2.935	2.940	48,9
12	2.948	2.953	62,3
13	2.961	2.966	76,3
14	2.974	2.979	91,2
15 <sup>c</sup>	2.987	2.992	118,6
16 <sup>c</sup>	3.000	3.005	120,3

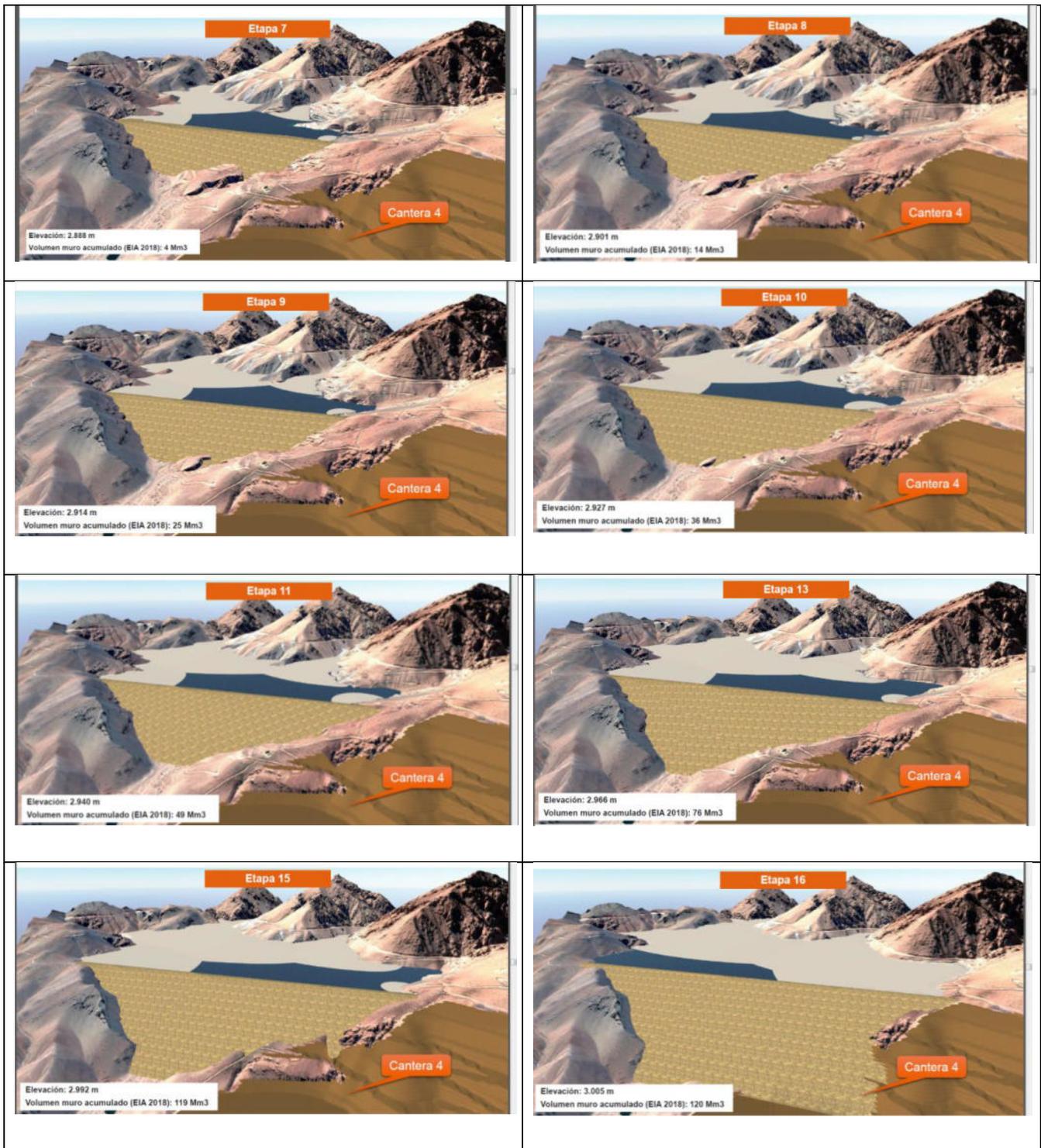
(\*) 120,3 Mm<sup>3</sup> corresponde al volumen acumulado desde la fase 7. No obstante, es preciso indicar que el volumen acumulado total del muro al finalizar la etapa 16 corresponderá a 156,3 Mm<sup>3</sup>.

<sup>b</sup> La etapa 7 se encuentra en ejecución y la etapa 8 iniciará en mayo 2020, conforme al proyecto autorizado mediante la RCA N° 013/2010 y Res. Ex. Res. Ex. 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

<sup>c</sup> El presente proyecto adiciona las últimas dos etapas sobre el proyecto autorizado mediante la RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018.

Fuente: Ingeniería Depósito La Brea (Arcadis, 2018).

En la Figura 1-19 se presenta un esquema tridimensional con el crecimiento del muro desde la etapa 7 a la 16.



**Figura 1-19: Etapas de crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea.**

Fuente: Ingeniería Depósito La Brea (Arcadis, 2018).

Los volúmenes que se excavarán en las canteras de material de empréstito por etapa, considerando un esponjamiento promedio de 14% (relación volumen material colocado en muro v/s volumen excavado cantera), corresponden a los indicados en la Tabla 1-33.

**Tabla 1-33: Volúmenes totales excavados canteras La Brea**

Etapa	Volumen aproximado Excavado Canteras <sup>a</sup> (Mm <sup>3</sup> )
7 <sup>b</sup>	4,5
8 <sup>b</sup>	12,6
9	21,8
10	31,9
11	42,9
12	54,6
13	66,9
14	80,0
15	104,0
16	105,5

<sup>a</sup> Factor de esponjamiento 1,14

<sup>b</sup> La etapa 7 se encuentra en ejecución y la etapa 8 iniciará en mayo 2020, conforme al proyecto autorizado mediante RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

Fuente: Ingeniería Depósito La Brea (Arcadis, 2018).

El crecimiento del muro necesita de la construcción de diversos caminos y ramales que permitan acceder a diferentes sectores donde se requiere colocar material. El material de empréstito se extraerá de las canteras ubicadas aledañas a este, que fueron aprobadas en el marco de la RCA N° 013/2010 (ver Sección 1.5.3 del presente Capítulo). Las cubriciones de los ramales y derivaciones para poder acceder a las diferentes zonas de crecimiento del muro a partir de la etapa 7 a la etapa 16, se resumen en la Tabla 1-34.

**Tabla 1-34: Cubicaciones Caminos Mineros Ruta: Cantera – Muro (Etapas 7 a 16 Construcción Muro)**

Fases / Etapas de Crecimiento del Muro	Cantera Proyectada - Muro	
	Corte [m <sup>3</sup> ]	Relleno [m <sup>3</sup> ]
<b>FASES 4,5,6</b>		
Etapa 7 <sup>a</sup>	307.802	556.551
Etapa 8 <sup>a</sup>	108.163	788.579
Etapa 9	30.908	273.400
Etapa 10	-	-
<b>Sub Total Fase 4, 5 y 6</b>	<b>446.874</b>	<b>1.618.529</b>
<b>FASE 7</b>		
Etapa 11	190.620	571.860
Etapa 12	125.580	376.740
Etapa 13	30.480	91.440
Etapa 14	190.620	571.860
Etapa 15	125.580	376.740
Etapa 16	30.480	91.440
<b>Sub Total Fase 7</b>	<b>693.360</b>	<b>2.080.080</b>
<b>TOTAL CAMINOS</b>	<b>1.140.234</b>	<b>3.698.609</b>

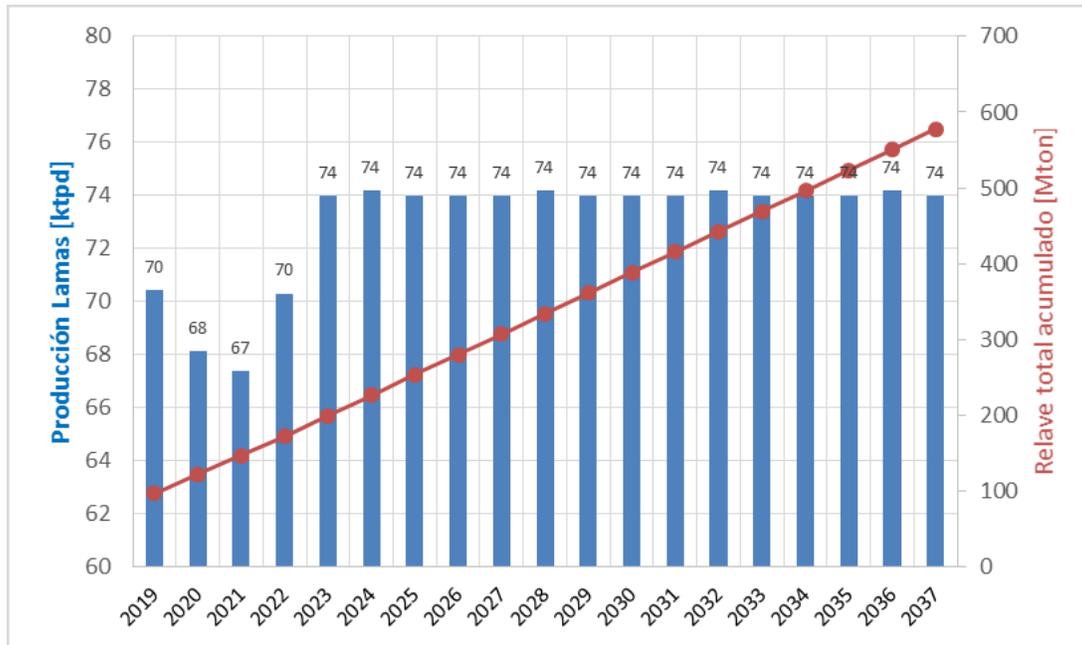
<sup>a</sup> La etapa 7 se encuentra en ejecución y la etapa 8 iniciará en mayo 2020, conforme al proyecto autorizado mediante RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

Fuente: Ingeniería Arcadis 2018.

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-B PAS 135 Permiso para la construcción y operación de depósitos de relaves. El plano con el detalle de las obras del presente Proyecto relacionadas al Depósito de Lamas La Brea se presenta en el ANEXO 1-C, Apéndice IV.

### Cantidad Estimada de Relaves a Depositar

En la Figura 1-20 se presenta el plan estimado de producción de relaves expresado en ktpd, hasta el final de la vida útil del Proyecto en que se alcanzará 577 Mt, en el año 2037.



**Figura 1-20: Tasa de producción de relaves – operación en régimen (ktpd)**

Fuente: Ingeniería para EIA Depósito de lamas La Brea Caserones (Arcadis, 2018).

### Caracterización Geoquímica del Relave y Físico-química de las Aguas Contactadas

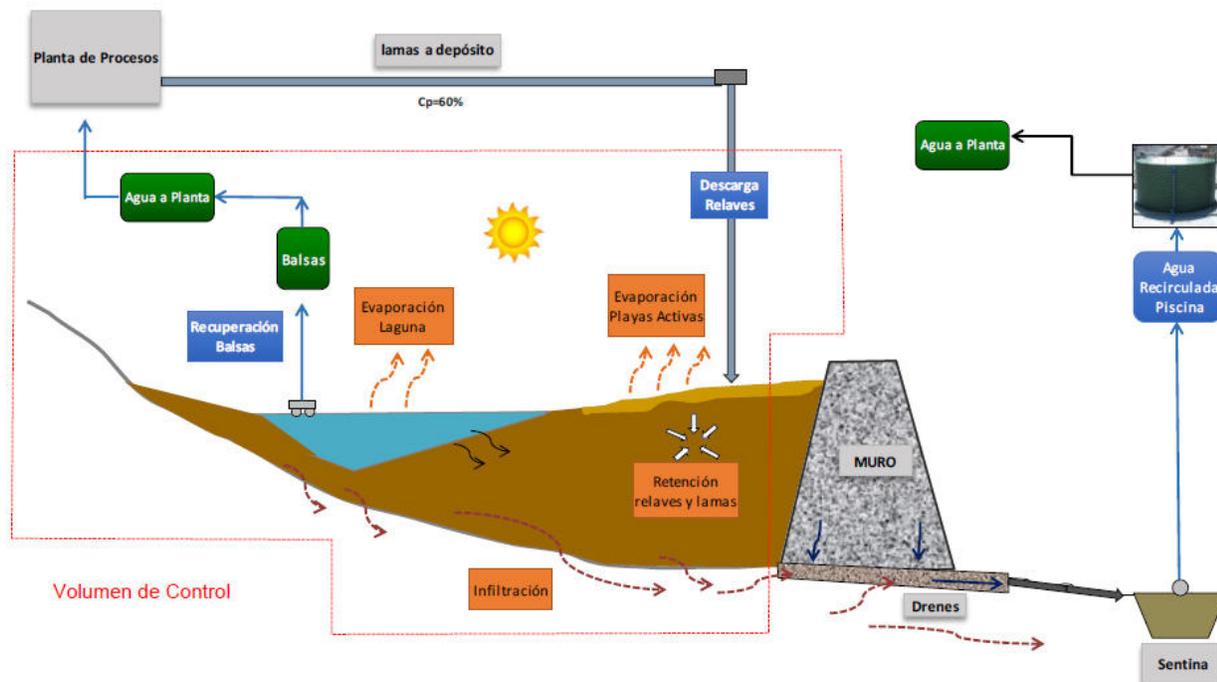
En el ANEXO 1-G Modelo Geoquímico del Depósito de Lamas (Amphos21 2018), se presentan los resultados de caracterización geoquímica de del depósito de lamas, en base a un total de seis muestras extraídas del depósito, en las cuales se realizaron los siguientes ensayos geoquímicos estáticos: ABA (*Acid Base Accounting*), NAG (*Net Acid Generation*), análisis químico de roca total (*Whole Rock Analysis*) y mineralogía por medio de TESCAN. En base a los resultados de los ensayos ABA, todas las muestras indican un alto potencial de generación de acidez. Del mismo modo, los resultados el extracto del ensayo NAG, indican que bajo condiciones extremas de oxidación, el potencial de lixiviación de metales y otros elementos, solo podría ser elevado para el caso del cobre, hierro y sulfatos; y aluminio en los casos con muy altos contenidos de sulfuros. No obstante, estos resultados serán complementados en la medida que avanza la operación y nuevos materiales sean procesados y depositados, con el objetivo de robustecer la representatividad, monitorear posibles desviaciones y representar la variabilidad.

En tanto, las aguas de contacto desde el depósito de lamas pueden ser caracterizadas mediante los análisis hidroquímicos de las aguas de la laguna y las aguas captadas por los drenes del depósito. Históricamente estas fuentes han sido monitoreadas en varias estaciones, según se describe en la Sección 3.62 del Informe de Modelo Hidrogeológico Conceptual de La Brea, presentado como Anexo 4-B del Capítulo 4 Evaluación de Impactos) donde se analizan registros entre julio de 2014 y febrero de 2019 de las aguas de la laguna y registros entre noviembre de 2014 y febrero de 2019 de análisis de las aguas captadas en los drenes. Los registros indican valores de pH

ligeramente alcalinos en la laguna y neutros en los drenes, sin registrarse aguas ácidas. La conductividad eléctrica, el sulfato y el cloruro han registrado tendencias en general crecientes en el tiempo, con valores máximos registrados en 2018. La conductividad se ha registrado por encima de 3.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con valores hasta 4.200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; el sulfato se ha registrado en concentraciones mayores a 1.000 mg/L, con valores máximos cercanos a 2.400 mg/L; y el cloruro se ha registrado en concentración mayores a 100mg/L, con valores promedio máximos de 185 mg/L. En cuanto a metales traza, se observa que la laguna presenta, en comparación al dren, concentraciones promedio levemente mayores de aluminio, arsénico y hierro total, y similares en cuanto a cinc. Las concentraciones de cobre, en tanto, son de un orden de magnitud mayor en la laguna en comparación con el dren y solo el manganeso presenta una excepción, pues presenta concentraciones mayores en el agua del dren. Más información se presenta en el Informe de Modelo Hidrogeológico Conceptual de La Brea, presentado como Anexo 4-B del Capítulo 4 Evaluación de Impactos.

### Manejo de Aguas Claras e Infiltraciones

En la Figura 1-21, se muestra un esquema que conceptualiza el manejo de aguas claras e infiltraciones en el Depósito de Lamas La Brea.



**Figura 1-21: Esquema de flujos considerados en el balance de aguas y volumen de control.**

Fuente: Balance Aguas La Brea Caserones (Arcadis, 2019).

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-E PAS 155 “Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, asociado al depósito de lamas”.

## Laguna de Clarificación

Durante la operación del Depósito de Lamas La Brea, se mantendrá la laguna de clarificación con un volumen igual o inferior a 900.000 m<sup>3</sup>, que corresponde al volumen máximo aprobado sectorialmente mediante Resolución Exenta N° 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

## Estimación de Infiltraciones

En el Informe “Modelo 3D para estimación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea” (Arcadis 2020), que se presenta en el Capítulo 4 Evaluación de Impactos del presente EIA, específicamente en el Apéndice B del Anexo 4-B Informe de Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada La Brea, se indica que la predicción del caudal de infiltraciones desde el depósito de lamas tendría una magnitud entre los 50 L/s y 120 L/s durante la fase de operación.

## Sistema de Recuperación y Recirculación de Aguas

El sistema de recuperación y recirculación de agua del Depósito de lamas La Brea comprende a su vez los siguientes sistemas:

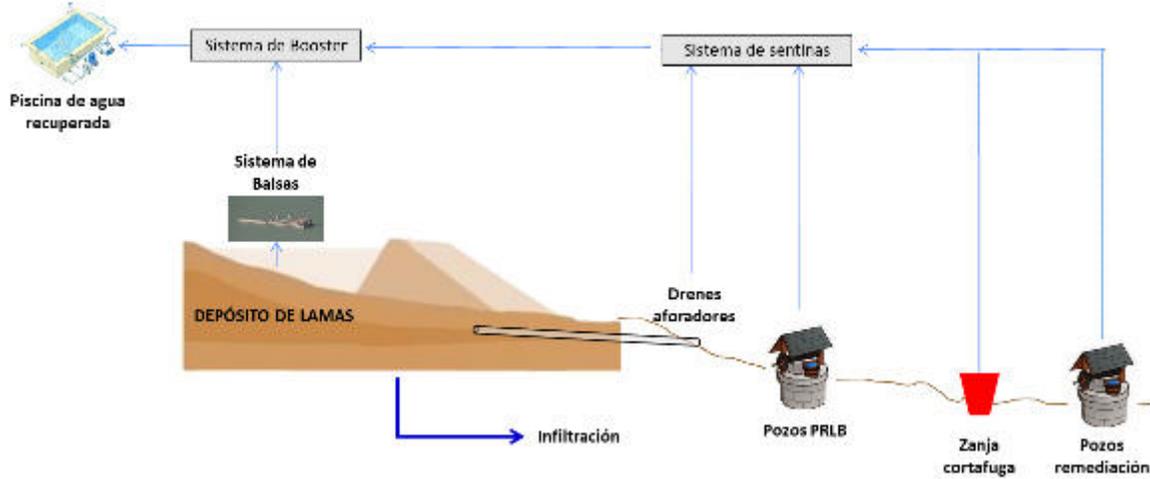
- **Sistema de Recuperación de Agua desde la Cubeta**

El bombeo desde la laguna de clarificación es una de las medidas principales para el control del volumen de agua libre en la cubeta, por lo que para ello se han instalado 4 bombas independientes, 3 de ellas montadas sobre balsas y una horizontal que se instaló en el borde de la laguna de clarificación sobre suelo natural. Además, existe una cuarta bomba vertical en stand-by para reemplazo en caso de falla o mantención. El agua recuperada en la cubeta es conducida mediante impulsión hacia la estación Booster 2.

- **Sistema de Control de Infiltraciones**

El sistema de control de infiltraciones permite contener y recuperar las infiltraciones de agua contactada que pudiesen percolar hacia el sistema acuífero infrayacente al depósito de lamas y fluir a través del sistema subterráneo de la quebrada La Brea. El sistema de control de infiltraciones potenciado, compuesto por drenes, zanja cortafugas, pozos de recuperación, ubicados aguas arriba de la zanja cortafugas, y pozos de remediación aguas abajo de la zanja cortafugas. Las aguas que son interceptadas por el sistema de control de las infiltraciones pueden ser reutilizadas en procesos mineros de la Faena Minera Caserones.

En la Figura 1-22 se muestra un esquema que representa el diagrama de flujo de las aguas del sistema de control de infiltraciones y recirculación de aguas recuperadas en la quebrada La Brea.



**Figura 1-22: Esquema del sistema de control de infiltraciones y recirculación de aguas recuperadas en Quebrada La Brea**

Fuente: MLCC, 2020

MLCC cuenta con la totalidad de los derechos de aprovechamiento de agua (DAA) sobre el agua natural pasante desde la quebrada La Brea y, de acuerdo con la evaluación ambiental del mismo Proyecto y sus antecedentes complementarios, la recarga natural de esta quebrada es de 13 l/s<sup>23</sup> y los derechos evaluados sectorialmente para operar los pozos de remediación corresponden a 28 l/s<sup>24</sup>. Para asegurar la extracción de máximo 28 l/s de agua subterránea natural, cada año se efectúa un estudio isotópico en función del cual se establece un límite máximo de caudal a bombear para el conjunto de 19 pozos. Las campañas isotópicas en terreno se realizarán durante los meses de enero y febrero de cada año para obtener sus resultados durante el primer semestre del año respectivo.

Debido al crecimiento del muro del depósito de lamas que se propone en este Proyecto, y por la dinámica propia de los sistemas acuíferos en que algunos se secarán en la medida que el sistema sea más eficiente y los niveles desciendan, algunos de los pozos de recuperación serán reubicados progresivamente, en ubicaciones que no interfieran con la proyección de crecimiento del muro. En el Capítulo 7 Plan de Mitigación, Reparación y Compensación del presente EIA, se describen las medidas contempladas para mantener y optimizar el sistema de control de infiltraciones, específicamente relacionados con los pozos de recuperación y remediación, incluyendo la opción de reemplazo de aquellos pozos que se localizan en el área proyectada de crecimiento de muro y de aquellos que presentan menor eficiencia de bombeo, que permita optimizar la captura de las infiltraciones en el sistema.

### ▪ Sistema de Recirculación de Aguas Recuperadas

El agua de filtraciones es impulsada mediante las estaciones Sentina 1, Sentina 2A y Sentina 3A hasta la estación Booster 2, donde también son impulsadas las aguas recuperadas desde la laguna de aguas claras. Desde la

<sup>23</sup> Los Estudios Hidrogeológicos Complementarios validados por la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, previo informe favorable de la DGA, estiman un caudal natural pasante en la Quebrada La Brea de 13,3 l/s. En efecto, en el Informe "Estudios Hidrogeológicos Complementarios Control de Infiltraciones Depósitos de Lamas Quebrada La Brea. Rev. A", a propósito del modelo numérico, en su sección 6, se especifica expresamente que el que el caudal natural pasante estimado mediante Darcy es de 13, 3 l/s

<sup>24</sup> MLCC cuenta con 28 l/s de derechos de agua en el sector de La Brea, otorgados por la DGA mediante las Resoluciones Exenta N°444 y N°445, ambas del 2014. El caudal de extracción de 28 l/s, además de corresponder a los DAA autorizados, corresponde al caudal autorizado ambientalmente para el bombeo de los pozos de remediación de la quebrada La Brea, según se especifica en el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos, que fue validado por la Comisión de Evaluación del Región de Atacama mediante la Resolución Exenta N°064 de 07 de marzo de 2014.

estación Booster 2, el flujo es impulsado hasta la estación Booster 3 y finalmente hasta la Piscina de Agua Recuperada (PAR) del área de procesos, para su reutilización.

Debido al crecimiento del muro del depósito de lamas que se propone en este Proyecto, se ha previsto reubicar ciertas instalaciones del sistema de recirculación de aguas recuperadas, mediante la reubicación del circuito asociado a las sentinas 2A y 3A.

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en los 10-B PAS 135 “Permiso para la construcción y operación de depósitos de relaves” y Anexo 10-E PAS 155 “Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, asociado al depósito de lamas”.

### **1.9.1.3.2 Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2**

Durante la operación, el sistema de conducción de aguas naturales de la quebrada Variante 2, que escurre hacia el sistema de desvío de aguas naturales Suroriente de La Brea, entrará en funcionamiento de manera muy eventual ya sea en periodo de deshielo en años muy lluviosos o bien bajo crecidas pluviales. Las aguas serán conducidas hacia el río Ramadillas, evitando que estas sean contactadas.

Mayor se encuentra se información en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-E PAS 155 “Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, asociado a la variante 2”.

## **1.9.2 Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que establezca el Inicio y Término de la Fase**

El Depósito de Lamas La Brea, los pozos de recuperación de infiltraciones y las instalaciones de apoyo que se modifican como parte del presente Proyecto son partes y obras que se encuentra en operación y, por lo tanto, las modificaciones sometidas a evaluación mediante el presente EIA son parte de la continuidad operacional. Por consiguiente, el inicio de la fase de operación del presente Proyecto se asocia a la obtención de la resolución de calificación ambiental favorable, estimada aproximadamente en setiembre de 2021, mientras que el término de la fase de operación se prevé en el año 2037, fecha establecida en la RCA N° 013/2010 para el término de la fase de operación de la Faena Minera Caserones.

### **1.9.3 Cronograma**

A continuación, en la Tabla 1-35 se presenta el cronograma de actividades de la fase de operación correspondiente a las partes y obras que se plantean regularizar, actualizar y modificar en el presente Proyecto.

**Tabla 1-35: Cronograma de la fase de operación del presente Proyecto**

Partes y obras de la fase de operación del presente proyecto	Años																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Pozos de recuperación de infiltraciones en quebrada La Brea																	
Instalaciones de apoyo a la Faena Minera Caserones																	
Ajustes de diseño Depósito de Lamas La Brea																	
Peraltamiento Depósito de Lamas La Brea <sup>a</sup>																	
Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 <sup>b</sup>																	

<sup>a</sup> El crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea se estima realizar durante 13 años contados a partir del año 2021, hasta alcanzar la cota de coronamiento 3.005 msnm en el año 2033. El presente proyecto considera las nuevas etapas 15 y 16, que se estima que se construirá entre el 2029 y el 2033.

<sup>b</sup> La construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 durará aproximadamente 10 meses (ver Sección 1.7.3)

Fuente: Elaboración propia

### 1.9.4 Mano de Obra

La mano de obra requerida para la Faena Minera Caserones durante la fase de operación se mantendrá en 2.000 trabajadores permanentes, que se encontrarán simultáneamente durante la operación normal de la faena, y 1.000 trabajadores para trabajos eventuales de mantenimiento.

Los 2.000 trabajadores permanentes incluyen la mano obra que fue estimada originalmente en la RCA N° 13/2010 (1.500 trabajadores) y se adicionan 500 trabajadores que ha sido requerido incorporar de manera permanente para la fase de operación, lo cual constituye una de las modificaciones que se actualizan mediante el presente Proyecto. La mano de obra para trabajos eventuales de mantenimiento (1.000 trabajadores) fue establecida en la RCA N° 13/2010 y no es modificada por el presente Proyecto.

### 1.9.5 Actividades de Mantenimiento y Conservación

Durante el desarrollo del Proyecto se considera la realización de mantenciones preventivas periódicas, que permitan eliminar a tiempo alguna no conformidad potencial o cualquier otra situación con potencial indeseable y así, tomar alguna acción para eliminar la causa probable de esta no conformidad. De generarse alguna no conformidad o alguna situación con potencial indeseable, se realizarán mantenciones correctivas, donde se tomarán medidas y acciones para ser corregida a la brevedad posible y controlar el posible impacto generado.

## 1.9.6 Suministros Básicos

### 1.9.6.1 Energía

Durante la fase de operación, el suministro de energía se realizará a través de las conexiones a la red de distribución eléctrica existentes en la Faena Minera Caserones que proviene desde el SEN (Sistema Eléctrico Nacional).

Además, en la faena se han instalado grupos generadores eléctricos de respaldo, ante la eventualidad de una caída en la alimentación desde el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) o como respaldo ante problemas de transmisión interna, los cuales se encuentran ubicados en distintos sectores de la faena minera y su capacidad total asciende a 21.500 kW (21,5 MW) de potencia instalada. Lo anterior incluye los grupos generadores que se ha requerido incorporar a la faena en la fase de operación, con una capacidad de 12.000 kW (12 MW), lo cual constituye una de las modificaciones que se actualizan mediante el presente Proyecto.

### 1.9.6.2 Agua Potable

El consumo de agua durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones se ha incrementado a aproximadamente 3,5 l/s (300 m<sup>3</sup>/día) para atender los 2.000 trabajadores permanentes y 5,2 L/s (450 m<sup>3</sup>/día) durante los eventos esporádicos de mantenimiento, en los que se podría requerir atender hasta 3.000 trabajadores en total. La estimación considera una dotación de 150 l/hab-día. Los caudales de consumo de agua son mayores en comparación al consumo de agua potable que fue estimado en 2 l/s en el proyecto original (RCA N° 13/2010), debido principalmente al incremento en 500 trabajadores permanentes adicionales (ver Sección 1.9.4).

No obstante, cabe precisar que, si bien en la RCA N° 13/2010 se indica el caudal estimado de 2 l/s de consumo de agua para la fase de operación, el caudal para abastecer los trabajadores permanentes que fueron considerados en la RCA N° 13/2010 (1.500 trabajadores) debiera haber sido de 2,6 l/s (225 m<sup>3</sup>/día), considerando la dotación de 150 l/hab-día indicada en la misma RCA. Además, el caudal para abastecer el número máximo de 2.500 trabajadores que fueron considerados en la RCA N° 13/2010 (1.500 permanentes y 1.000 para trabajos eventuales de mantenimiento), debiera haber sido de 4,3 l/s (375 m<sup>3</sup>/día).

Cabe precisar que el abastecimiento del agua en la faena durante la fase de operación es el mismo aprobado en RCA N° 13/2010, y considera los derechos de agua ya aprobados.

La Faena Minera Caserones posee un sistema de agua potable en los sectores que se indican en la Tabla 1-36, en la cual se estiman las cantidades máximas de agua potable que abastecen en cada sector, considerando el escenario en que se requiera atender 3.000 trabajadores de forma simultánea en la faena, durante los eventos esporádicos de mantenimiento.

**Tabla 1-36: Sistema de agua potable en la fase de operación del presente Proyecto <sup>a</sup>**

Área	Dotación (l/persona-día) <sup>b</sup>	Personas	Capacidad (m <sup>3</sup> /día)
Refugio Mina	30	340	10,2
Truck Shop <sup>c</sup>	30	200	6
Plataforma 165 (Plantas) <sup>c</sup>	30	780	23,4
Planta Piloto	30	480	14,4
Campamento Carrizalillo <sup>d</sup>	132	3.000	396
<b>Total</b>			<b>450</b>

<sup>a</sup>: Se considera un escenario conservador del máximo de 3.000 trabajadores en faena, que incluye 2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores eventuales durante mantenciones.

<sup>b</sup>: Se considera una dotación de 30 L/s por trabajador en el área industrial

<sup>c</sup>: Las PTAS Truck Shop y Plataforma 165 se ubican en el área de procesos de la Faena Minera Caserones.

<sup>d</sup>: El Campamento Carrizalillo comprende el campamento de operación, que alberga los trabajadores permanentes, y el campamento de construcción, que alberga los trabajadores durante trabajos esporádicos de mantenimiento.

Fuente: MLCC, 2020.

### 1.9.6.3 Combustible

Durante la fase de operación se requerirá petróleo diésel para el funcionamiento de vehículos livianos y camiones de transporte de materiales y de equipos generadores de energía eléctrica de respaldo. El abastecimiento será obtenido de las estaciones de combustibles existentes en la faena.

### 1.9.6.4 Alojamiento, Alimentación y Servicios Higiénicos

Los trabajadores asociados a las distintas actividades de operación del Proyecto se alojarán en los campamentos habilitados en el fundo Carrizalillo, según fue establecido en la RCA N° 013/2010. El campamento de operación alberga los trabajadores permanentes y el campamento de construcción alberga trabajadores durante eventos esporádicos de mantenimiento. Ambos campamentos suministran los servicios básicos al personal (alojamiento, alimentación y recreación). Para el servicio de alimentación, la faena minera cuenta con casinos para la preparación y manipulación de alimentos y comedores. De la misma forma, en cuanto a los servicios higiénicos, se utilizarán los existentes en la Faena Minera Caserones, aprobados mediante la RCA N° 013/2010, los cuales cumplen con los requerimientos establecido en el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Generales de los Lugares de Trabajo (Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud).

### 1.9.6.5 Maquinarias y Equipos

El tipo y cantidad de maquinaria y equipos utilizados específicamente para las actividades de la fase de operación del presente Proyecto, se presenta en la Tabla 1-37.

**Tabla 1-37: Maquinaria y equipos a utilizar en la fase de operación del presente Proyecto**

Parte, obra u acción	Tipo de Maquinaria/Equipo	Cantidad
Operación del Depósito de lamas La Brea	Cargador frontal	2
	Perforadora producción	2
	Perforadora precortes	2
	Bulldozer	5
	Excavadora	2
	Motoniveladora	2
	Wheeldozer	3
	Camión minero	10
	Camión fabrica	1
	Camión aljibe	3
	Camionetas	4
	Compactador	2
	Camión lubricador	1
	Camión combustible	1
	Grupo electrógeno	1
Bombas	12	

Fuente: MLCC, 2020.

### 1.9.6.6 *Empréstitos*

Durante la fase de operación se requerirán empréstitos para las actividades asociadas al crecimiento del muro del Depósito de lamas La Brea. Los empréstitos se obtendrán de las canteras aprobadas mediante la RCA N° 013/2010 que se encuentran al interior de Faena Minera Caserones.

### 1.9.6.7 *Transporte*

La RCA N° 013/2010 consideró que los viajes generados por la Faena Minera Caserones en su fase de operación estarían asociados principalmente con el tránsito de camiones que transportan productos (concentrado de cobre, de molibdeno y cátodos de cobre) desde el área del proyecto, camiones que ingresan con insumos para los procesos de concentración o lixiviación, buses para trasladar el personal del proyecto y vehículos livianos utilizados por ejecutivos de la empresa y/o visitas.

En la RCA N° 013/2010 se indicó que la cantidad estimada de viajes asociados a la fase de operación de la Faena Minera Caserones sería de un flujo promedio mensual de 7.631 viajes/mes y un flujo mensual máximo de 8.697 viajes/mes en el año de mayor actividad (que fue estimado para el año 2017). El flujo promedio mensual de viajes correspondiente a transporte en buses fue estimado en 256 viajes/mes (ver Tabla 1-20 que se presenta en la Sección 1.8.5.7).

Las modificaciones que plantea el presente Proyecto, tanto para regularizar y actualizar obras ejecutadas o para proponer nuevas modificaciones, no demandará vehículos adicionales o mayor número de viajes para el transporte de productos o insumos. La única modificación que demanda un mayor número de tránsito de buses corresponde al incremento de 500 trabajadores permanentes que requieren traslado desde y hacia la faena. Esta modificación ha significado cambiar de 1.500 a 2.000 trabajadores la mano de obra permanente en la fase de operación con respecto a lo aprobado ambientalmente en la RCA N° 013/2010. Considerando los viajes adicionales requeridos para el traslado de los 500 trabajadores adicionales, el total de viajes de buses se ha registrado en un rango entre 500 y 1.000 viajes/mes, tal como se puede observar en la Tabla 1-21 que se presenta en la Sección 1.8.5.7, en la cual se aprecia el registro de flujo vehicular registrado desde y hacia la Faena Minera Caserones, en el año 2017, que significa un flujo de buses mayor con respecto a la estimación del proyecto original indicado en la RCA N° 013/2010.

No obstante, el flujo vehicular total mensual promedio del año 2017 (6.409 viajes/mes) ha sido menor que el flujo vehicular total mensual promedio indicado en la RCA N° 013/2010 (7.631 viajes/mes) y el flujo máximo mensual registrado (8.653 viajes/mes) en el año 2017 también ha sido menor al flujo máximo mensual indicado en la RCA N° 013/2010 (8.697 viajes/mes).

Cabe precisar que el presente Proyecto considera que el tránsito de vehículos se realizará mediante las mismas rutas de acceso aprobadas mediante RCA N° 013/2010.

### **1.9.7 Cuantificación y Forma de Manejo de los Productos Generados, Así como el Transporte Considerado para su Manejo o Despacho**

El Proyecto no genera nuevos productos a los que han sido evaluados ambientalmente y aprobados en la RCA N° 013/2010 y tampoco cambia sus cantidades, forma de manejo o transporte considerado.

### **1.9.8 Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer o Explotar por el Proyecto o Actividad para Satisfacer sus Necesidades**

Las actividades y obras del presente Proyecto no contemplan la extracción o explotación de recursos naturales renovables.

### **1.9.9 Emisiones del Proyecto o Actividad y Formas de Abatimiento y Control Contempladas**

#### **1.9.9.1 Emisiones Atmosféricas**

Durante la fase de operación del presente Proyecto, las actividades y fuentes generadoras de emisiones atmosféricas son asociadas a los movimientos de tierras en el tránsito de vehículos entre las canteras y el crecimiento del muro, y la operación de los grupos generadores eléctricos. Las emisiones de los contaminantes a generarse durante la fase de operación del presente Proyecto se presentan en la Tabla 1-38.

**Tabla 1-38: Emisiones atmosféricas fase de operación del presente Proyecto**

Año	Emisión (t/año)						
	MP2.5	MP10	MP30	CO	NOx	SO2	HC
2019 (ejecutado) <sup>a</sup>	184,72	1253,03	3802,40	234,11	1194,81	4,79	55,21
2020 (en ejecución) <sup>a</sup>	265,27	1944,29	6179,19	305,07	1622,61	5,29	68,32
2021 (Año 1)	296,23	2144,75	6863,86	334,14	1784,74	5,42	76,50
2022 (Año 2)	328,79	2348,66	7559,74	364,67	1953,87	5,54	85,34
2023 (Año 3)	228,79	1492,15	4614,94	276,31	1421,71	4,93	68,88
2024 (Año 4)	228,79	1492,15	4614,94	276,31	1421,71	4,93	68,88
2025 (Año 5)	243,47	1569,74	4878,38	290,39	1497,08	4,98	73,53
2026 (Año 6)	243,47	1569,74	4878,38	290,39	1497,08	4,98	73,53
2021 (Año 7)	258,09	1643,48	5128,31	304,53	1572,09	5,02	78,33
2028 (Año 8)	258,09	1643,48	5128,31	304,53	1572,09	5,02	78,33
2029 (Año 9)	274,57	1729,37	5419,86	320,12	1655,36	5,07	83,49
2030 (Año 10)	274,57	1729,37	5419,86	320,12	1655,36	5,07	83,49
2031 (Año 11)	393,41	2750,38	8930,48	424,87	2287,00	5,80	102,83
2032 (Año 12)	393,41	2750,38	8930,48	424,87	2287,00	5,80	102,83
2033 (Año 13)	277,70	1024,47	2945,78	339,23	1627,19	4,39	117,64
2034 (Año 14)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2035 (Año 15)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2036 (Año 16)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2037 (Año 17)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00

<sup>a</sup> Las estimaciones de emisiones de los años 2019 y 2020 corresponden al crecimiento del muro de las etapas 7, 8 y 9 conforme lo autorizado en la RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

Fuente: ANEXO 1-E Inventario de Emisiones Atmosféricas del presente EIA.

Tal como se puede observar en la tabla anterior, las mayores emisiones se generarán durante los años 11 y 12 del Proyecto (años 2031 y 2032). Mayores antecedentes de las emisiones atmosféricas se presentan en el ANEXO 1-E del presente EIA.

### 1.9.9.2 Emisiones de Ruido

Las emisiones de ruido a generar durante la fase de operación del Proyecto serán originadas básicamente por las actividades de crecimiento del muro y funcionamiento de grupos electrógenos. Para ello, se obtuvieron los niveles de potencia sonora de las fuentes generadoras de ruido, las que se muestran en la Tabla 1-39.

**Tabla 1-39: Potencia acústica fase de operación del presente Proyecto**

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw [dB(A)] c/u
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Cargador frontal	2	88.8	93.9	96.4	102.8	101.0	99.2	93.0	83.9	107
Perforadora producción	2	86.8	104.9	97.4	103.8	108.0	108.2	105.0	100.9	113.7
Perforadora precortes	2	86.8	104.9	97.4	103.8	108.0	108.2	105.0	100.9	113.7
Bulldozer	5	84.8	92.9	95.4	101.8	110.0	99.2	94.0	84.9	111.2
Excavadora	2	86.8	89.9	96.4	101.8	101.0	100.2	97.0	89.9	107
Motoniveladora	2	89.8	98.9	102.4	103.8	112.0	107.2	103.0	91.9	114.5
Wheeldozer	3	84.8	92.9	95.4	101.8	110.0	99.2	94.0	84.9	111.2
Grupo electrógeno	3	66.9	78.0	85.5	90.9	92.1	91.3	88.1	81.0	97.3
Camiones mineros	8	90.8	105.9	108.4	109.8	111.0	110.2	105.0	96.9	116.7
Camión fabrica	1	89.8	97.9	99.4	102.8	103.0	102.2	105.0	94.9	110.3
Camión aljibe	2	82.8	93.9	86.4	96.8	99.0	103.2	102.0	92.9	107.4
Camionetas	4	69.0	77.9	76.4	82.8	92.8	93.8	91.8	85.2	98.1
Compactador	2	88.8	96.9	94.4	97.8	103.0	102.2	98.0	89.9	107.7
<b>Lw total</b>		<b>103.3</b>	<b>116.9</b>	<b>118.3</b>	<b>120.6</b>	<b>124.0</b>	<b>121.5</b>	<b>117.3</b>	<b>110.3</b>	<b>128</b>

Fuente: ANEXO 1-F Estudio de Impacto Acústico y Vibratorio del presente EIA.

Mayores antecedentes ver ANEXO 1-F Estudio de Impacto Acústico y Vibratorio del presente EIA.

### 1.9.9.3 Emisiones Líquidas

Conforme al proyecto aprobado por RCA N° 013/2010, la Faena Minera Caserones no vierte efluentes líquidos a cuerpos receptores naturales. A continuación, en la Tabla 1-40 se presenta la estimación de generación de aguas servidas para fase de operación de la Faena Minera Caserones.

**Tabla 1-40: Emisiones líquidas – Fase de operación del presente Proyecto <sup>a</sup>**

Área	Dotación de agua (L/hab-día) <sup>b</sup>	Número de personas consideradas para el diseño de las plantas	Coefficiente de recuperación	Caudal a tratar (m <sup>3</sup> /día)
Refugio Mina	30	340	0,8	8,16
Truck Shop	30	200	0,8	4,8
Plataforma 165	30	780	0,8	18,72
Planta Piloto	30	480	0,8	11,52
Campamento Carrizalillo <sup>c</sup>	132	3000	0,8	316,8
<b>Total</b>				<b>360</b>

<sup>a</sup> Se considera un escenario conservador del máximo de 3.000 trabajadores en faena, que incluye 2.000 trabajadores permanentes y 1.000 trabajadores eventuales durante mantenciones.

<sup>b</sup> Se considera una dotación de 30 L/s por trabajador en el área industrial.

<sup>c</sup> Comprende la estimación de aguas servidas a tratar en las dos PTAS ubicadas en el Campamento Carrizalillo (campamentos de operación y construcción).

Fuente: MLCC, 2020.

Las aguas servidas son tratadas en las seis PTAS que se encuentran operativas en la Faena Minera Caserones, las cuales han sido diseñadas para que, en conjunto, ofrezcan una solución integral para el tratamiento de las aguas servidas en función de la dotación distribuida en los distintos sectores de la faena (ver Sección 1.9.1.2.2).

Los efluentes tratados en cada una de las PTAS cumplen con la Norma de Riego 1.333 y seguirán siendo utilizados en la humectación de caminos, riego de plantaciones y en el proceso industrial (concentradora y, en menor medida, electro obtención). Mayor detalle se indica en el Anexo 10-D del presente EIA, correspondiente a los antecedentes del PAS 138, “Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza”.

## 1.9.10 Cantidad de Manejo de Residuos, Productos Químicos y Otras Sustancias que pueden Afectar el Medio Ambiente

### 1.9.10.1 Residuos Sólidos Domésticos

Durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones, se prevé la generación de Residuos Sólidos Domésticos (RSD) consistentes principalmente en restos de comida, envases y envoltorios, papeles, vidrios, desechos de artículos de aseo personal, entre otros. Los RSD son dispuestos en el relleno sanitario ubicado al interior de la Faena Minera Caserones que cuenta con autorización ambiental mediante la RCA N° 013/2010 y que fue aprobado para recibir una capacidad de 28.500 toneladas de RSD y lodos provenientes de las PTAS, hasta el fin de la fase de operación.

De acuerdo con los registros de información que mantiene MLCC y estimaciones realizadas, es posible señalar que al año 2019 se dispusieron 9.835 t de RSD en el relleno sanitario.

Entre los años 2019 y 2037 de la operación de la Faena Minera Caserones, que incluye la fase de operación del presente Proyecto, se estima la generación de 16.986 t, considerando los trabajadores permanentes y eventuales por mantenciones de la faena (ver Tabla 1-41).

**Tabla 1-41 Proyección de RSD a generar como máximo al año 2037 a una dotación de 2.000 trabajadores**

Trabajadores	N°	Tasa (kg/trabajador-día)	Generación diaria (t/d)	Generación anual (t)	Fase de operación 2019-2037 (años)	Total de RSD al año 2037 (t)
Permanentes	2.000 <sup>25</sup>	1,2	2,4	876	19	<b>16.644</b>
Eventuales	1.000	1,2	1,2	18	19	<b>342</b>
<b>Total</b>						<b>16.986</b>

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior permite estimar que la cantidad total de RSD que se dispondrá en el relleno sanitario, hasta el año 2037, será de 26.821 t en total. Por lo tanto, la cantidad de RSD que se generarán durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones, incluyendo el incremento de 500 trabajadores permanentes que se actualiza en el presente Proyecto (ver Sección 1.9.4), podrá ser almacenada en el relleno sanitario aprobado mediante RCA N° 013/2010, sin necesidad de incrementar su capacidad.

### 1.9.10.2 Lodos

Los lodos generados por las PTAS se estiman en 60 m<sup>3</sup>/mes, para su manejo se consideran dos opciones: el retiro periódico en camiones y dispuestos en lugares autorizados fuera de faena, y otro es que sean tratados y estabilizados para posterior traslado a relleno sanitario de Faena Caserones (autorizado mediante RCA N° 013/2010). Para el caso de estos últimos, serán previamente estabilizados de manera parcial en las PTAS,

<sup>25</sup> Los 2.000 trabajadores de la fase de operación corresponden a los 1.500 autorizados bajo la RCA N° 013/2010 y los 500 adicionales cuya incorporación durante la fase de operación se actualiza en el presente proyecto en evaluación.

y luego pasarán a un proceso de deshidratación mediante un equipo filtro banda, obteniendo en la salida del filtro a un lodo con un rango entre 18 y 20% de sólidos, que posteriormente serán encalados. El tipo de lodo generado será Clase B, de acuerdo con la clasificación establecida en el D.S. N° 4/2009 del MINSEPGRES.

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-A PAS 126 Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de toda instalación diseñada para el manejo de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas.

Cabe precisar que, al año 2019, no se han dispuesto lodos en el relleno sanitario autorizado mediante RCA N° 13/2010. El total de los lodos de las PTAS se han dispuesto en lugares autorizados fuera de faena.

### 1.9.10.3 Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos

Los residuos industriales no peligrosos provendrán principalmente de residuos sólidos de actividades operativas o de mantenimiento (inertes) que se generarán en las diferentes áreas del Proyecto. Estos residuos consistirán básicamente en escombros, pallets, gomas y elementos similares, estructuras metálicas, ductos desechados, etc., los cuales serán manejados y dispuestos de acuerdo con lo señalado en la RCA N° 013/2010.

En la Tabla 1-42 se presenta una estimación de los residuos sólidos industriales no peligrosos para la fase de operación del Proyecto.

**Tabla 1-42: Residuos Sólidos No Peligrosos - fase de operación**

Tipo Residuo	Cantidad estimada (t/mes)
Maderas	32,17
Escombros	26,81
Pallets	21,45
Gomas	35,74
Papeles	6,70
Cartones	55,85
<b>Total (t/mes)</b>	<b>178,71</b>
<b>Total (t/año)</b>	<b>2.144,52</b>

Fuente: MLCC, 2020.

Cabe hacer presente que los residuos que presenten algún valor comercial, como la chatarra, podrán ser retirados del área del Proyecto para su comercialización o entregados a empresas de reciclaje de materiales.

Los neumáticos usados provenientes de los camiones mineros que operen en el peraltamiento del muro son y seguirán siendo almacenados temporalmente en el Patio de Neumáticos Usados ubicado en sector La Brea, el cual se encuentra autorizado por la SEREMI de Salud Región de Atacama. Alternativamente, estos podrán ser dispuestos en el depósito de lastre o entregados a empresas contratistas (especializadas en el manejo, reutilización o disposición final de este tipo de material), conforme lo autorizado por la RCA N° 013/2010.

### 1.9.10.4 Residuos Peligrosos

Se estima que, durante la fase de operación, se generarán alrededor de 100 t/mes de residuos peligrosos, tal como se puede ver en la Tabla 1-43, y serán almacenados en la bodega de residuos peligrosos de MLCC para luego ser transportados a lugares autorizados.

**Tabla 1-43: Estimación de Residuos Peligrosos durante la fase de operación del Proyecto**

Tipo de Residuo	Forma de Manejo	Frecuencia de Retiro	Cantidad estimada (t/mes)
Aceites y lubricantes usados	Tambores/BINS/Cisterna	4 veces mes	37,86
Aerosoles, pinturas y siliconas	Tambores/BINS/Maxisacos	2 veces año	0,07
Agua contaminada con hidrocarburos	Tambores/BINS/Cisterna	4 veces mes	6,41
Anodos de plomo	BINS/Maxisacos/Pallet	6 veces al año	2,91
Baterías de plomo	BINS/Maxisacos/Pallet	6 veces al año	0,60
Borras de plomo	Tambores/BINS/Maxisacos	2 veces año	2,87
Borras de sustancias corrosivas	Tambores/BINS/Maxisacos	6 veces al año	1,71
Borras sx	Tambores/BINS	6 veces al año	2,74
Floculante desechado	Tambores/BINS/Maxisacos	6 veces al año	1,28
Grasas usadas	Tambores/BINS	6 veces al año	1,02
Lodos contaminados con hidrocarburos	Tambores/BINS/Cisterna	1 vez mes	0,42
Pilas y baterías portátiles	Tambores/BINS/Maxisacos	2 veces año	0,03
Refrigerante usado	Tambores/BINS	6 veces al año	0,69
Residuos contaminados con hidrocarburos	Tambores/BINS/Maxisacos	4 veces mes	30,20
Residuos corrosivos acidos	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	3,60
Residuos corrosivos alcalinos	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	5,53
Residuos de pegamentos y adhesivos	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	0,72
Residuos de solventes halogenados	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	0,24
Residuos de solventes no halogenados	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	1,35
Residuos de sustancias toxicas	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	0,01
Residuos electrónicos	Tambores/BINS/Maxisacos	6 veces al año	0,29
Tierra contaminada con hidrocarburos	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	0,12
Tierra contaminada con sustancias corrosivas	Tambores/BINS/Maxisacos	1 vez mes	0,14
Toner y cartuchos de tinta impresión	Tambores/BINS/Maxisacos	2 veces año	0,01
Tubos fluorescentes y ampollitas de mercurio	Tambores/BINS/Maxisacos	2 veces año	0,09
<b>Total (t/mes)</b>			<b>100,92</b>

Fuente: MLCC, 2020.

## 1.10 Descripción Fase de Cierre

En esta sección se describen, las medidas y acciones consideradas para la fase de cierre de las obras e instalaciones del Proyecto. Las medidas de cierre presentadas a continuación han sido definidas en base a las características del Proyecto y la necesidad de proporcionar estabilidad física y química de las obras remanentes, su ubicación geográfica y atributos relevantes del entorno. Las obras afectas a la fase de cierre se señalan a continuación:

- Depósito de Lamas La Brea
- Instalaciones de apoyo a la Faena Minera Caserones
- Sistema de Manejo de Aguas naturales quebrada Variante 2

A continuación, se describirán, las actividades, obras y acciones necesarias para dismantelar o promover la estabilidad física y química de las obras del presente Proyecto, restaurar en los casos que aplique, prevenir emisiones que afecten el ecosistema incluido aire, agua y suelo; y actividades de mantención, conservación y supervisión que sean necesarias.

### 1.10.1 Obras y Acciones de Cierre Destinadas a Dismantelar o Asegurar la Estabilidad de la Infraestructura Utilizada por el Proyecto o Actividad

Con relación a las obras y acciones de cierre que se realizarán en el Proyecto, cabe precisar que existirán acciones comunes a varias de las instalaciones remanentes, las cuales fueron informadas en el Plan de Cierre de la Faena Minera Caserones, aprobado mediante Resolución Exenta N° 1809/2015 del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), esta Resolución es presentada en el ANEXO 1-B, Apéndice III.

De esta forma, las obras y acciones a realizar para mantener la estabilidad de la infraestructura utilizada por el Proyecto se describen a continuación.

#### 1.10.1.1 Retiro de Materiales y Repuestos

El retiro de los materiales entre los que se incluyen estructuras mecánicas, repuestos y materiales sobrantes y/o reciclables serán retirados del área de emplazamiento de las instalaciones, además de los escombros asociados a éstos. Los estanques de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas serán vaciados completamente y cualquier remanente será utilizado o devuelto a los diferentes proveedores.

#### 1.10.1.2 Dismantelamiento de Instalaciones

Las obras e instalaciones que requerirán actividades de dismantelamiento y retiro se relacionan con, estructuras de hormigón, tuberías, equipos fijos y móviles, entre otros.

Luego del dismantelamiento y retiro de las instalaciones, en caso de ser necesario se demolerán las estructuras sobre la superficie hasta el nivel del terreno y sólo se dejarán las fundaciones, estructuras y obras subterráneas en el sitio.

Los residuos no peligrosos y peligrosos generados por el desmantelamiento y demolición de las instalaciones serán manejados de acuerdo con la normativa vigente.

### **1.10.1.3 Cierre de Accesos**

En todos los sectores del Proyecto, se contempla el cierre de los accesos. Los caminos principales serán bloqueados mediante una instalación de bermas con una altura de dos (2) metros.

Los accesos generales a cada sector serán señalizados y bloqueados con un portón, de manera de sólo permitir el acceso al personal a cargo del monitoreo de las instalaciones remanentes.

### **1.10.1.4 Señalética**

La instalación de señalética de advertencia se realizará utilizando letreros, y se realizará en conjunto con el cierre de accesos. Ésta se instalará al menos en cada acceso bloqueado, indicando la existencia de instalaciones mineras, su peligrosidad con indicación de mantenerse alejado, y con información sobre comunicaciones para información y accidentes.

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-C PAS 137 “Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera”.

## **1.10.2 Obras y Acciones de Cierre Destinadas a Restaurar la Geoforma o Morfología, Vegetación y Cualquier otro Componente Ambiental que Haya sido Afectado Durante la Ejecución del Proyecto o Actividad**

Para las instalaciones a las que les que aplica el desmantelamiento, se procederá a realizar un perfilado de la superficie de tal manera de restituir el estado de la zona a condiciones compatibles con el terreno natural.

Las fundaciones de las instalaciones que no se remuevan serán cubiertas con una capa de 0,5 m de lastre, granular, o material de la zona.

Las excavaciones remanentes (piscinas, estanques removidos, entre otros) serán perfiladas o rellenadas con material de la zona hasta una profundidad tal que minimice el riesgo para el personal de trabajo durante el cierre.

Por su parte, los cauces naturales que hayan sido afectados por la operación del Proyecto, serán limpiados durante la Fase de Cierre.

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-C PAS 137 “Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera”.

### 1.10.3 Obras y Acciones de Cierre Destinadas a Prevenir Futuras Emisiones desde la Ubicación del Proyecto o Actividad, para Evitar la Afectación del Ecosistema Incluido el Aire, Suelo y Agua

La principal instalación remanente en condición de cierre del presente Proyecto será el Depósito de Lamas La Brea, ya que todas las obras en superficie serán desmanteladas. Considerando este escenario, a continuación, se presentan los antecedentes que permiten definir las medidas de cierre requeridas para evitar la afectación del ecosistema a partir de las potenciales emisiones o infiltraciones no controladas desde esta instalación. Las emisiones o infiltraciones desde el depósito de lamas en una condición de cierre identificadas fueron dos:

- Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves (*draindown*);
- Material particulado producto de la erosión eólica del depósito de lamas.

#### 1.10.3.1 Infiltraciones desde el depósito de relaves

Se estima que las infiltraciones producto del drenaje de las lamas continuará durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena, según el modelo de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea que se presenta en el Apéndice B del Anexo 4-B Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada La Brea, del Capítulo 4 Evaluación de Impactos.

En cuanto a la calidad química de estos drenajes mineros, se desarrolló un estudio (Modelo geoquímico del depósito de Lamas, ANEXO 1-G) el que concluyó que estos drenajes tendrán concentraciones de sulfato elevadas (estimada en 1.825 mg/l), pero que no se generarán drenajes ácidos, considerando que la solución ácida que se forme ocurrirá en la parte alta del depósito, y que se asociará principalmente a la humedad residual, la que presenta baja movilidad.

El presente Proyecto considera mantener operativo durante la fase de cierre y post-cierre un sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean definidos en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.

En caso sea requerido, se implementará un sistema de tratamiento (activo o pasivo) para mejorar la calidad de agua de las infiltraciones recuperadas, a fin de evitar la alteración de aguas superficiales, lo cual será también definido en base a los monitoreos de seguimiento y los estudios que se realicen durante la fase de operación y que se presentarán en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones

El presente Proyecto plantea obtener la aprobación para prescindir de la medida de cierre de colocar una cobertura con material de empréstito de 0,50 m de espesor sobre toda la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea, la cual fue establecida en la RCA N°013/2010 que aprobó el EIA del “Proyecto Caserones”, como una obra para el “control, mitigación y neutralización del drenaje ácido”, debido a que las características de permeabilidad de este tipo de cobertura no contribuirá a la disminución, mitigación o control de posibles infiltraciones de agua contactada, lo cual sí se espera lograr con la implementación de la construcción y habilitación de un sistema de canales de aguas lluvia y aguas naturales y su obra de evacuación, que se plantean en el presente Proyecto, así como el resto de obras y acciones que se han aprobado ambientalmente para la fase

de cierre del Depósito de Lamas La Brea, incluyendo mantener un sistema de control de las infiltraciones del depósito.

Para evitar la erosión de los relaves depositados y reducir el potencial de infiltraciones, se considera excavar en la cubeta canales para encauzamiento de los flujos de agua generados por un evento meteorológico que escurran en la cubeta del depósito, permitiendo su mejor evacuación.

### **1.10.3.2 Erosión eólica del depósito de relaves**

De manera de evaluar los efectos en la calidad del aire producto de la erosión eólica del material fino contenido en los relaves del depósito, se elaboró el inventario de emisiones (ANEXO 1-E) de la fase cierre la cual incluyó una estimación de la erosión eólica (muro y superficie del depósito). Al respecto, cabe precisar que la emisión asociada a la erosión eólica fue incorporada como aporte (sumada) a la actividad de movimiento de material en la fase cierre y no se consideró la cobertura de la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de lamas La Brea con ningún tipo de material.

Con la información del inventario de emisiones, se elaboró el modelo de dispersión (Anexo 4-A del Capítulo 4 del presente EIA) el cual concluyó que no existe potencial que generar efectos en los receptores más cercanos.

El presente Proyecto prescinde de la cobertura con material de empréstito de 0,50 m de espesor sobre toda la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea, la cual fue establecida en la RCA N°013/2010 que aprobó el EIA del “Proyecto Caserones”, como una obra para el “control, mitigación y neutralización del drenaje ácido” para la etapa de cierre. El Proyecto considera que la implementación de esta medida no es necesaria, debido a que las características de permeabilidad de este tipo de cobertura no contribuirá a la disminución, mitigación o control de posibles infiltraciones de agua contactada con la fracción fina de los relaves depositados, lo cual sí se espera lograr con la implementación de los ajustes operacionales que se plantean en el presente Proyecto, así como el resto de obras y acciones que se han aprobado ambientalmente para la fase de cierre del Depósito de Lamas La Brea, incluyendo mantener un sistema de control de las infiltraciones del depósito.

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-C PAS 137 “Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera”.

### **1.10.4 Obras y Acciones de Cierre Destinadas a la Mantenimiento, Conservación y Supervisión que sean Necesarias**

Se desarrollarán actividades generales de mantenimiento y monitoreo consideradas para el período de post-cierre del Proyecto:

- **Medidas de seguimiento y control**

Realizar un monitoreo de las componentes ambientales y estructurales que permitan validar el control de la estabilidad física y química de la instalación. Estas medidas serán evaluadas en detalle en el proyecto sectorial.

- **Medidas de mantenimiento**

Realizar mantenimiento a todas las medidas de cierre que resulten de la evaluación de riesgos que se presente en el proyecto sectorial, que podrá considerar, entre otras, la mantenimiento de sistemas de evacuación de aguas lluvias,

mantención de señalética, mantención de cierres y la mantención de las medidas que resulten de la evaluación de riesgos que se presentará en el proyecto sectorial.

Más información se encuentra en el Capítulo 10, específicamente en el Anexo 10-C PAS 137 “Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera”.



**[golder.com](http://golder.com)**

## **Capítulo 4 Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales**

### **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”**

SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE



# Índice

<b>4.0</b>	<b>PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>4-1</b>
4.1	Introducción.....	4-1
4.2	Metodología .....	4-2
4.2.1	Enfoque Metodológico .....	4-2
4.2.2	Predicción de Impacto Ambiental .....	4-7
4.2.2.1	Etapa I: Identificación de Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental.....	4-7
4.2.2.2	Etapa II: Identificación de Componentes Susceptibles de ser Afectados .....	4-7
4.2.2.3	Etapa III: Identificación de Impactos Potenciales .....	4-7
4.2.2.4	Etapa IV: Caracterización y Valoración de Impactos Potenciales.....	4-7
4.2.2.4.1	Caracterización y Cuantificación de Impactos.....	4-7
4.2.2.4.2	Valoración de Impactos .....	4-8
4.2.3	Evaluación de Impacto Ambiental .....	4-14
4.2.3.1	Etapa V: Evaluación de Impactos ambientales mediante su Jerarquización .....	4-14
4.3	Resultados de la Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales .....	4-14
4.3.1	Etapa I: Identificación de Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental.....	4-14
4.3.1.1	Breve Descripción del Proyecto.....	4-14
4.3.1.2	Partes, obras y acciones del Proyecto como Fuentes de Impacto Ambiental .....	4-20
4.3.2	Etapa II: Identificación de Componentes Ambientales Susceptibles de ser Afectados .	4-24
4.3.2.1	Matriz Causa-Efecto entre las Partes, Obras y Acciones del Proyecto y Componentes Ambientales .....	4-24
4.3.3	Etapa III: Identificación de Impactos Potenciales .....	4-26
4.3.4	Etapa IV: Caracterización y Valoración de Impactos Potenciales.....	4-27
4.3.4.1	Calidad de Aire .....	4-27
4.3.4.1.1	Área de Influencia (AI) .....	4-27
4.3.4.1.2	Resumen de Caracterización de Línea de Base .....	4-28
4.3.4.1.3	Identificación del Impacto y Partes, Obras y Acciones que lo Generan .....	4-29
4.3.4.1.4	Caracterización de los Impactos Ambientales.....	4-30
4.3.4.1.5	Valoración y Calificación de los Impactos Ambientales .....	4-36
4.3.4.2	Hidrogeología.....	4-39

4.3.4.2.1	Área de Influencia (AI) .....	4-39
4.3.4.2.2	Resumen de Caracterización de Línea de Base .....	4-41
4.3.4.2.3	Identificación del Impacto y Actividad que lo Genera .....	4-50
4.3.4.2.4	Caracterización y Valoración de los Impactos Ambientales .....	4-51
4.3.4.2.5	Valoración y Calificación de Impactos Ambientales .....	4-52
4.3.4.3	Calidad del Agua Superficial y Subterránea .....	4-55
4.3.4.3.1	Área de Influencia (AI) .....	4-55
4.3.4.3.2	Resumen de Caracterización de Línea de Base .....	4-56
4.3.4.3.3	Identificación del Impacto y Actividad que lo Genera .....	4-65
4.3.4.3.4	Caracterización de los Impactos Ambientales .....	4-66
4.3.4.3.5	Valoración y Calificación de Impactos Ambientales .....	4-85
4.3.5	Etapas V: Evaluación de Impactos .....	4-91
4.3.5.1	Jerarquización de Impactos Ambientales .....	4-91
4.3.6	Evaluación de efectos de acumulación y sinergia con otros Proyectos .....	4-92
4.4	Determinación del Área de Influencia de Impactos Significativos .....	4-93
4.5	Conclusiones .....	4-95

## TABLAS

Tabla 4-1: Criterios para calificar la magnitud (Ma) del Impacto Ambiental .....	4-10
Tabla 4-2: Tabla de calificación y evaluación de impactos ambientales .....	4-12
Tabla 4-3: Jerarquización del Impacto Ambiental según su clasificación (CI) .....	4-14
Tabla 4-4: Resumen de Modificaciones Propuestas en el presente Proyecto .....	4-16
Tabla 4-5: Identificación de fuentes de impacto ambiental a partir de las partes, obras y actividades del Proyecto .....	4-21
Tabla 4-6: Relación causa – efecto entre partes, obras y acciones del Proyecto potenciales generadoras de impacto y componentes ambientales .....	4-25
Tabla 4-7: Componentes Ambientales susceptibles de ser afectados por el Proyecto .....	4-26
Tabla 4-8: Identificación de impactos potenciales que puede generar el Proyecto sobre los componentes susceptibles de ser afectados y su código .....	4-26
Tabla 4-9: Resumen de Monitoreos de Calidad del Aire .....	4-29
Tabla 4-10: identificación de impactos para calidad del aire y actividades que los generan .....	4-30
Tabla 4-11: Resumen de emisiones atmosféricas fase de construcción .....	4-31

Tabla 4-12: Resumen emisiones totales por año, fase de operación .....	4-31
Tabla 4-13: Resumen de emisiones atmosféricas durante la fase de cierre .....	4-32
Tabla 4-14 : Aporte del proyecto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), estación Carrizalillo Grande, fase de operación .....	4-32
Tabla 4-15 : Aporte del proyecto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), estación Carrizalillo Grande, fase de cierre.....	4-33
Tabla 4-16: Proyección de Concentración de MP10, NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> en Estación Carrizalillo Grande, Fase de Operación <sup>a</sup> .....	4-34
Tabla 4-17 – Proyección de Concentración de MP10, NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> en Estación Carrizalillo Grande, Fase de Cierre <sup>a</sup> .....	4-35
Tabla 4-18: Evaluación de impacto ambiental ICA-1 - fase de construcción.....	4-37
Tabla 4-19: Evaluación de impacto ambiental ICA-1 - fase de operación .....	4-38
Tabla 4-20: Evaluación de impacto ambiental ICA-1 - fase de cierre .....	4-39
Tabla 4-21: Balance hídrico Pre-operacional quebrada La Brea .....	4-42
Tabla 4-22: Balance hídrico Operacional quebrada La Brea .....	4-46
Tabla 4-23: Balance hídrico Pre-operacional quebrada Ramadillas.....	4-48
Tabla 4-24: Balance hídrico Operacional quebrada Ramadillas .....	4-49
Tabla 4-25: Identificación de impactos para hidrogeología y partes, obras y acciones que los generan	4-51
Tabla 4-26: Evaluación de impacto ambiental IHG-1 – fase de operación y cierre .....	4-54
Tabla 4-27: Identificación de impactos para calidad de aguas y partes, obras y acciones que los generan .....	4-65
Tabla 4-28: Evaluación de impacto ambiental ICAS <sub>t</sub> -1 – fase de operación y cierre .....	4-86
Tabla 4-29: Evaluación de impacto ambiental ICAS <sub>t</sub> -2 – Fase de operación y cierre.....	4-88
Tabla 4-30: Evaluación de impacto ambiental ICAS <sub>p</sub> -1 – Fase de operación y cierre.....	4-90
Tabla 4-31: Jerarquización de impactos ambientales .....	4-91
Tabla 4-32: Resumen de impactos ambientales negativos identificados y evaluados .....	4-95

## FIGURAS

Figura 4-1: Enfoque metodológico general del presente EIA, conforme con lo dispuesto en el RSEIA y en la Guía de Determinación y justificación del Área de Influencia del SEA (2017). .....	4-2
Figura 4-2: Esquema metodológico de la predicción y evaluación de impactos ambientales .....	4-6
Figura 4-3: Síntesis de metodología de calificación de impacto ambiental .....	4-13
Figura 4-4: Área de Influencia Calidad del Aire.....	4-28
Figura 4-5: Área de Influencia de Hidrogeología.....	4-41
Figura 4-6: Sección esquemática del funcionamiento en quebrada La Brea, periodo Pre-operacional..	4-42
Figura 4-7: Balance hídrico Pre-operacional quebrada La Brea.....	4-43

Figura 4-8: Sección esquemática del funcionamiento en quebrada La Brea, periodo Operacional .....	4-45
Figura 4-9: Esquema balance hídrico sistema agua subterránea quebrada Ramadillas periodo Pre-operacional.....	4-48
Figura 4-10: Esquema balance hídrico sistema agua subterránea quebrada Ramadillas periodo Operacional.....	4-50
Figura 4-11: Flujo pasante desde quebrada La Brea a Ramadillas, para Escenario 2 simulado del periodo Futuro .....	4-52
Figura 4-12: Área de Influencia Calidad del Agua.....	4-56
Figura 4-13: Sectores del Área de Estudio de la Línea de Base de Calidad del Agua.....	4-58
Figura 4-14: Series de tiempo de sulfato – Sector La Brea (B1) .....	4-60
Figura 4-15: Series de tiempo de sulfato – Sector La Brea (B2) .....	4-62
Figura 4-16: Series de tiempo de sulfato – Sector Ramadillas (R1, R2, R3).....	4-64
Figura 4-17: Series de tiempo de sulfato – Sector Pulido .....	4-65
Figura 4-18: Concentraciones de sulfatos observados y simulados para período de calibración del periodo operacional, sector confluencia La Brea-Ramadillas.....	4-71
Figura 4-19: Concentraciones de sulfatos observados y simulados para período de calibración del periodo operacional, sector entre confluencia La Brea-Ramadillas y pozo POR-05A .....	4-72
Figura 4-20: Concentraciones de sulfatos observados y simulados para período de calibración del periodo operacional, sector pozo POR-05A hacia aguas abajo .....	4-73
Figura 4-21: Vista en planta simulación de sulfatos en Sedimentos no consolidados- febrero 2019.....	4-74
Figura 4-22: Vista en planta simulación de sulfatos en Roca meteorizada - febrero 2019.....	4-75
Figura 4-23: Concentraciones de sulfatos simulados para período Futuro sector confluencia La Brea – Ramadillas.....	4-77
Figura 4-24: Concentraciones de sulfatos simulados para período Futuro sector entre confluencia y pozo POR-05A.....	4-78
Figura 4-25: Concentraciones de sulfatos simulados para período Futuro sector desde pozo POR-05A hacia aguas abajo.....	4-79
Figura 4-26: Vista en planta simulación de Sulfatos – Sedimentos no consolidados (UH-1) - Escenario 2 - Años 2021 (A), 2032 (B) y 2037 (C) .....	4-80
Figura 4-27: Vista en planta simulación de Sulfatos – Sedimentos no consolidados (UH-1) - Escenario 2 - Año 2032 .....	4-81
Figura 4-28: Zonificación del Área de Influencia de Calidad de Agua Subterránea y Superficial .....	4-84
Figura 4-29: Área de Influencia del Impacto Significativo en Calidad de Agua Subterránea ICASt-1.....	94

**ANEXOS**

**ANEXO 4-A**

**MODELACIÓN DE CALIDAD DE AIRE**

**ANEXO 4-B**

**MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL QUEBRADA LA BREA**

**ANEXO 4-C**

**MODELO HIDROGEOLÓGICO NUMÉRICO QUEBRADA LA BREA**

**ANEXO 4-D**

**MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL QUEBRADA RAMADILLAS**

**ANEXO 4-E**

**MODELO HIDROGEOLÓGICO NUMÉRICO QUEBRADA RAMADILLAS**

## 4.0 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 4.1 Introducción

El presente capítulo contiene la predicción y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones” (en adelante, “el Proyecto”), de acuerdo con lo estipulado en el Título III, Párrafo 2°, artículo 18, del D.S.N°40/2012, que “Aprueba Reglamento del Sistema Evaluación de Impacto Ambiental” (en adelante, RSEIA), el cual define los contenidos mínimos para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, indicando en su literal f) que deberá incorporar una predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad.

En particular, este literal señala respecto a la predicción de impactos que:

*“La predicción de impactos consistirá en la identificación y estimación o cuantificación de las alteraciones directas e indirectas a los elementos del medio ambiente descritos en la Línea de base, derivadas de la ejecución o modificación del proyecto o actividad para cada una de sus fases.*

*La predicción de los impactos ambientales se efectuará en base a modelos, simulaciones, mediciones o cálculos matemáticos. Cuando, por su naturaleza, un impacto no se pueda cuantificar, su predicción sólo tendrá un carácter cualitativo.*

*El uso de procedimientos o metodologías necesarios para cumplir la exigencia señalada en el inciso anterior deberá estar debidamente justificado.*

*La predicción considerará un tratamiento separado de los impactos en suelo, agua, aire y biota del resto de los impactos”.*

Respecto de la evaluación de los impactos, este literal indica que:

*“La evaluación del impacto ambiental consistirá en la determinación de si los impactos predichos constituyen impactos significativos en base a los criterios del artículo 11 de la Ley (Ley N°19.300 sobre Bases General del Medio Ambiente) y detallados en el Título II de este Reglamento”.*

En cumplimiento a lo señalado, este capítulo desarrolla la predicción y evaluación de los impactos ambientales asociados a las partes, obras y acciones<sup>1</sup> del Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”, que corresponden a modificaciones de las actividades de construcción, operación y cierre en la faena, las que han sido descritas en el Capítulo 1, Descripción de Proyecto de este EIA. Estas partes, obras y acciones incluyen aquellas que ya han sido ejecutadas y forman parte de la operación actual de la Faena Minera Caserones, las cuales se propone regularizar o actualizar a través del presente EIA, según corresponda; así como también, aquellas partes, obras y acciones cuya construcción u operación iniciará luego que el presente EIA reciba la calificación ambiental favorable por parte de las autoridades competentes.

La predicción y evaluación de impactos se desarrolla para aquellos componentes ambientales que han sido identificados como potenciales receptores de impactos a consecuencia de las partes, obras y acciones del presente Proyecto, y en los cuales se ha determinado y justificado la existencia de un área de influencia, conforme a lo señalado en Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia.

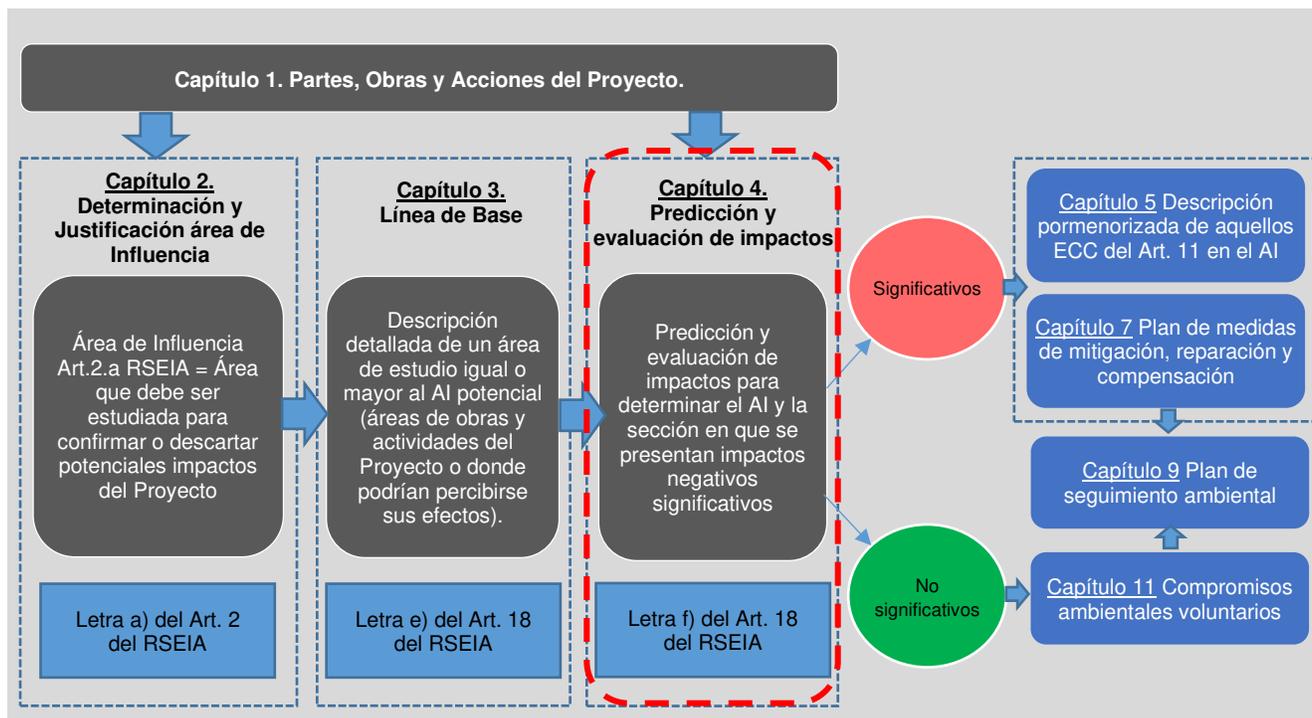
---

<sup>1</sup> Para efectos de este EIA, se podrá utilizar, indistintamente, los conceptos de “acciones” o “actividades” de proyecto.

## 4.2 Metodología

### 4.2.1 Enfoque Metodológico

La predicción y evaluación de impactos del presente Capítulo 4 se basa en el enfoque metodológico presentado en el Capítulo 2 - Determinación y Justificación del Área de Influencia, en conformidad con las disposiciones del RSEIA referidas al proceso de evaluación de impacto ambiental y los lineamientos señalados en la “Guía para la Descripción del Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental” (SEA, 2017). En la Figura 4-1 se presenta la secuencia metodológica general considerada en el desarrollo del presente EIA, indicando la etapa a la que corresponde el presente capítulo.



**Figura 4-1: Enfoque metodológico general del presente EIA, conforme con lo dispuesto en el RSEIA y en la Guía de Determinación y justificación del Área de Influencia del SEA (2017).**

El enfoque metodológico empleado en la predicción y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto se fundamenta en el concepto de cuerpo receptor, el cual considera los efectos (positivos o negativos) que el Proyecto, en sus distintas fases, puede generar sobre los distintos componentes ambientales en un ámbito geográfico definido. Para la tarea de identificación de los impactos, que forma parte del proceso de predicción, se considera el análisis de los potenciales efectos sobre los componentes ambientales que constituyen receptores directos, así como también, el análisis de los potenciales efectos adversos que pueden suscitarse sobre un componente ambiental de manera indirecta, como resultado de su dependencia o interrelación con un componente del medio ambiente que se determine como receptor directo.

De esta forma, este enfoque metodológico considera los siguientes criterios:

- En el Capítulo 1 se han descrito las partes, obras y acciones que propone el presente Proyecto, que incluyen la regularización o actualización de aquellas que han sido ejecutadas y forman parte de la operación actual de la Faena Minera Caserones, así como también, aquellas cuya construcción u operación iniciará luego que el presente Proyecto reciba calificación ambiental favorable por parte de las autoridades competentes.
- Sobre la base de la descripción que se presenta en el Capítulo 1, el primer paso en la predicción de impactos es la identificación de las partes, obras y acciones del Proyecto que podrían constituir fuentes generadoras de aspectos ambientales que podrían producir impactos sobre los componentes ambientales presentes en el entorno del Proyecto. Los aspectos ambientales (emisiones, efluentes, residuos, ocupación espacial, etc.) son los elementos que derivan de las acciones, productos o servicios de un proyecto, que pueden interactuar con el medio ambiente y que, como consecuencia de esta interacción, generar alteraciones sobre uno o más componentes de este.
- Luego, se realiza un primer análisis de la interacción entre estas fuentes generadoras de aspectos ambientales con los componentes ambientales presentes en el entorno del Proyecto, lo cual permite confirmar o descartar los potenciales efectos del Proyecto sobre los componentes ambientales de su entorno. Para aquellos componentes ambientales en los que se confirme el potencial de afectación, se establece la superficie potencial en la que dichos efectos podrían manifestarse, determinando la potencial Área de Influencia (AI) para cada componente del medio ambiente susceptible de ser afectado por las fuentes o aspectos ambientales del Proyecto, sobre la base de criterios expertos. Este análisis se ha desarrollado en el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia.
- En el Capítulo 3 – Línea de Base, se presenta la caracterización de todos los componentes ambientales presentes en el entorno del Proyecto. Los resultados y conclusiones de la LdB proporcionan la información detallada de cada componente ambiental, lo que permitirá disponer de los antecedentes necesarios para los siguientes análisis:
  - Identificación de potenciales efectos del Proyecto en sus distintas fases (construcción, operación y cierre) sobre cada elemento o componente del medio ambiente, que permite la determinación o descarte de áreas de influencia del Proyecto para cada componente, que se ha desarrollado en el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia; y
  - Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre aquellos componentes del medio ambiente en los que se ha determinado un AI, lo que se desarrolla en el presente Capítulo 4 – Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales.
- La predicción y evaluación de Impactos se desarrolla en el presente Capítulo 4, de acuerdo con lo establecido en el literal f) del artículo 18 del RSEIA, según se cita en la Introducción del presente capítulo (Sección 4.1). Los potenciales impactos sobre los componentes ambientales susceptibles de ser afectados son caracterizados y valorizados considerando el escenario “más desfavorable”, en el cual se podría generar el mayor impacto sobre el componente ambiental evaluado. Los impactos identificados son valorizados considerando distintos criterios de evaluación, cuyo resultado permite obtener la jerarquización de los impactos, determinándose aquellos que se consideran significativos y aquellos que se consideran no significativos.
- Una vez evaluados los impactos del Proyecto sobre los elementos del medio ambiente, se define la sección del área de influencia donde se manifiestan los impactos significativos, correspondiente a la sección o

superficie del AI definida en el Capítulo 2, en la que se presentan los efectos, características y/o circunstancias (ECC) del artículo 11 de la Ley, considerando lo establecido en la literal g) del artículo 18 del RSEIA, a saber:

*“...En base a la predicción y evaluación de los impactos ambientales del proyecto o actividad descritos en la letra f) anterior, se deberá indicar cuáles de dichos impactos generan los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley. En función de lo anterior, se deberá indicar justificadamente la sección o superficie del área de influencia en la que se generan dichos efectos, características o circunstancias”.*

- La descripción pormenorizada de aquellos Efectos, Características o Circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (“LBGMA”), que dan origen a la necesidad de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, se presenta en el Capítulo 5 del presente EIA.
- Las metodologías de caracterización y valoración de los impactos ambientales para el Proyecto incluyen los elementos necesarios para el análisis de aquellos impactos que poseen efectos sinérgicos o acumulativos con otras actividades existentes o proyectadas (con RCA aprobada), conforme a lo definido en el literal f) artículo 18 del D.S. N°40/2012 del MMA, el que establece que: *“Para la evaluación de impactos sinérgicos se deberán considerar los proyectos o actividades que cuenten con calificación ambiental vigente de acuerdo con lo indicado en el literal e.11 anterior”.*<sup>2</sup>

De esta forma, para dar cumplimiento al requerimiento del RSEIA de desarrollar la “predicción y evaluación” de los impactos del Proyecto, este EIA contempla la ejecución de las siguientes etapas secuenciales, agrupadas dentro de los conceptos de Predicción y Evaluación:

### **Predicción**

- Etapa I: Identificación de potenciales fuentes generadoras de aspectos ambientales (emisiones, efluentes, residuos, ocupación espacial, etc.) que podrían potencialmente ocasionar un impacto ambiental (sobre la base del Capítulo 1 - Descripción de Proyecto).
- Etapa II: Identificación de componentes ambientales susceptibles de ser afectados por la interacción con los aspectos ambientales identificados (sobre la base del Capítulo 2 - Área de Influencia y Capítulo 3 - Línea de Base). La identificación considera la utilización de una metodología específica basada en el esquema de la Matriz de Leopold modificada, la que vincula las acciones del Proyecto con los elementos del medio ambiente que pueden percibir sus efectos.
- Etapa III: Identificación de impactos ambientales potenciales.
- Etapa IV: Caracterización y valoración de impactos ambientales. La caracterización y valoración considera el escenario “más desfavorable” y se realiza mediante análisis cualitativos, modelos, análisis numéricos y revisión de antecedentes, incluyendo normas de referencia nacional o internacional, válidas para cada caso. La valoración considera el uso de una metodología de ponderación en base a diversos criterios de evaluación, derivada de métodos propuestos por autores internacionales, adaptados para el presente Proyecto, en base a la experiencia de Golder, y de la consideración de diferentes variantes de esta metodología, empleadas en forma habitual en los proyectos evaluados en el SEIA.

<sup>2</sup> Los proyectos o actividades que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental vigente, aun cuando no se encuentren operando. Para estos efectos, se considerarán todos los proyectos o actividades que se relacionen con los impactos ambientales del proyecto en evaluación, contemplando los términos en que fueron aprobados dichos proyectos o actividades, especialmente en lo relativo a su ubicación, emisiones, fluentes y residuos, la extracción, explotación o uso de recursos naturales renovables autorizados ambientalmente y cualquier otra información relevante para definir la línea de base del Estudio de Impacto Ambiental.

## **Evaluación**

- Etapa V: Evaluación de impactos ambientales mediante su jerarquización. La jerarquización permite determinar aquellos impactos que se consideran significativos y aquellos que se consideran no significativos.

En la Figura 4-2 se presenta, en forma esquemática, la secuencia de acciones contempladas en la metodología propuesta para la predicción y evaluación de los impactos ambientales del presente Proyecto.

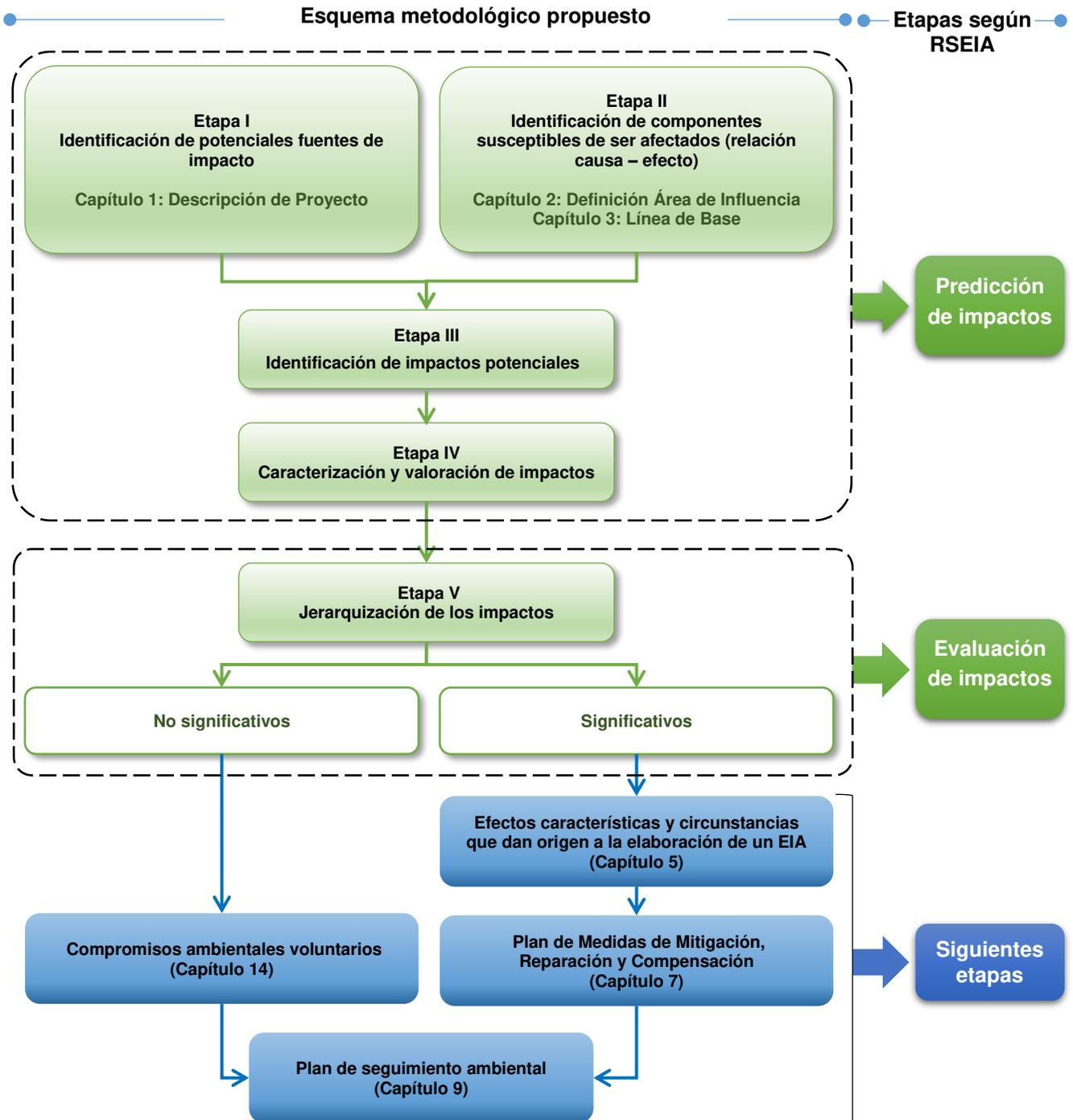


Figura 4-2: Esquema metodológico de la predicción y evaluación de impactos ambientales

## 4.2.2 Predicción de Impacto Ambiental

La predicción de impactos ambientales considera las etapas I a IV, que se detallan a continuación.

### 4.2.2.1 *Etapa I: Identificación de Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental*

En esta etapa se identifican las obras y acciones del Proyecto que, en sus distintas fases de ejecución, podrían ser fuentes de generación de aspectos ambientales (emisiones, efluentes, residuos, ocupación espacial, etc.), los cuales pueden interactuar con el medio ambiente y, como consecuencia de esta interacción, pueden generar alteraciones sobre uno o más componentes de este. En esta etapa, se construye un listado de obras y acciones del Proyecto, en conformidad a la Descripción del Proyecto (DdP), presentada en el Capítulo 1 del presente EIA, que presentan aspectos ambientales con el potencial de generar impactos.

### 4.2.2.2 *Etapa II: Identificación de Componentes Susceptibles de ser Afectados*

Esta etapa consiste en la identificación de los impactos, a partir de una matriz causa-efecto del tipo Leopold modificada, para aquellos componentes que potencialmente podrían ser afectados a consecuencia de la interacción con los aspectos ambientales generados por las diferentes obras y acciones del Proyecto, en cualesquiera de sus fases, identificadas en la etapa anterior. En cada caso, se indica el carácter de la interacción, es decir, si su efecto es positivo (+), negativo (-) o bien, su efecto es inexistente (sin signo en la celda).

### 4.2.2.3 *Etapa III: Identificación de Impactos Potenciales*

En esta etapa se identifican los impactos potenciales que pudiera generar el Proyecto, en cualesquiera de sus fases, sobre los componentes susceptibles de ser afectados, a partir de la información base obtenida en la matriz causa-efecto realizada en la Etapa II: Identificación de Componentes Susceptibles de ser Afectados. Luego se procede a la denominación de los impactos a través de un código, que representa, mediante una sigla nemotécnica, el componente sobre el cual se evalúa el impacto (ej. IA: Impacto en Calidad del Aire), y un número de orden (1, 2, 3 etc.), que se asocia al impacto específico de dicho componente.

### 4.2.2.4 *Etapa IV: Caracterización y Valoración de Impactos Potenciales*

Esta etapa se desarrolla por separado, para cada componente ambiental. Dependiendo del componente y las acciones que pueden originar los impactos asociados a dicho componente, solo se desarrollan los análisis para aquellas conjunciones válidas de Componente-Sector que se asocian a un impacto específico identificado en la Etapa III.

Esta etapa considera dos subetapas:

- Caracterización y cuantificación de impactos; y
- Valorización de impactos.

#### 4.2.2.4.1 *Caracterización y Cuantificación de Impactos*

Los impactos identificados son caracterizados de acuerdo con los efectos que pueden generar, considerando el escenario “más desfavorable”, correspondiente a la condición en la cual se podría generar el mayor impacto sobre

el componente evaluado. Para ello, se presentan los aspectos que caracterizan a los componentes ambientales potencialmente afectados, y el análisis de los potenciales impactos, mediante análisis cualitativos, modelos, análisis numéricos y revisión de antecedentes, incluyendo normas de referencia nacional o internacional, válidas para cada caso.

De acuerdo con lo señalado en el Artículo 18, letra f) del RSEIA, la predicción de los impactos ambientales incorpora los siguientes criterios:

- a. Condición más desfavorable: La predicción y evaluación de los impactos ambientales se efectuará considerando la condición o escenario “más desfavorable”, correspondiente a aquella en la cual se podría generar el mayor impacto sobre el componente evaluado.
- b. Consideración de impactos sinérgicos: Para la evaluación de impactos en los que puedan presentarse efectos sinérgicos, se consideran los proyectos o actividades que cuentan con RCA vigente, aun cuando no se encuentren operando. Se considera como sinergia aquellos casos en que un efecto simple generado por las actividades del Proyecto se vea reforzado con efectos de otros proyectos o actividades que cuenten con RCA vigente, de acuerdo con lo indicado en el literal e.11) del artículo 18 del RSEIA.

De acuerdo con esto, en el caso de existir proyectos o actividades que puedan originar sinergia, sus antecedentes (ubicación, emisiones, efluentes y residuos, la extracción, explotación o uso de recursos naturales renovables autorizados ambientalmente), serán incorporados en la estimación y/o cuantificación de los impactos ambientales mediante modelación, cálculos o estimación cualitativa, según corresponda.

#### 4.2.2.4.2 Valoración de Impactos

A partir de los resultados de caracterización y cuantificación de los impactos, éstos son valorados y jerarquizados, mediante el uso de una metodología derivada de Conesa (1997<sup>3</sup>), la que ha sido adaptada para el presente Proyecto, en función de la experiencia del equipo de especialistas de Golder, y de la consideración de diferentes variantes de esta metodología, empleadas en diversos proyectos evaluados en el SEIA.

De esta forma, en función de su Carácter (positivo o negativo), Magnitud (determinada como función de su Intensidad, Extensión, Reversibilidad, Duración y Probabilidad de Ocurrencia) y Valor del Componente al cual afectan, se obtiene la calificación del impacto ambiental (CI), mediante la siguiente expresión matemática:

$$CI = Ca \times Ma \times Vc$$

Donde:

- CI** : Calificación del Impacto Ambiental
- Ca** : Carácter del impacto (+ o -).
- Ma** : Magnitud del impacto

<sup>3</sup> CONESA FERNÁNDEZ-VÍTORA, V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 3ª edición.

**Vc** : Valor del componente

- **Carácter del impacto (Ca):** El carácter del impacto determina si el cambio provocado sobre el componente ambiental a causa de la acción del Proyecto promueve una condición positiva (+1) o negativa (-1) respecto de su condición basal. En caso de ser positiva, no se requerirá la valoración de la Magnitud del impacto (Ma), quedando solo como un impacto de carácter “positivo”.
- **Magnitud del Impacto (Ma):** La magnitud del impacto se determina mediante una expresión algebraica que integra criterios que permiten dimensionar el impacto según intensidad, extensión, reversibilidad, duración y probabilidad de ocurrencia. La expresión matemática para el cálculo de la Magnitud de un impacto corresponde a:

$$Ma = [In + Ex + Re + Du] \times 2,5 \times Po$$

Donde:

- Ma** : Magnitud del impacto.
- In** : La intensidad del impacto se asocia al grado de afectación de la actividad sobre el componente ambiental y califica de acuerdo con tres categorías: bajo, medio y alto.
- Ex** : La extensión del impacto corresponde a la dimensión espacial de éste y distingue tres categorías: puntual, local y extenso.
- Re** : El criterio de reversibilidad indica la posibilidad que el componente ambiental afectado recupere características similares a su condición basal, ya sea naturalmente o por acción antrópica. Esta variable se clasifica con las categorías: reversible, parcialmente reversible, recuperable e irreversible.
- Du** : La duración caracteriza el impacto en términos del tiempo en el que éste se manifestará, diferenciando impactos de tipo: fugaz, temporal, mediano plazo y permanente.
- Po** : La probabilidad de ocurrencia se asocia a la certeza de su aparición como consecuencia de la acción del Proyecto. Este se diferencia en cuatro categorías: nula, improbable, probable y cierta.

En la Tabla 4-1 se presenta los criterios para calificar la magnitud del impacto y respectivas escalas de valoración.

**Tabla 4-1: Criterios para calificar la magnitud (Ma) del Impacto Ambiental**

<b>Criterio</b>	<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
<b>Carácter (Ca)</b>	Positivo (+)	El carácter del impacto determina si el cambio provocado sobre la variable ambiental a causa de la acción del Proyecto promueve una condición positiva (+1) o negativa (-1) respecto de su condición basal.	+1
	Negativo (-)		-1
<b>Intensidad (In)</b>	Baja	Cuando el grado de alteración sea “pequeño” y la condición original del componente prácticamente se mantenga, la intensidad se calificará “baja”.	0,1
	Media	Cuando el grado de alteración del componente implique cambios notorios respecto a su condición original, pero dentro de los rangos permitidos conforme a la legislación vigente o según criterio experto, la intensidad se calificará “media”.	0,5
	Alta	Cuando el grado de alteración sobre la condición original del componente sea significativo o de importancia, la intensidad se calificará “alta”.	1,0
<b>Extensión (Ex)</b>	Puntual	Cuando el efecto del impacto se verifique directamente donde se localizará la fuente de impacto sin una propagación espacial, se calificará el impacto “puntual” o cuando el impacto se verifica lejos de la fuente de impacto, pero en una superficie inferior al 5% respecto de la extensión del componente ambiental evaluado.	0,1
	Local	Cuando el efecto se verifique fuera del área en que se ubica la fuente de impacto, extendiéndose a áreas adyacentes y en el entorno cercano, asociadas a la actividad del Proyecto.	0,5

criterio	Escala	Descripción	Valor
	Extenso	<p>Cuando el efecto del impacto se verifique fuera del sector donde se localiza la fuente, abarcando un área que se extiende en toda el AI del componente estudiado.</p> <p>Cuando el efecto abarque el territorio que se encuentra fuera del área asociada al Proyecto y supere los límites de la sub-cuenca o cuenca en la que se emplaza el Proyecto, la extensión será calificada con la condición de “extensa” o si el impacto se verifica lejos de la fuente de impacto, en una superficie superior al 20% respecto de la extensión del componente ambiental evaluado.</p>	1,0
<b>Reversibilidad (Re)</b>	Reversible	Un impacto reversible será aquel cuya alteración pueda ser asimilada por el entorno, debido al funcionamiento de los procesos naturales y de los mecanismos de auto depuración del medio.	0,1
	Parcialmente reversible	Un impacto parcialmente reversible será aquel cuya alteración pueda ser asimilada en forma parcial por el entorno, debido al funcionamiento de los procesos naturales y de los mecanismos de auto depuración del medio, sin poder volver a su condición inicial o si el tiempo requerido para su recuperación total es de largo plazo (superior a 10 años).	0,4
	Recuperable	Un impacto recuperable será aquel que no se recupera de forma natural, pero cuya alteración puede ser revertida mediante acciones correctoras.	0,7
	Irreversible	Impacto irreversible se define como uno que no podrá revertirse en forma natural después de terminada la acción que lo genera y tampoco mediante acciones correctoras.	1,0
<b>Duración (Du)</b>	Fugaz	El impacto se produce mientras ocurre la acción que lo origina, y persiste en un período menor o igual a 1 año.	0,1
	Temporal	El impacto persistirá por un período superior a 1 año e inferior o igual a 5 años.	0,4

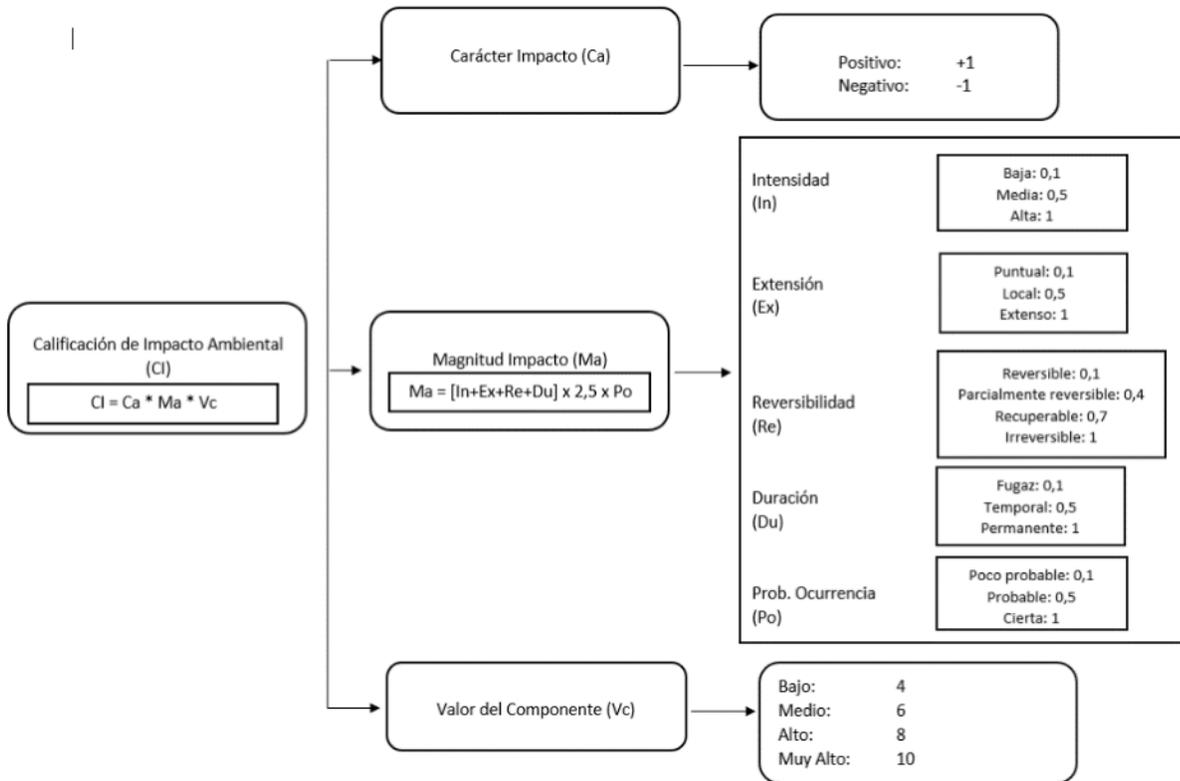
criterio	Escala	Descripción	Valor
	Mediano plazo	El impacto persistirá por un período superior a 5 años e inferior a 10 años.	0,7
	Permanente	El impacto persistirá sin desaparecer o al menor por un período superior a 10 años.	1,0
<b>Probabilidad de Ocurrencia (Po)</b>	Poco probable	Cuando la probabilidad de ocurrencia es muy baja, pero no es posible garantizar que no ocurra.	0,1
	Probable	Cuando los antecedentes del Proyecto y las condiciones del componente evaluado indican que el impacto tiene una importante probabilidad de ocurrir, no obstante, esto no es una condición totalmente cierta.	0,5
	Cierta	Cuando el impacto ocurrirá como consecuencia directa de la ejecución del Proyecto.	1,0
<b>Valor del Componente (Vc)</b>	Muy Bajo	Corresponde a la valorización que se asigna al componente ambiental a partir de la evaluación global de la condición de Línea de base del componente, considerando su estado basal, nivel de singularidad, relevancia para otros componentes ambientales o valoración intrínseca, asignada según criterios objetivos, tales como condición de protección oficial, clasificación de estado de conservación (componentes bióticos), entre otros o según criterio experto, el que deberá ser justificado.	2
	Bajo		4
	Medio		6
	Alto		8
	Muy Alto		10

Al término de la calificación de un impacto ambiental, se presenta una tabla que sintetiza la calificación del impacto, indicando los valores asignados a cada criterio y el valor de calificación de impacto final. Esta tabla tiene la forma que se indica en Tabla 4-2.

**Tabla 4-2: Tabla de calificación y evaluación de impactos ambientales**

Impacto	Criterios de calificación							CI
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc	
Código: Nombre del impacto								Valor de calificación

En la Figura 4-3 se presenta el resumen de la metodología propuesta para la valoración y calificación de los impactos evaluados.



**Figura 4-3: Síntesis de metodología de calificación de impacto ambiental**

## 4.2.3 Evaluación de Impacto Ambiental

### 4.2.3.1 Etapa V: Evaluación de Impactos ambientales mediante su Jerarquización

De acuerdo con los criterios ya descritos, el resultado de la valorización de cada impacto ambiental (CI) presentará resultados comprendidos entre -100 y + 100. A partir de estos resultados, la Relevancia del Impacto será jerarquizada, utilizando los criterios definidos en la Tabla 4-3. Se considerarán como impactos significativos los que alcancen los niveles “Muy relevante” y “Relevante”.

**Tabla 4-3: Jerarquización del Impacto Ambiental según su clasificación (CI)**

Relevancia del Impacto	Calificación del Impacto (CI)	Nivel de Relevancia
Muy relevante	- 100 a - 81	Impacto Significativo
Relevante	- 80 a - 61	
Medianamente relevante	- 60 a - 41	Impacto No Significativo
Menor	- 40 a -21	
Bajo	-20 a -0,1	
Positivo	0,1 a + 100	Impacto Positivo

En consecuencia, se determinarán como **impactos negativos significativos**, en consideración a los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300 modificada por la Ley N°20.417, a aquellos que alcancen una calificación de impacto (CI) negativa, de -61 a -100, equivalentes a los niveles de relevancia: **Muy Relevante o Relevante**.

## 4.3 Resultados de la Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales

Se presenta en esta sección los resultados del desarrollo de las etapas I a V de la metodología propuesta, para la predicción y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto.

### 4.3.1 Etapa I: Identificación de Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental

#### 4.3.1.1 Breve Descripción del Proyecto

La Faena Minera Caserones se encuentra actualmente en operación bajo las autorizaciones ambientales obtenidas mediante la RCA N°013/2010 que aprobó el EIA del “Proyecto Caserones”, y la RCA N° 057/2014 que aprobó la DIA “Actualización Mina Caserones”. De acuerdo con lo descrito en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto, el presente Proyecto plantea las siguientes modificaciones a la Faena Minera Caserones:

- **Modificaciones ejecutadas que requieren ser regularizadas.** Estas corresponden a partes, obras o acciones no consideradas en el proyecto aprobado, es decir, que no están amparadas en una RCA. En ese sentido, estas *modificaciones* corresponden a aquellas obras que han sido construidas o desarrolladas debido

a necesidades operacionales, o requerimientos adicionales para el control de condiciones que han presentado desviaciones respecto de lo previsto en proyecto original.

- **Modificaciones ejecutadas que requieren actualización.** Estas corresponden a partes, obras o acciones, que sí fueron incluidas en el diseño y permisos vigentes (amparadas en una RCA), pero que han sido desarrolladas con variaciones respecto de lo aprobado.
- **Modificaciones por ejecutar.** Corresponden a partes, obras o acciones que requieren ser incorporadas, con el objeto de optimizar y complementar la operación actual de la Faena Minera Caserones, específicamente relacionadas al depósito de lamas.

Estas modificaciones no contemplan aumentar la producción actual ni la vida útil de la Faena Minera Caserones, así como tampoco incrementan flujos de transporte ni consumo de agua fresca, en relación con lo aprobado hasta el año 2037.

En la Tabla 4-4 se presentan las modificaciones a la Faena Minera Caserones que el presente Proyecto evalúa, con base en la Tabla 1-8 Modificaciones Propuestas en el Presente Proyecto, que se presenta en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto de este EIA.

**Tabla 4-4: Resumen de Modificaciones Propuestas en el presente Proyecto**

Partes, obras y acciones	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
<b>MODIFICACIONES EJECUTADAS QUE REQUIEREN SER REGULARIZADAS</b>	
<b>Obra: Pozos de Recuperación de Infiltraciones en Quebrada La Brea</b>	
Pozos de recuperación de infiltraciones en quebrada La Brea	Construcción, habilitación y operación de 14 pozos de bombeo continuo, ubicados en la quebrada La Brea, denominados “pozos de recuperación”, con los cuales se potenció el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, para recuperar un mayor volumen de infiltraciones, de manera de contener su flujo a través del sistema subterráneo.
<b>MODIFICACIONES EJECUTADAS QUE REQUIEREN SER ACTUALIZADAS</b>	
<b>Obra: Instalaciones de Apoyo a la Faena Minera Caserones</b>	
Campamento	Incremento de la mano de obra en 500 trabajadores adicionales durante la fase de operación, llegando a un total de 2.000 trabajadores permanentes.
Campamento	El campamento de operación se ubica en el fundo Carrizalillo Grande a 1,5 km más al Sur respecto de la ubicación considerada en el proyecto original. La superficie es menor a la autorizada, y corresponde de 16.700 m <sup>2</sup> (1,67 ha). El campamento de operación tiene una capacidad para albergar un total de 2.000 trabajadores (500 adicionales a lo que fue indicado en la RCA N° 013/2010), haciendo uso de instalaciones urbanizadas remanentes del campamento de construcción, que fue desmantelado parcialmente conforme fue establecido en la RCA N° 013/2010.
Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS)	Para la fase de operación, se han construido seis (6) PTAS que se distribuyen en áreas levemente distintas a las que fueron indicadas en la RCA N° 13/2010 y brindan una solución sanitaria integral con capacidad de tratamiento del caudal máximo estimado total de generación de aguas servidas, de 360 m <sup>3</sup> /día.
Capacidad de almacenamiento de ácido sulfúrico	Se aumentó la capacidad del estanque existente en 45 m <sup>3</sup> , y se incorporó un estanque adicional de 345 m <sup>3</sup> de capacidad, ambos ubicados en el área de la planta de extracción por solventes (SX) y piscina de refino.

Partes, obras y acciones	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
Grupos generadores eléctricos	En distintos sectores de la faena, se han incorporado nuevos grupos generadores de emergencia, adicionando 12 MW, con lo cual se alcanza una capacidad instalada total en grupos generadores eléctricos de emergencia de 21.500 kW (21,5 MW) en toda la faena. Estos generadores son utilizados como respaldo en caso de caída del Sistema Eléctrico Nacional (SEN, antes denominado Sistema Interconectado Central – SIC) o como respaldo ante problemas de transmisión interna.
<b>MODIFICACIONES POR EJECUTAR</b>	
<b>Obra: Depósito de Lamas La Brea</b>	
Depósito de Lamas La Brea	Prescindir de la construcción de espesadores adicionales, puesto que las lamas depositadas en el Depósito de Lamas La Brea, luego del proceso de consolidación, están mostrando la concentración de sólidos esperada en torno a 68%, de forma natural. Además, se aclara que la capacidad de la Planta Concentradora no será ampliada a 125 ktpd y que ésta actualmente cuenta con una capacidad nominal para procesar 105 ktpd de mineral.
Depósito de Lamas La Brea	Los relaves de flotación serán clasificados en arenas y lamas mediante hidrociclones. La fracción fina será espesada y transportada en forma gravitacional a la quebrada La Brea, donde será dispuesta en un depósito. La capacidad total de este depósito se incrementa a 577 Mt para permitir un manejo de la proporción de arenas y lamas que considere variables mineralógicas, operacionales y climáticas.
Depósito de Lamas La Brea	Se consideran las siguientes modificaciones operacionales en el Depósito de Lamas La Brea: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar la capacidad total del depósito: 577,4 Mt</li> <li>- Cambiar la pendiente de depositación: 1,3 %</li> <li>- Aumentar el volumen del muro: 156,3 Mm<sup>3</sup></li> <li>- Aumentar la altura del muro: 288 m</li> </ul>
Depósito de Lamas La Brea	Prescindir de la cobertura de material granular en la fase de cierre, que no contribuirá a disminuir las infiltraciones desde el Depósito de Lamas La Brea, y se operará un sistema para el control de las infiltraciones del depósito.
Depósito de Lamas La Brea	Debido al crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea que se propone en este Proyecto, algunos de los componentes del sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones deberán ser adaptados progresivamente, con la finalidad de asegurar su operación en el tiempo. Por ello, se contempla reubicar el sistema de estaciones sentinas 2A y 3A, reubicar las obras de aforo de caudal en los drenes del

Partes, obras y acciones	Modificaciones propuestas en este proceso de Evaluación Ambiental
	muro (aforadores N°1 y N°2) y reubicar progresivamente algunos de los pozos de recuperación, en ubicaciones que no interfieran con la proyección de crecimiento del muro.
Depósito de Lamas La Brea	Para potenciar la barrera hidráulica, se mantendrá la operación de 14 pozos, denominados “pozos de recuperación”, para interceptar y extraer el flujo de las infiltraciones provenientes del depósito de lamas.
Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2	Reemplazar el canal de conducción de aguas naturales por un sistema entubado y soterrado, el que está diseñado para conducir flujos superiores a 2 m <sup>3</sup> /s, denominado Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2. Con ello, se elimina el canal revestido y de este modo se evita el potencial ingreso de lamas hacia el sistema de desvío y conducción de aguas naturales en caso de producirse contingencias en el lamaducto.

Con relación a las fases del Proyecto, conforme se describe en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto, la fase de construcción distingue lo siguiente:

- Fase de construcción del Proyecto Caserones: Comprende el periodo desde que se iniciaron las actividades de construcción del Proyecto Caserones, en abril de 2010, hasta la fecha de la puesta en marcha de la Planta SX-EW para la producción de cátodos de cobre, en marzo de 2013, que constituye el inicio oficial de la fase de operación de la Faena Minera Caserones.
- Actividades de construcción ejecutadas del presente Proyecto: Comprende las actividades de construcción de aquellas partes, obras y acciones que se requieren regularizar o actualizar a través del siguiente Proyecto, incluyendo lo siguiente:
  - Actividades para la construcción y habilitación de los 14 pozos de recuperación que se plantean regularizar en el presente Proyecto, debido a que no fueron consideradas en el proyecto aprobado en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014. Estas actividades se ejecutaron entre los años 2015 y 2017, durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones.
  - Actividades de construcción de las instalaciones de apoyo que se plantean actualizar en el presente Proyecto, debido a que se ejecutaron con ciertas diferencias con respecto a las condiciones aprobadas en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014 (campamentos, PTAS, estanque de ácido sulfúrico y generadores eléctricos adicionales). Estas actividades se ejecutaron entre abril de 2010 y marzo de 2013, durante la fase de construcción del Proyecto Caserones.
- Fase de construcción del presente Proyecto: Comprende el periodo previsto para la construcción de las partes, obras y acciones que serán construidas luego que se obtenga la calificación favorable por parte de las autoridades competentes. Esta fase comprende las actividades de construcción de la única obra del presente Proyecto que requiere una fase de construcción formal, correspondiente al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2.

Para la fase de operación, se distingue lo siguiente:

- Fase de operación de la Faena Minera Caserones: Comprende el periodo desde el inicio de la producción de cátodos de cobre en la Planta SW-EW, en marzo de 2013, hasta el final de las actividades de procesamiento de mineral y producción de concentrados o cátodos de cobre, en el año 2037.
- Fase de operación del presente Proyecto: Las partes, obras y acciones que se propone regularizar y actualizar en el presente Proyecto se encuentran actualmente en operación y continuarán hasta el final de la fase de operación de la Faena Minera Caserones. Los ajustes en el diseño y operación del Depósito de Lamas La Brea corresponden a modificaciones de partes, obras y acciones de la fase de operación de la Faena Minera Caserones, aprobadas en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014. La operación del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 se iniciará al término de las actividades de construcción e instalación del nuevo sistema y se incorporará a la operación del sistema existente de manejo de aguas de lluvia aprobado en la RCA N°013/2010 y RCA N° 057/2014.

La fase de operación del presente Proyecto corresponde al periodo comprendido desde la obtención de la resolución de calificación ambiental favorable del presente Proyecto, hasta el final de la fase de operación de la Faena Minera Caserones, en el año 2037. El periodo previsto para la fase de construcción del Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2 será simultáneo con la fase de operación del presente Proyecto y de la Faena Minera Caserones.

### 4.3.1.2 Partes, obras y acciones del Proyecto como Fuentes de Impacto Ambiental

A partir de la descripción del presente Proyecto que se presenta en el Capítulo 1 de este EIA, cuyo resumen de modificaciones propuestas se presenta en la sección anterior, a continuación se identifican las partes, obras y acciones del Proyecto, en sus distintas fases de ejecución, cuyos aspectos ambientales (emisiones, efluentes, residuos, ocupación espacial, etc.), pueden interactuar con el medio ambiente y, como consecuencia de esta interacción, pueden generar alteraciones sobre uno o más componentes de este.

#### Partes, Obras y Acciones de Construcción Ejecutadas

Con respecto a las actividades de construcción de las obras que fueron ejecutadas en el pasado y que, a través de este Proyecto, se regularizan (pozos de recuperación en quebrada La Brea) o se actualizan (instalaciones de apoyo de la Faena Minera Caserones), se precisa que en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto se han descrito los elementos que podrían haber constituido fuentes de impacto ambiental de estas actividades, como son:

- los suministros básicos de energía, agua potable, combustible y transporte;
- las emisiones atmosféricas, líquidas o ruido; y
- la generación de residuos domésticos, lodos, residuos industriales no peligrosos y residuos peligrosos.

Se concluye que estas actividades de construcción se ejecutaron bajo los parámetros estimados en el proyecto original aprobado por la RCA N° 013/2010 y, por lo tanto, en el presente capítulo no aplica realizar la predicción y evaluación de los impactos ambientales específicos que pudiesen haberse ocasionado como consecuencia de dichas actividades, puesto que éstos estuvieron contenidos dentro de los impactos que fueron evaluados ambientalmente como parte del Proyecto Caserones.

Además, tal como ha sido indicado en el Capítulo 2 - Determinación y Justificación del Área de Influencia, las obras y acciones del presente Proyecto se localizan dentro de áreas ambientalmente caracterizadas y evaluadas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del “Proyecto Caserones”, aprobado mediante la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°013/2010, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacama, y en forma posterior en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto “Actualización Mina Caserones” aprobada mediante RCA N°57/2014, de la Comisión de Evaluación de Atacama. Por lo tanto, se puede inferir que dichas obras y acciones del Proyecto que actualmente se somete a evaluación se encuentran circunscritas en “áreas ambientalmente aprobadas”, en las cuales se proyectó el emplazamiento de las partes, obras y acciones del Proyecto Caserones, y/o en áreas que cuentan con la aprobación sectorial para su cambio de uso (Permisos asociados al Cambio Uso de Suelo<sup>4</sup> - PAS 96), tal como se describe en la Figura 2-2: Localización de obras del presente Proyecto y áreas ambientalmente aprobadas, presentada en el Capítulo 2 del presente EIA.

Cabe hacer presente también, que las modificaciones que se someten a evaluación ambiental mediante este EIA, además de desarrollarse en áreas ya evaluadas ambientalmente e intervenidas por el Proyecto Caserones, no incrementan la producción aprobada del Proyecto Caserones, ni la vida útil, ni los consumos de agua fresca, así como tampoco, el transporte de insumos y productos estimada en la RCA N°013/2010.

---

<sup>4</sup> Resoluciones de Cambio de Uso de Suelos, Res. Ex. N° 011/2010 y Res. N° 033/2010.

## Partes, Obras y Acciones en Ejecución y por Ejecutar

A continuación, en la Tabla 4-5 se identifican las partes, obras y acciones del presente Proyecto que constituyen fuentes de generación de aspectos ambientales (emisiones, efluentes, residuos, ocupación espacial, etc.), los cuales pueden interactuar con el medio ambiente y, como consecuencia de esta interacción, pueden generar alteraciones sobre uno o más componentes de este.

**Tabla 4-5: Identificación de fuentes de impacto ambiental a partir de las partes, obras y actividades del Proyecto**

Partes, obras	Fase del presente Proyecto	Acciones	Aspecto Ambiental
<b>Modificaciones ejecutadas que requieren ser regularizadas</b>			
Pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones en quebrada La Brea	Operación	Bombeo de infiltraciones del depósito de lamas y aguas subterráneas en quebrada La Brea, a través de los pozos de recuperación y remediación del sistema de control de infiltraciones potenciado. Las aguas extraídas son conducidas para uso en el proceso.	Intercepción y extracción de aguas subterráneas que fluyen naturalmente por la quebrada La Brea hacia el acuífero de la quebrada Ramadillas.
	Cierre	Bombeo de infiltraciones del depósito de lamas y aguas subterráneas en quebrada La Brea, que podrían ser descargadas al ambiente. En caso sea requerido, las aguas serán tratadas mediante un sistema de tratamiento (activo o pasivo) para mejorar la calidad de agua de las infiltraciones recuperadas. <sup>a</sup>	Intercepción y extracción de aguas subterráneas que fluyen naturalmente por la quebrada La Brea hacia el acuífero de la quebrada Ramadillas.
<b>Modificaciones ejecutadas que requieren actualización – Instalaciones de Apoyo</b>			
Campamento de operación	Operación	Alojamiento, alimentación y servicios higiénicos para 2.000 trabajadores permanentes (500 trabajadores permanentes adicionales con relación al proyecto aprobado por RCA N° 013/2010).	<p>No se identifican aspectos ambientales debido a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El abastecimiento de agua se continuará realizando a partir de las fuentes autorizadas de la faena y considera los derechos de agua ya aprobados.</li> <li>- Se seguirá ocupando instalaciones existentes en la faena para el alojamiento, alimentación y servicios higiénicos.</li> <li>- Se mantendrá el tránsito de vehículos para transporte del personal a través de las mismas rutas de acceso aprobadas mediante RCA N° 013/2010.</li> <li>- El flujo vehicular total, considerando el flujo de buses para el transporte de los</li> </ul>

Partes, obras	Fase del presente Proyecto	Acciones	Aspecto Ambiental
			<p>trabajadores adicionales, seguirá manteniendo un número de viajes promedio y máximo a nivel mensual menores en comparación con el número de viajes estimados en el proyecto original aprobado mediante RCA N° 013/2010.</p> <p>- La cantidad de residuos sólidos domésticos que se generarán hasta el final de la fase de operación, incluyendo los 500 trabajadores permanentes adicionales, podrá ser almacenada en el relleno sanitario aprobado mediante RCA N° 013/2010, sin necesidad de incrementar su capacidad.</p>
PTAS	Operación	<p>Tratamiento de aguas servidas generadas en distintas áreas de la Faena Minera Caserones, incluyendo las aguas servidas generadas por los 500 trabajadores permanentes adicionales.</p> <p>Los efluentes tratados en cada una de las PTAS cumplen con la Norma de Riego 1.333 y seguirán siendo utilizados en la humectación de caminos, riego de plantaciones y en el proceso industrial (concentradora y, en menor medida, electro obtención).</p>	No se identifican aspectos ambientales debido a que las aguas servidas tratadas, que son utilizadas en humectación y riego, no corresponden a descargas.
Estanques de Ácido Sulfúrico	Operación	Almacenamiento de mayor cantidad de ácido sulfúrico.	No se identifican aspectos ambientales debido a que el ácido sulfúrico no tiene interacción con el medio ambiente. <sup>b</sup>
Grupos Generadores Eléctricos	Operación	Generación de energía eléctrica en caso de falla en la alimentación desde el Sistema Eléctrico Nacional (SEN, antes denominado Sistema Interconectado Central - SIC) o como respaldo ante problemas de transmisión interna.	Emisión de material particulado y gases
<b>Modificaciones por ejecutar</b>			
Depósito de lamas	Operación	<p>Crecimiento del muro:</p> <p>- Extracción de material de cantera</p>	Emisión de material particulado y gases

Partes, obras	Fase del presente Proyecto	Acciones	Aspecto Ambiental
		- Construcción de muro - Tránsito vehicular	Emisiones de ruido y vibraciones <sup>c</sup>
		Almacenamiento de lamas y drenaje del depósito	Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves ( <i>draindown</i> )
	Cierre	Almacenamiento de lamas y drenaje del depósito <sup>d</sup>	Emisión de material particulado producto de la erosión eólica del depósito de lamas
			Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves ( <i>draindown</i> )
Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2	Construcción	- Excavación y relleno de zanja - Montaje de tubería - Obra de empalme a IPA2 - Obras de intervención en quebradas Q1, Q2 y Q3 - Uso de maquinaria y tránsito vehicular	Emisión de material particulado y gases
	Operación	Conducción de aguas naturales de las quebradas Q1, Q2 y Q3 hacia el sistema existente de desvío y conducción de aguas naturales del Depósito de Lamas La Brea. El cambio consiste en reemplazar el canal autorizado, por una tubería enterrada. <sup>e</sup>	No se identifican aspectos ambientales puesto que el nuevo sistema se ubica en el mismo trazado aprobado para el canal, captando los aportes de las 3 quebradas laterales que ya fueron consideradas en la RCA N° 057/14.

Notas:

<sup>a</sup> En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones. La necesidad de implementar un sistema de tratamiento (activo o pasivo), para mejorar la calidad de agua de las infiltraciones recuperadas, a fin de evitar la alteración de aguas superficiales, será también definido en base a los monitoreos de seguimiento y los estudios que se realicen durante la fase de operación y que se presentarán en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones.

<sup>b</sup> Ante el riesgo de un eventual derrame de ácido sulfúrico al momento de realizar su abastecimiento por descarga de camiones, se mantendrá las medidas de prevención de contingencias definido en el marco de la evaluación ambiental del Proyecto Caserones (RCA N° 013/10), ver Capítulo 8 - Plan de Prevención de Contingencias y de Emergencias.

<sup>c</sup> En el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia, se presenta la información que permite concluir que las emisiones de ruido y vibraciones de las actividades de construcción y operación no alcanzan a los receptores potenciales más cercanos y, por lo tanto, se determina que no son potenciales generadores impacto ambiental.

<sup>d</sup> La predicción y evaluación de los impactos ambientales que podrían generarse como consecuencia del almacenamiento de lamas en el Depósito de Lamas La Brea, que constituye una instalación remanente durante el cierre y post-cierre, se evalúa considerando que se prescindirá de la cobertura de material granular conceptualizada en el proyecto aprobado por RCA N° 013/2010. De esta forma, este cambio es una modificación que se evalúa ambientalmente en el presente Proyecto.

<sup>e</sup> Los permisos asociados al Depósito de Lamas La Brea y su sistema de desvío de aguas lluvias (incluido el interceptor IP-A2), fueron otorgados por la Dirección General de Aguas (DGA) mediante la Resolución N° 1.728/2014. Además, mediante la RCA N° 57/2014 se aprobó la construcción de un canal de desvío ubicado en la quebrada afluente al depósito, específicamente al interceptor denominado IP-A2.

## 4.3.2 Etapa II: Identificación de Componentes Ambientales Susceptibles de ser Afectados

### 4.3.2.1 *Matriz Causa-Efecto entre las Partes, Obras y Acciones del Proyecto y Componentes Ambientales*

De acuerdo con lo presentado en la sección anterior, a continuación, se desarrolla la matriz causa – efecto<sup>5</sup> para el Proyecto. Esta matriz se representa a través de tablas, resultantes del cruce de los componentes ambientales estudiados en el presente EIA, respecto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto consideradas como potencialmente generadoras de impactos ambientales.

La matriz de causa – efecto resultante se presenta en la Tabla 4-6.

---

<sup>5</sup> Matriz de Leopold modificada.

**Tabla 4-6: Relación causa – efecto entre partes, obras y acciones del Proyecto potenciales generadoras de impacto y componentes ambientales**

Fases del Proyecto	Obras	Acciones	Componentes ambientales																		
			Medio Físico								Medio Biótico				Patrimonio Cultural		Paisaje	Áreas protegidas y sitios prioritarios	Atractivos naturales y culturales	Usos del territorio	Medio Humano
			Clima y meteorología	Calidad de aire	Ruido y vibraciones	Geología, geomorfología y riesgo	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad de agua superficial y subterránea	Flora y vegetación	Hongos, líquenes y briofitas	Fauna terrestre	Ecosistemas acuáticos	Patrimonio arqueológico	Paleontología					
Construcción	Sistema de conducción de aguas naturales en quebrada Variante 2	Construcción de Zanja		X																	
		Montaje de tubería		X																	
		Obra de empalme a IPA2		X																	
		Obras de intervención en quebradas Q1, Q2 y Q3		X																	
Operación	Depósito de Lamas La Brea	Operación del depósito y sistema de pozos de recuperación y remediación de infiltraciones		x					X	X											
	Grupos generadores eléctricos	Generación de energía por contingencia		X																	
Cierre	Depósito de Lamas La Brea	Actividades de cierre y erosión eólica		X																	
		Drenaje del depósito de lamas ( <i>draindown</i> )							X	X											

De acuerdo con la tabla anterior, los componentes susceptibles de ser afectados por el Proyecto se presentan en la Tabla 4-7.

**Tabla 4-7: Componentes Ambientales susceptibles de ser afectados por el Proyecto**

Medio	Componente Ambiental
Medio físico	Calidad de aire
	Hidrogeología (flujo pasante)
	Calidad del agua subterránea y superficial

### 4.3.3 Etapa III: Identificación de Impactos Potenciales

En la Tabla 4-8 se identifican los impactos potenciales que puede generar el Proyecto sobre los componentes susceptibles de ser afectados. Para efectos de su identificación a lo largo del EIA, se asigna un código a cada uno de ellos.

**Tabla 4-8: Identificación de impactos potenciales que puede generar el Proyecto sobre los componentes susceptibles de ser afectados y su código**

Medio	Componente	Código	Impacto ambiental	Fase del Proyecto
Medio Físico	Calidad del aire	ICA-1	Alteración temporal de calidad de aire por las emisiones de material particulado y gases	Construcción, operación y cierre
	Hidrogeología	IASSt-1	Alteración del flujo subterráneo pasante en el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con quebrada La Brea.	Operación y cierre
	Calidad de agua	ICASSt-1	Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea.	Operación y cierre
		ICASSt-2	Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea.	Operación y cierre
		ICASp-1	Alteración de la calidad del agua superficial del río Ramadillas por la interacción con el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea	Operación y cierre

#### 4.3.4 Etapa IV: Caracterización y Valoración de Impactos Potenciales

En la presente sección, se caracterizan y valorizan los impactos ambientales identificados para las distintas fases del Proyecto.

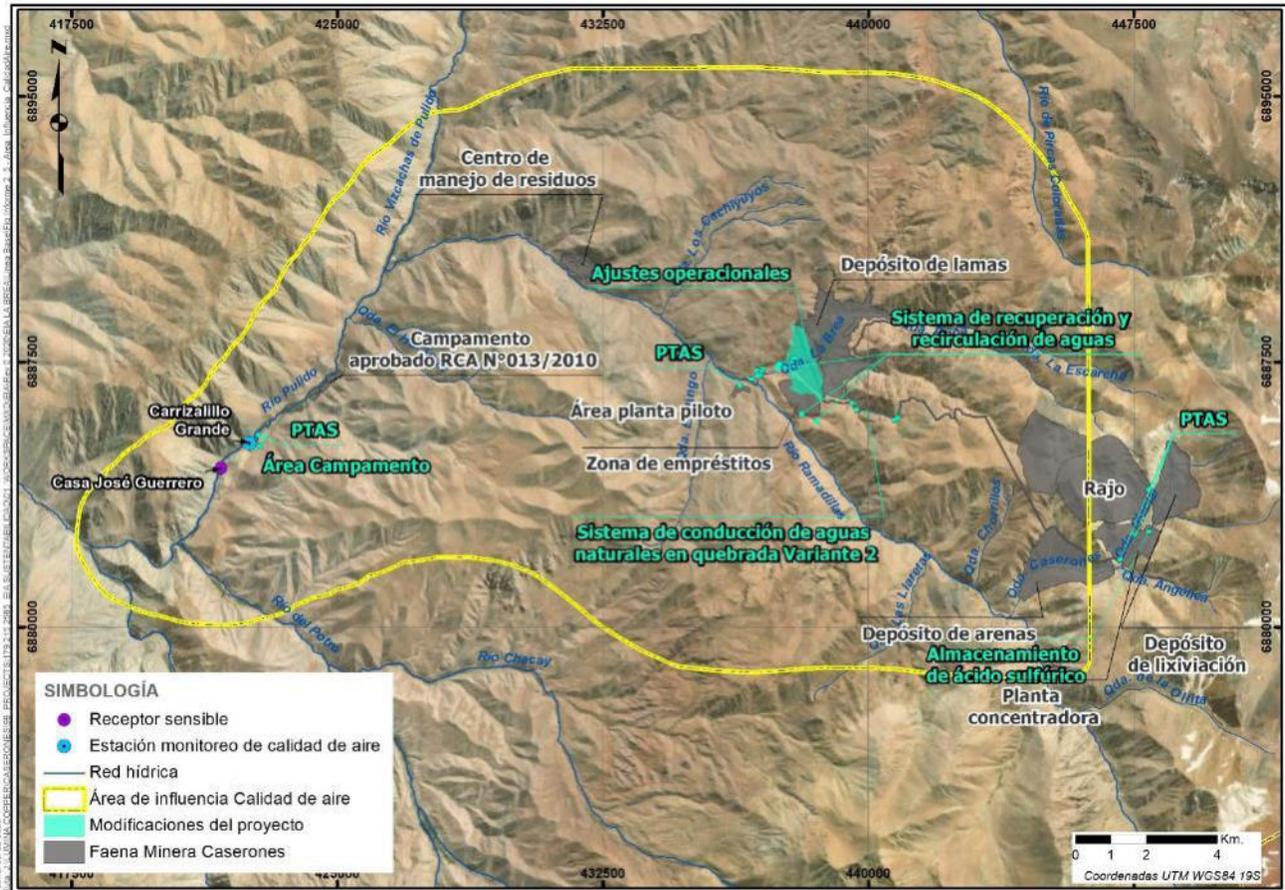
##### 4.3.4.1 Calidad de Aire

###### 4.3.4.1.1 Área de Influencia (AI)

Conforme se describe y se justifica en el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia, el AI del componente calidad del aire determinada para el presente Proyecto, se representa como la isolínea correspondiente al 2,0% de la norma diaria del  $MP_{10}$ , debido a que corresponde al contaminante de mayor relevancia, tanto por las emisiones del Proyecto como por los registros de la estación utilizada como receptor de interés, haciéndola representativa para la evaluación de potenciales impactos sobre la calidad del aire para todos los contaminantes.

La representación cartográfica del AI se presenta en la Figura 4-4, la cual también incluye los potenciales receptores identificados para este componente.

El área delimitada incluye una vivienda ubicada al costado de la ruta C-535 (casa del señor José Guerrero, Posada El Arriero), ubicada entre el Campamento Carrizalillo y la localidad de Juntas del Potro, así como también, el Campamento Carrizalillo (campamento de operación de la Faena Minera Caserones). Ambos se encuentran dentro del área representatividad de la estación de monitoreo Carrizalillo Grande, ubicada al interior de Faena Minera Caserones, contigua a las instalaciones del campamento.



**Figura 4-4: Área de Influencia Calidad del Aire**

Fuente: Elaboración propia, 2020

#### 4.3.4.1.2 Resumen de Caracterización de Línea de Base

A continuación, se presenta una descripción general de la componente calidad de aire en su área de influencia, sobre la base de los antecedentes de la LdB de Calidad de Aire (sección 3.2 del capítulo 3 de LdB del presente EIA).

La LdB de calidad del aire se elaboró a partir de los datos de la estación de monitoreo Carrizalillo Grande, ubicada al interior de Faena Minera Caserones, contigua a las instalaciones del campamento. Es importante señalar que la estación de monitoreo fue instalada a partir de los compromisos ambientales considerados en la RCA N° 013/2010, que aprobó ambientalmente el Proyecto Caserones. El período considerado para el análisis de datos de calidad del aire es enero del año 2015 a diciembre del año 2017, correspondiente a 3 años calendarios. El análisis comparativo se realizó utilizando las Normas de Calidad Primaria para los contaminantes registrados por la Estación de monitoreo Carrizalillo para Material Particulado Respirable (MP<sub>10</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

En la Tabla 4-9 se presenta la comparación de los estadígrafos definidos por la normativa ambiental vigente para MP10, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> con los valores obtenidos del monitoreo de la estación Carrizalillo Grande

**Tabla 4-9: Resumen de Monitoreos de Calidad del Aire**

Contaminante	Estadígrafo	Norma	Concentración (µg/m <sup>3</sup> N)	Porcentaje de la Norma (%)
MP <sub>10</sub>	Percentil 98 de la concentración media diaria registrada durante un año calendario (año 2018).	150	45,9	30,6%
	Concentración Media Trianual (años 2016-2018).	50	32,6	65,2%
NO <sub>2</sub>	Media Trianual del Percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario (años 2015-2017).	400	66,8	16,7%
	Concentración Media Trianual (años 2015-2017).	100	3,5	6,7%
SO <sub>2</sub>	Media Trianual Percentil 98,5 de las concentraciones de 1 horas registradas durante un año calendario (años 2015-2017).	350	11,1	3,2%
	Media Trianual Percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario (años 2015-2017).	150	27,4	18,3%
	Concentración Media Trianual (años 2015-2017).	60	6,6	11,0%

Fuente: Capítulo 3 LdB, Sección 3.2 Calidad del aire del presente EIA.

De la tabla anterior, se observa que para el material particulado respirable (MP10) cuenta con valores por debajo de la norma de concentración media anual, con una concentración media para el trienio 2016-2018 equivalente al 65% de la norma primaria, mientras el percentil 98 de los valores de concentraciones media diaria equivalente al 31% de la norma primaria.

Además, con respecto al NO<sub>2</sub>, se observa que para el periodo de monitoreo (2015-2017) no sobrepasa los límites establecidos por la norma horaria ni anual, alcanzando valores de 17% y 7% respectivamente.

El SO<sub>2</sub>, para el periodo de monitoreo (2015-2017), tampoco sobrepasa los límites establecidos por la norma horaria, diaria ni anual, alcanzando valores de 3%, 18% y 11% respectivamente.

Es importante precisar que la estación Carrizalillo Grande, registra el aporte de la operación de la Faena Minera Caserones, y según los resultados presentados, se obtiene que la LdB del componente calidad del aire se encuentra bajo los umbrales establecidos por las normas de calidad del aire.

#### 4.3.4.1.3 Identificación del Impacto y Partes, Obras y Acciones que lo Generan

Los impactos sobre el componente de calidad del aire y las acciones del Proyecto que los generan se presentan en la Tabla 4-10.

**Tabla 4-10: identificación de impactos para calidad del aire y actividades que los generan**

Impacto	Fase	Partes, Obras y Acciones
ICA-1: Alteración temporal de la calidad de aire por las emisiones de material particulado y gases	Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistema de conducción de aguas naturales quebrada Variante 2:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Construcción zanja</li> <li>■ Montaje de tubería</li> <li>■ Obra de empalme IPA2</li> <li>■ Obras de intervención en quebradas Q1, Q2 y Q3</li> </ul> </li> </ul>
	Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Operación Depósito de Lamas La Brea</li> <li>■ Generación de energía eléctrica en grupos generadores.</li> </ul>
	Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Actividades de cierre de partes y obras del presente Proyecto</li> <li>■ Erosión eólica que se generaría sobre la superficie de muro y los relaves almacenados en la cubeta, sin considerar ningún tipo de cobertura.</li> </ul>

#### 4.3.4.1.4 Caracterización de los Impactos Ambientales

##### *Estimación de emisiones atmosféricas:*

Para estimar las emisiones atmosféricas que genera el Proyecto se realizó un Inventario de Emisiones Atmosféricas, Anexo 1-E del Capítulo 1 DdP, en el que se consideraron las fuentes de emisión que se describen a continuación.

- Durante la fase de construcción se consideraron como fuente de emisión las actividades asociadas a movimientos de tierra, operación de maquinaria y tránsito de vehículos; actividades relacionadas a la construcción del Sistema de conducción de aguas naturales quebrada Variante 2.
- En la fase de operación, las emisiones atmosféricas están asociadas a movimientos de tierra (crecimiento del muro y caminos), operación de maquinaria, tránsito de vehículos y a la operación de los grupos generadores eléctricos.
- Para la fase de cierre, las emisiones atmosféricas están asociadas a movimientos de tierra, operación de maquinaria, tránsito de vehículos y emisiones del depósito. Además, en la estimación de las emisiones en esta fase de cierre, se considera la erosión eólica que se generaría sobre la superficie de muro y los relaves almacenados en la cubeta, sin considerar la ejecución de la medida de cobertura del depósito comprometida en la RCA N°013/2010. Esto con la finalidad de justificar que el presente Proyecto no requiere la implementación de una medida de cierre asociada al control de la erosión eólica del depósito de lamas (muro y superficie) y así determinar que es posible prescindir de la medida de cierre de colocar una cobertura con material de empréstito de 0,50 m de espesor sobre toda la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea, establecida en la RCA N°013/2010.

El resumen de las emisiones atmosféricas para la fase de construcción se presenta en la Tabla 4-11.

**Tabla 4-11: Resumen de emisiones atmosféricas fase de construcción**

Contaminantes	Emisión (t/año)						
	MP2.5	MP10	MP30	CO	NOx	HC	SO2
<b>Total</b>	1,29	10,21	35,38	0,38	1,83	0,17	0,00

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes del Inventario de Emisiones Atmosféricas, Anexo 1-E del Capítulo 1.

La estimación de las emisiones atmosféricas durante la fase de operación se presenta en Tabla 4-12

**Tabla 4-12: Resumen emisiones totales por año, fase de operación**

Año	Emisión (t/año)						
	MP2.5	MP10	MP30	CO	NOx	SO2	HC
2019 (ejecutado) <sup>a</sup>	184,72	1253,03	3802,40	234,11	1194,81	4,79	55,21
2020 (en ejecución) <sup>a</sup>	265,27	1944,29	6179,19	305,07	1622,61	5,29	68,32
2021 (Año 1)	296,23	2144,75	6863,86	334,14	1784,74	5,42	76,50
2022 (Año 2)	328,79	2348,66	7559,74	364,67	1953,87	5,54	85,34
2023 (Año 3)	228,79	1492,15	4614,94	276,31	1421,71	4,93	68,88
2024 (Año 4)	228,79	1492,15	4614,94	276,31	1421,71	4,93	68,88
2025 (Año 5)	243,47	1569,74	4878,38	290,39	1497,08	4,98	73,53
2026 (Año 6)	243,47	1569,74	4878,38	290,39	1497,08	4,98	73,53
2021 (Año 7)	258,09	1643,48	5128,31	304,53	1572,09	5,02	78,33
2028 (Año 8)	258,09	1643,48	5128,31	304,53	1572,09	5,02	78,33
2029 (Año 9)	274,57	1729,37	5419,86	320,12	1655,36	5,07	83,49
2030 (Año 10)	274,57	1729,37	5419,86	320,12	1655,36	5,07	83,49
2031 (Año 11)	393,41	2750,38	8930,48	424,87	2287,00	5,80	102,83
2032 (Año 12)	393,41	2750,38	8930,48	424,87	2287,00	5,80	102,83
2033 (Año 13)	277,70	1024,47	2945,78	339,23	1627,19	4,39	117,64
2034 (Año 14)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2035 (Año 15)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2036 (Año 16)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2037 (Año 17)	41,00	278,20	556,40	0,00	0,00	0,00	0,00

<sup>a</sup> Las estimaciones de emisiones de los años 2019 y 2020 corresponden al crecimiento del muro de las etapas 7, 8 y 9 conforme lo autorizado en la RCA N° 013/2010 y Res. Ex. 2145/2018.

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes del Inventario de Emisiones Atmosféricas, Anexo 1-E del Capítulo 1 DdP

Se aprecia en la tabla precedente, que las mayores emisiones ocurrirían en los años 11 y 12 de operación del presente Proyecto.

Con respecto a la fase de cierre, en la Tabla 4-13 se presenta el resumen de las emisiones atmosféricas.

**Tabla 4-13: Resumen de emisiones atmosféricas durante la fase de cierre**

Contaminantes	Emisión (t/año)						
	MP2.5	MP10	MP30	CO	NOx	HC	SO2
<b>Total</b>	316,71	1.802,20	5.105,82	142,64	680,63	63,84	0,51

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes del Inventario de Emisiones Atmosféricas, Anexo 1-E del Capítulo 1.

### Modelación de Calidad del Aire

Con el objeto de evaluar el aporte de las concentraciones que generan las partes, obras y acciones del Proyecto en las fases de operación y cierre, se modeló con *Calpuff* (Anexo 4-A del Capítulo 4 Evaluación de Impacto Ambiental del presente EIA) la dispersión atmosférica de las concentraciones de MP10, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>. Para esto, se definió una grilla de receptores de resolución de 1.000 x 1.000 m, en todo el dominio de modelación. Adicionalmente, se consideró como receptor de interés, a la casa del señor José Guerrero, Posada El Arriero, cercano a la localidad de Junta del Potro, tal como se presenta en la Figura 4-4. Este punto se encuentra cercano de la estación de calidad del aire Carrizalillo Grande, por lo que la información registrada y modelada en esta estación se considera representativa para la casa del señor José Guerrero.

Por otra parte, cabe señalar que, en consideración a que las emisiones que se generarán producto de las actividades de la fase de Construcción son significativamente inferiores a las que se generarán durante las fases de operación y cierre, no se realizó una modelación de la fase de Construcción.

### Aportes del Proyecto a las Concentraciones de Contaminantes

#### ■ Fase de Operación

En la tabla Tabla 4-14 a continuación, se presentan los aportes en concentración de los distintos contaminantes que se generarán producto de las obras y actividades durante el año 11 de la fase de Operación del presente Proyecto, el que corresponde al año de máxima emisión. Los aportes en concentración son modelados en el punto de evaluación de la estación Carrizalillo Grande, cuya ubicación es representativa del receptor directo (casa del señor José Guerrero).

**Tabla 4-14 : Aporte del proyecto (µg/m<sup>3</sup>N), estación Carrizalillo Grande, fase de operación**

Contaminante	Estadígrafo	Norma (µg/m <sup>3</sup> N)	Aporte proyecto (µg/m <sup>3</sup> N)	% respecto de norma
MP <sub>2,5</sub>	24 h	50	0,71	1,42%
	Anual	20	0,22	1,11%
MP <sub>10</sub>	24 h	150	4,80	3,20%
	Anual	50	1,50	3,01%
CO	1 h	30000	5,29	0,02%
	8 h	10000	1,77	0,02%
NO <sub>2</sub>	1 h	400	28,16	7,04%
	Anual	100	0,97	0,97%

Contaminante	Estadígrafo	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Aporte proyecto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% respecto de norma
SO <sub>2</sub>	1 h	350	0,03	0,01%
	24 h	150	0,012	0,01%
	Anual	60	0,003	0,00%

Fuente: ANEXO 4-A Modelo de Calidad de Aire del Capítulo 4 del presente EIA.

De los resultados obtenidos, se observa que el mayor aporte del Proyecto está asociado al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), que alcanza el 7% del valor límite de la norma, como concentración media horaria. Le sigue en magnitud el material particulado respirable (MP10) que alcanza el 3% del valor establecido tanto en la norma diaria como en su promedio anual. El resto de los contaminantes modelados presentan aportes bajos en concentración, y no superan el 1,5% de las normas respectivas.

#### ■ Fase de cierre

En la Tabla 4-15 a continuación, se presentan los aportes en concentración de los distintos contaminantes que se generarán producto de las actividades de la fase de Cierre del presente Proyecto. Los aportes en concentración son modelados en el punto de evaluación de la estación Carrizalillo Grande, cuya ubicación es representativa del receptor directo (casa del señor José Guerrero).

**Tabla 4-15 : Aporte del proyecto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), estación Carrizalillo Grande, fase de cierre**

Contaminante	Estadígrafo	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Aporte proyecto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% respecto de norma
MP <sub>2,5</sub>	24 h	50	0,59	1,19%
	Anual	20	0,17	0,86%
MP <sub>10</sub>	24 h	150	3,71	2,47%
	Anual	50	0,88	1,76%
CO	1 h	30000	1,83	0,01%
	8 h	10000	0,59	0,01%
NO <sub>2</sub>	1 h	400	8,39	2,10%
	Anual	100	0,32	0,32%
SO <sub>2</sub>	1 h	350	0,002	0,00%
	24 h	150	0,001	0,00%
	Anual	60	0,000	0,00%

Fuente: ANEXO 4-A Modelo de Calidad de Aire del presente EIA.

De los resultados obtenidos, se observa que el mayor aporte del Proyecto en su fase de cierre está asociado al MP10, que alcanza el 3% del valor establecido en la norma como concentración media 24 horas y un 2% del valor normado para la concentración como promedio anual. Le sigue en magnitud el NO<sub>2</sub>, que alcanza el 2% en el caso de la norma horaria. El resto de los contaminantes modelados presentan bajas concentraciones, inferiores al 1,5% de las normas respectivas.

### Análisis de resultados

Los resultados indican que el mayor aporte en concentración de contaminantes atmosféricos que generará el Proyecto, corresponde a NO<sub>2</sub> y MP10, no obstante, al sumar la LdB y el aporte generado por el Proyecto, el resultado se encuentra bajo los valores límite establecidos en las normas correspondientes, tanto en la fase de operación como en la fase de cierre. Por lo tanto, el Proyecto no generará efectos significativos en la calidad del aire debido a la generación de emisiones de los distintos contaminantes atmosféricos evaluados, producto de sus obras y/o actividades. En la Tabla 4-16 y Tabla 4-17 a continuación, se presenta los resultados que respaldan lo señalado anteriormente.

**Tabla 4-16: Proyección de Concentración de MP10, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> en Estación Carrizalillo Grande, Fase de Operación <sup>a</sup>**

Contaminante	Estadígrafo	Norma	Línea de Base (µg/m <sup>3</sup> N)	% respecto de norma	Aporte Proyecto (µg/m <sup>3</sup> N)	Concentración total (LdB + AP) (µg/m <sup>3</sup> N)	% respecto de norma
MP <sub>10</sub>	P98 24 h	150	45,9	30,60%	4,80	50,70	33,80%
	Anual	50	32,6	65,27%	1,50	34,14	68,27%
NO <sub>2</sub>	P99 1 h	400	35,4	8,84%	28,16	63,53	15,88%
	Anual	100	3,5	3,53%	0,97	4,50	4,50%
SO <sub>2</sub>	P98,5 1h	350	11,06	3,16%	0,03	11,09	3,17%
	P99 24 h	150	27,45	18,30%	0,012	27,46	18,31%
	Anual	60	6,59	10,98%	0,003	6,59	10,98%

<sup>a</sup> La proyección de concentración de MP10, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> en la Estación Carrizalillo Grande se considera representativa para el receptor de interés identificado (vivienda del señor José Guerrero).

Fuente: ANEXO 4-A Modelo de Calidad de Aire del presente EIA.

**Tabla 4-17 – Proyección de Concentración de MP10, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> en Estación Carrizalillo Grande, Fase de Cierre <sup>a</sup>**

Contaminante	Estadígrafo	Norma (µg/m <sup>3</sup> N)	Línea de Base (µg/m <sup>3</sup> N)	% respecto de norma	Aporte Proyecto (µg/m <sup>3</sup> N)	Concentración total (LdB + AP) (µg/m <sup>3</sup> N)	% respecto de norma
MP10	P98 24 h	150	45,9	30,60%	3,71	49,61	33,07%
	Anual	50	32,6	65,27%	0,88	33,52	67,03%
NO <sub>2</sub>	P99 1 h	35,4	8,84%	8,39	43,75	10,94%	35,4
	Anual	3,5	3,53%	0,32	3,85	3,85%	3,5
SO <sub>2</sub>	P98,5 1h	350	11,06	3,16%	0,002	11,06	3,16%
	P99 24 h	150	27,45	18,3%	0,001	27,45	18,30%
	Anual	60	6,59	10,98%	0,000	6,59	10,98%

<sup>a</sup> La proyección de concentración de MP10, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> en la Estación Carrizalillo Grande se considera representativa para el receptor de interés identificado (vivienda del señor José Guerrero).

Fuente: ANEXO 4-A Modelo de Calidad de Aire del presente EIA.

Dado lo anterior, es posible concluir que el mayor aporte en concentración de contaminantes atmosféricos producto de las obras y actividades del presente Proyecto corresponden a los contaminantes NO<sub>2</sub> y MP10, ambos modelados en la estación Carrizalillo Grande, la cual se considera representativa para el receptor de interés evaluado (casa del señor José Guerrero, Posada El Arriero). Estas emisiones están asociadas principalmente a combustión en el caso del NO<sub>2</sub>, como también a actividades de movimiento de tierra y/o resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en el caso del MP<sub>10</sub>. Los resultados calculados por el modelo presentan un aporte de baja magnitud en el receptor de interés considerado.

En el caso de la Fase de Operación, que corresponde a la de mayor emisión, en la Estación Carrizalillo Grande se proyecta una concentración de MP10 equivalente al 34% y 68% del valor límite establecido en la norma diaria y anual, respectivamente, de los cuales sólo el 3% corresponde al aporte del Proyecto en ambos estadígrafos. Por lo anterior, El aporte en concentración de MP10 no será significativo. En el caso del contaminante NO<sub>2</sub>, se proyecta una concentración total equivalente al 16% y 5% del valor límite establecido en la norma horaria y anual, respectivamente, de los cuales el aporte del Proyecto corresponde a un 7% y a un 1%, respectivamente. Finalmente, el efecto en la calidad del aire producto de los demás contaminantes modelados, el aporte en concentraciones producto de la ejecución del Proyecto será muy inferior, y por ende, no significativo.

Dado los resultados del modelo de calidad del aire, se espera que las concentraciones obtenidas por la ejecución del Proyecto durante sus años de mayor emisión, años 11 y 12, no generen un aporte significativo.

En cuanto a la Fase de Cierre del proyecto, los aportes de contaminantes calculados son menores respecto a la fase de operación, y con ello, las concentraciones totales proyectadas sobre el receptor de interés (casa del señor José Guerrero) se mantienen bajo los umbrales de las normas de calidad del aire analizadas. Estos resultados permiten justificar que el presente Proyecto no requiere la implementación de una medida de cierre asociada al control de la erosión eólica del depósito de lamas (muro y superficie) y así determinar que es posible prescindir de

la medida de cierre de colocar una cobertura con material de empréstito de 0,50 m de espesor sobre toda la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea, establecida en la RCA N°013/2010.

#### 4.3.4.1.5 Valoración y Calificación de los Impactos Ambientales

Considerando la información presentada anteriormente en la sección 4.3.4.1.2 de Resumen de Caracterización de Calidad de Aire, referida a la información levantada en la LdB de calidad de aire, los resultados del estudio de estimación de emisiones atmosférica, y la modelación de dispersión de contaminantes MP10, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> (ANEXO 4-A Modelación de Calidad del Aire), y las partes, obras y acciones del Proyecto potencialmente generadoras de impacto que se presentaron en la Tabla 4-10, a continuación se caracteriza y valoriza el impacto ambiental para las fases de construcción y operación del Proyecto, asociado a la componente calidad del aire.

#### **ICA-1. Alteración temporal de la calidad del aire por las emisiones de material particulado y gases**

##### **Fase de construcción**

Durante la fase de construcción del Proyecto se considera la realización de partes, obras y acciones que generarán aumento temporal de las emisiones de material particulado y gases que de acuerdo con lo que se detalla en el Anexo 1-E Inventario de emisiones. Los valores de emisión arrojan un total de 1,29 t/año para MP2.5, 10,21 t/año para MP10, 35,38 t/año para MP30, 0,38 t/año para CO, 1,83 t/año para NO<sub>x</sub> y 0,17 t/año para HC, los que se consideran despreciables, ya que equivalen a menos del 1% de lo estimado para la fase de operación. Debido a esto, no se realizó una modelación de dispersión para esta fase. Si bien, en esta fase se presentarán emisiones despreciables, respecto de la fase de operación, igualmente se realiza la siguiente evaluación de impacto que podrían generar las emisiones sobre la calidad del aire:

- El Carácter del impacto es “negativo”, ya que constituye un incremento de las concentraciones de material particulado y gases asociado a la ejecución de las partes, obras y acciones del Proyecto.
- La Intensidad del impacto es “baja”, ya que son emisiones despreciables y actividades puntuales en el tiempo.
- La Extensión del impacto “local”, ya que el efecto se ha estimado para el receptor de interés (casa del señor José Guerrero) considerando como referencia la evaluación en la estación de calidad de aire Carrizalillo Grande que se ubica cercana al receptor de interés, dentro del área de influencia del componente de calidad de aire.
- Este Impacto es “reversible”, dado que, una vez finalizadas las acciones generadoras de emisiones atmosféricas, se revertirá la condición del componente de manera natural a su condición de LdB.
- La Duración de este impacto es “fugaz” ya que el periodo en que se ejecutarán las actividades de construcción será inferior a un año.
- La Probabilidad de Ocurrencia de este impacto es “poco probable”, ya que, si bien este impacto se origina en acciones propias de la operación del Proyecto, las emisiones son despreciables, por lo que se estima muy baja probabilidad de ocurrencia de este impacto en los receptores cercanos.
- El Valor del Componente es considerado “Alto”, dado que presenta relevancia para otros componentes ambientales, específicamente aquellos relacionados a medio humano (sistema de vidas locales).

De acuerdo con lo anterior, el impacto ICA-1 se califica como “Bajo” durante la fase de construcción, según se expone en la Tabla 4-18:

**Tabla 4-18: Evaluación de impacto ambiental ICA-1 - fase de construcción**

Impacto	Criterios de calificación							CI	
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc		
ICA-1 (Construcción): Alteración temporal de la calidad de aire por las emisiones de material particulado y gases	-1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	8	-1,6	Bajo

### **Fase de operación**

Durante la fase de operación del Proyecto se considera la realización de acciones que generarán aumento temporal de las emisiones de material particulado y gases que podrían alterar la calidad del aire en el receptor de interés identificado en el área de influencia: casa del señor José Guerrero, Posada El Arriero, al costado de la ruta C-535 y cercana a la localidad de Junta del Potro. Por lo tanto, se ha realizado la siguiente evaluación del potencial impacto sobre la calidad del aire:

- El Carácter del impacto es “negativo”, ya que constituye un incremento de las concentraciones de material particulado y gases producto de la ejecución de las acciones del Proyecto.
- La Intensidad del impacto es “baja”, ya que, considerando los antecedentes del modelo Calpuff, en la Estación Carrizalillo Grande se proyecta una concentración de MP10 equivalente al 33% y 68% de la norma diaria y anual, respectivamente, de los cuales el 3% corresponde al aporte del Proyecto. Por lo anterior, se considera que no existe un aporte significativo en las concentraciones de MP10. En el caso del contaminante NO<sub>2</sub>, se proyecta una concentración total equivalente de aproximadamente 16% y 5% de la norma horaria y anual, respectivamente, para los cuales el aporte del proyecto corresponde a un 7% y a un 1%, respectivamente.
- La Extensión del impacto “local”, ya que el efecto se ha estimado para el receptor de interés (casa del señor José Guerrero) considerando como referencia la evaluación en la estación de calidad de aire Carrizalillo Grande que se ubica cercana al receptor de interés, dentro del área de influencia del componente de calidad de aire.
- Este Impacto es “reversible”, dado que, una vez finalizadas las obras y acciones generadoras de emisiones atmosféricas, se revertirá la condición del componente de manera natural a su condición de LdB.
- La Duración de este impacto es “permanente”, debido a que las emisiones duraran más de 10 años.
- La Probabilidad de Ocurrencia de este impacto es “probable”, ya que los antecedentes del Proyecto y las condiciones del componente evaluado indican que el impacto tiene una importante probabilidad de ocurrir, no obstante, esto no es una condición totalmente cierta.

- El Valor del Componente es considerado “Alto”, dado que presenta relevancia para otros componentes ambientales, específicamente aquellos relacionados a medio humano (sistema de vidas locales).

De acuerdo con lo anterior, el impacto ICA-1 se califica como “Bajo” durante la fase de operación, según se expone en la Tabla 4-19:

**Tabla 4-19: Evaluación de impacto ambiental ICA-1 - fase de operación**

Impacto	Criterios de calificación							CI	
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc		
ICA-1 (Operación): Alteración temporal de la calidad de aire por las emisiones de material particulado y gases	-1	0,1	0,5	0,1	1	0,5	8	-17	Bajo

### **Fase de cierre**

Durante la fase de cierre del Proyecto se considera la realización de acciones que generarán aumento temporal de las emisiones de material particulado y gases que podrían alterar la calidad del aire en el receptor de interés identificado en el área de influencia: casa del señor José Guerrero, vivienda ubicada en la posada El Arriero, al costado de la ruta C-535 en la localidad de Junta del Potro. La emisión asociada a la erosión eólica del material fino contenido en los relaves del depósito fue incorporada como aporte (sumada) a la actividad de movimiento de material en la fase cierre y no se consideró la cobertura de la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea con ningún tipo de material, con la finalidad de determinar que sea posible prescindir de la medida de cierre de colocar una cobertura con material de empréstito de 0,50 m de espesor sobre toda la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea, establecida en la RCA N°013/2010.

Por lo tanto, se ha realizado la siguiente evaluación del potencial impacto sobre la calidad del aire:

- El Carácter del impacto es “negativo”, ya que constituye un incremento de las concentraciones de material particulado y gases producto de la ejecución de las acciones de cierre del presente Proyecto.
- La Intensidad del impacto es “baja”, ya que, considerando los antecedentes del modelo Calpuff, en la Estación Carrizalillo Grande que se ubica cercana al receptor de interés evaluado, se proyecta una concentración de MP10 equivalente al 34% y 68% del valor límite establecido en la norma diaria y anual, respectivamente, de los cuales sólo el 3% corresponde al aporte del Proyecto en ambos estadígrafos. Por lo anterior, el aporte en concentración de MP10 no será significativo. En el caso del contaminante NO<sub>2</sub>, se proyecta una concentración total equivalente al 16% y 5% del valor límite establecido en la norma horaria y anual, respectivamente, de los cuales el aporte del Proyecto corresponde a un 7% y a un 1%, respectivamente.
- La Extensión del impacto “local”, ya que el efecto se ha estimado para el receptor de interés (casa del señor José Guerrero) considerando como referencia la evaluación en la estación de calidad de aire Carrizalillo Grande que se ubica cercana al receptor de interés, dentro del área de influencia del componente de calidad de aire.

- Este Impacto es “reversible”, dado que, una vez finalizadas las obras y acciones generadoras de emisiones atmosféricas, se revertirá la condición del componente de manera natural a su condición de LdB.
- La Duración de este impacto es “mediano plazo”, debido a que las emisiones asociadas a las actividades de cierre podrían durar un período superior a 5 años e inferior a 10 años.
- La Probabilidad de Ocurrencia de este impacto es “probable”, ya que los antecedentes del Proyecto y las condiciones del componente evaluado indican que el impacto tiene una importante probabilidad de ocurrir, no obstante, esto no es una condición totalmente cierta.
- El Valor del Componente es considerado “Alto”, dado que presenta relevancia para otros componentes ambientales, específicamente aquellos relacionados a medio humano (sistema de vidas locales).

De acuerdo con lo anterior, el impacto ICA-1 se califica como “Bajo” durante la fase de cierre, según se expone en la Tabla 4-20. Estos resultados justifican que el presente Proyecto no requiere la implementación de una medida de cierre asociada al control de la erosión eólica del depósito de lamas (muro y superficie); lo cual justifica también que es posible prescindir de la medida de cierre de colocar una cobertura con material de empréstito de 0,50 m de espesor sobre toda la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea, establecida en la RCA N°013/2010.

**Tabla 4-20: Evaluación de impacto ambiental ICA-1 - fase de cierre**

Impacto	Criterios de calificación							CI	
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc		
ICA-1 (Cierre): Alteración temporal de la calidad de aire por las emisiones de material particulado y gases	-1	0,1	0,5	0,1	0,7	0,5	8	-14	Bajo

#### 4.3.4.2 Hidrogeología

##### 4.3.4.2.1 Área de Influencia (AI)

Conforme se describe y se justifica en el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia, y de acuerdo con los antecedentes del Capítulo 1 – Descripción de Proyecto y la Línea de base de hidrogeología (Sección 3.7 del Capítulo 3 del presente EIA), desde el inicio de la operación del depósito de lamas en junio de 2014, se generaron flujos de infiltraciones desde las lamas que fueron mayores a la capacidad de bombeo de agua del sistema de pozos en la quebrada La Brea, que fue aprobado en el Plan de Monitoreo Robusto-Calidad<sup>6</sup>.

Esta situación no prevista tuvo como consecuencia el incremento del flujo subterráneo pasante desde quebrada La Brea a quebrada Ramadillas en este periodo producto de las infiltraciones del depósito de lamas. MLCC

<sup>6</sup> Con fecha 7 de marzo de 2014, mediante Resolución Exenta N° 064/2014, la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama valida el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos presentados por MLCC, previa conformidad con condiciones de la Dirección General de Agua (DGA) Región de Atacama, en cumplimiento de la prerrogativa contenida en el Considerando 12 numeral 09 Resolución Exenta N° 013/2010, que calificó ambientalmente favorable el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Caserones.

implementó medidas adicionales para el control de las infiltraciones, mediante la incorporación de 14 pozos de bombeo adicionales para la recuperación de estas infiltraciones en quebrada La Brea.

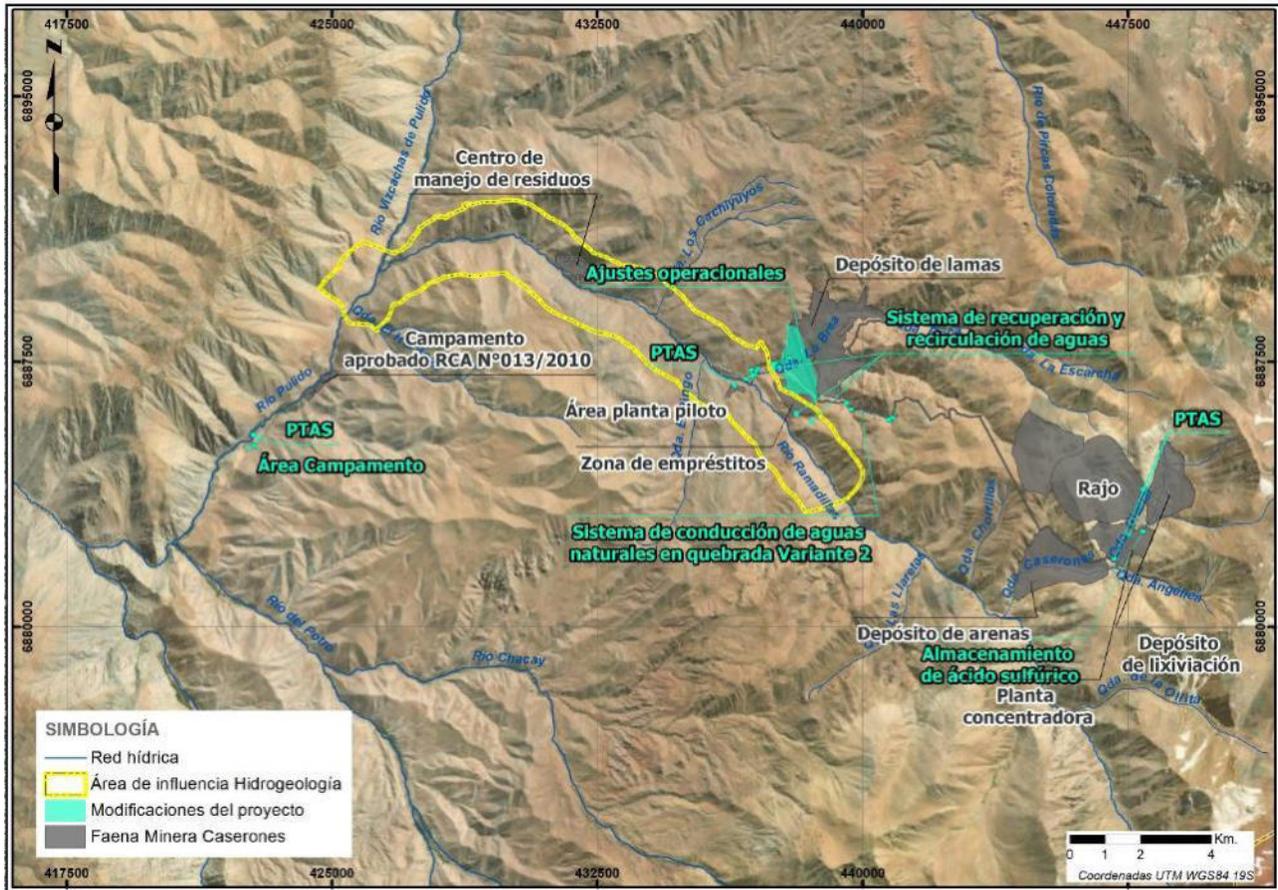
Las infiltraciones habrían generado un aumento del nivel de agua subterránea entre 8 a 12 m en la confluencia La Brea - Ramadillas, después del inicio de la operación del Depósito de lamas. Este aumento se habría revertido en forma paulatina por el efecto de los pozos de remediación y pozos de recuperación, presentando a febrero 2019 un nivel cercano al registrado durante el periodo Pre-operacional.

Hacia aguas abajo del pozo POR-05A, ubicado a aproximadamente 2 km después de la confluencia entre la quebrada La Brea y Ramadillas, se observa que los niveles de aguas subterránea se han mantenido estables en el tiempo, presentando una condición similar a la observada en el periodo Pre-operacional.

Considerando esta información, se ha considerado la delimitación del AI para el componente hidrogeología, considerando las zonas acuíferas de los siguientes sectores donde se considera necesario evaluar el potencial efecto sobre el flujo pasante producto de las infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea:

- Quebrada La Brea: desde el área donde se emplaza el depósito de lamas hasta la confluencia con el río Ramadillas, que incluye la zona donde se generan las infiltraciones desde las lamas y los sectores aguas abajo donde se realizan las actividades de intercepción y extracción de infiltraciones y agua subterránea natural, a través del bombeo en los pozos de recuperación y remediación que forman parte del sistema de control de infiltraciones del depósito de lamas.
- Río Ramadillas: desde un sector localizado aproximadamente 4 km aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Brea, hasta la confluencia con el río Vizcachas del Pulido.

En la Figura 4-5 se presenta la delimitación del AI para el componente de hidrogeología.



**Figura 4-5: Área de Influencia de Hidrogeología**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

#### 4.3.4.2.2 Resumen de Caracterización de Línea de Base

A continuación, se presenta una descripción general de la componente hidrogeología en su área de influencia, sobre la base de los antecedentes de la LdB de Hidrogeología (Sección 3.8 del Capítulo 3 Línea de Base del presente EIA) y modelos conceptuales de La Brea y Ramadillas.

##### 4.3.4.2.2.1 Sector La Brea

#### Sistema hidrogeológico Pre operacional

A continuación, se proporciona información respecto a la geometría del sistema subterráneo de manera que permite dar un contexto respecto al comportamiento del flujo subterráneo en el sector de La Brea. La Figura 4-6 presenta una sección esquemática de la geometría del sistema subterráneo a través del eje de quebrada La Brea, con la información del balance y niveles de agua representativos del periodo LdB o Pre-operacional.

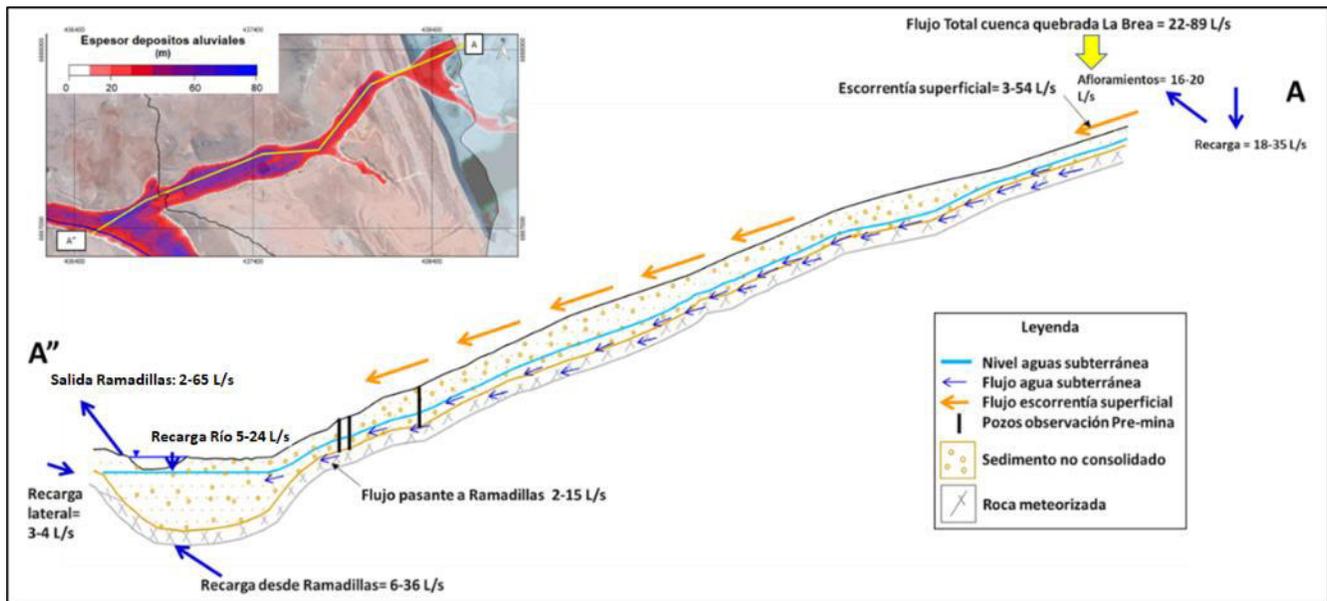


Figura 4-6: Sección esquemática del funcionamiento en quebrada La Brea, periodo Pre-operacional

**Balance hídrico Pre-operacional**

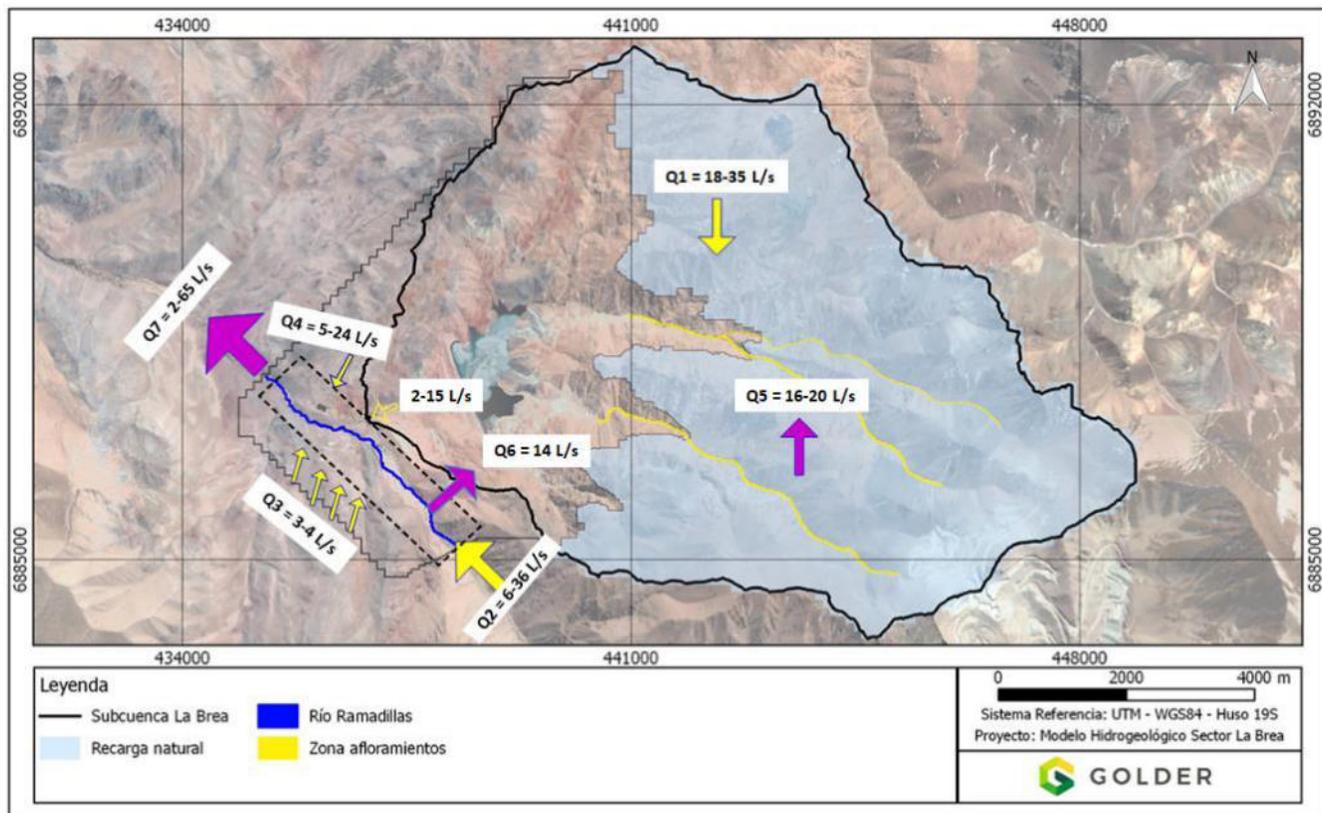
En la Tabla 4-21 y Figura 4-7 se presenta un resumen de las entradas y salidas de agua del sistema definido para el límite del modelo conceptual para el periodo Pre-operacional

Tabla 4-21: Balance hídrico Pre-operacional quebrada La Brea

Entradas (L/s)		Salidas (L/s)	
Recarga en quebrada La Brea (Q1)	18-35	Afloramientos o consumos vegetativos de quebrada La Brea (Q5)	16-20
Flujo pasante proveniente de Ramadillas (Q2)	6-36		
Aporte lateral provenientes de subcuencas vecinas (Q3)	3-4	Bombeo pozos WP-01 y WE-01 (Q6)	14
Aporte del río (Q4)	5-24	Descarga Ramadillas (Q7)	2-65
<b>Total Entradas</b>	<b>32-99</b>	<b>Total Salidas</b>	<b>32-99</b>

Fuente: Informe Modelo Conceptual Quebrada La Brea (Anexo 4-B del presente Capítulo 4 del EIA).

Los valores estimados en el balance hídrico conceptual fueron calculados considerando una sección de flujo pasante del ancho y potencia de los Depósitos no consolidados a la salida de quebrada La Brea. A partir de esta sección se obtienen valores de 2 - 15 L/s de flujo subterráneo pasante desde quebrada La Brea hacia quebrada Ramadillas.



**Figura 4-7: Balance hídrico Pre-operacional quebrada La Brea**

### **Sistema hidrogeológico Operacional**

El funcionamiento del sistema hidrogeológico para el periodo operacional (junio 2014 a febrero 2019) está ligado directamente a la operación del Depósito de Lamas La Brea al interior de la cuenca de quebrada La Brea. Al respecto, producto de la operación del Depósito de lamas La Brea con el potenciamiento del sistema de control de infiltraciones, han generado efectos tanto en la cantidad como la calidad del agua subterránea natural en esta parte de la cuenca.

Las infiltraciones estimadas del depósito de lamas en el Modelo de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea (Arcadis, 2020), que se presenta como Apéndice B del Informe Modelo Hidrogeológico Conceptual de la Quebrada La Brea (Anexo 4-B del presente EIA) han presentado un aumento sostenido desde el inicio de su operación (junio 2014) hasta fines de 2017. Se han estimado caudales promedio de infiltración de 132 L/s para 2014 - 2015, aumentando del orden de 172 L/s a fines del año 2017. Durante el 2018 y comienzos 2019, los caudales de infiltración disminuyeron, estimándose para este último periodo 116 L/s como promedio.

El caudal captado por los drenes basales del depósito de lamas presenta un comportamiento similar a las infiltraciones estimadas, los cuales fluctúan en promedio entre 25 L/s durante el año 2015, 60 L/s durante el año 2016, 45 L/s para el año 2017, disminuyendo a un promedio de 14 L/s para el 2018 - 2019.

El caudal capturado por la ZCF aguas abajo del depósito, ha disminuido desde 40 L/s promedio durante el año 2015, hasta 20 y 10 L/s promedio para los años 2016 y 2017 respectivamente. Desde el segundo semestre del 2017 a la fecha, no registra caudales, producto del descenso de los niveles de agua subterránea, asociado al inicio del bombeo de los pozos PRLB-10 al PRLB-14.

El bombeo desde pozos en quebrada La Brea está compuesto por los pozos de remediación (BRW-01, BRW-02, POB-08B, PBB-01 y POB-07A) junto con los pozos de recuperación (14 pozos de bombeo PRLB's), ubicados aguas abajo y aguas arriba de la ZCF, respectivamente.

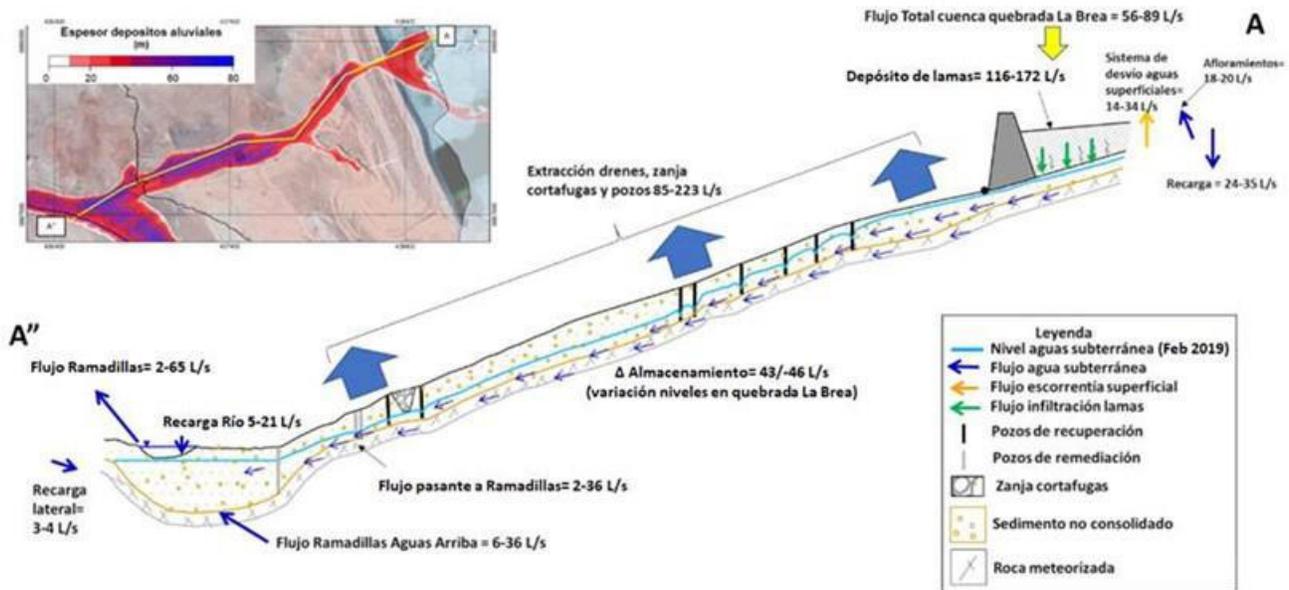
Los pozos de remediación comenzaron su extracción en noviembre de 2014, alcanzando 45 L/s en agosto 2015. Desde septiembre 2015 se fueron adicionando de forma discreta los pozos de recuperación (PRLB-01 a 09), alcanzando en abril 2017 caudales totales entre ambos sistemas del orden de 100 L/s. Entre mayo y noviembre 2017, con el inicio del bombeo de los últimos 5 pozos (PRLB-10 al PRLB-14), el bombeo total alcanzó un promedio del orden de 170 L/s. Durante el último periodo de registro, desde enero 2018 a febrero 2019 los caudales de extracción de los pozos disminuyeron a un total de 100 L/s, siendo 70 L/s correspondientes a los últimos 5 pozos, reduciendo a 30 L/s aproximadamente la extracción en los pozos ubicados aguas abajo.

Cabe precisar, que MLCC cuenta con la totalidad de los derechos de aprovechamiento de agua (DAA) sobre el agua natural pasante desde la quebrada La Brea y, de acuerdo con la evaluación ambiental del Proyecto Caserones y sus antecedentes complementarios, se estimó un caudal natural pasante de esta quebrada de 13 l/s<sup>7</sup> (que ha sido estimada entre 2 y 15 L/s en el modelo hidrogeológico conceptual de quebrada La Brea, Anexo 4-B del presente capítulo) y los derechos evaluados sectorialmente para operar los pozos de remediación corresponden a 28 l/s<sup>8</sup>.

El bombeo de los pozos en quebrada La Brea ha generado un descenso de los niveles del orden de 15 – 25 m a febrero 2019, evidenciado también en los niveles actuales por debajo de la ZCF, la cual ha dejado de extraer agua. La Figura 4-8 presenta una sección esquemática de la geometría del sistema subterráneo a través del eje de quebrada La Brea para el periodo Operacional. En esta figura se presenta el fondo de la ZCF sobre el nivel de agua subterránea observado a febrero 2019.

<sup>7</sup> Los Estudios Hidrogeológicos Complementarios validados por la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, previo informe favorable de la DGA, estiman un caudal natural pasante en la Quebrada La Brea de 13,3 l/s. En efecto, en el Informe "Estudios Hidrogeológicos Complementarios Control de Infiltraciones Depósitos de Lamas Quebrada La Brea. Rev. A", a propósito del modelo numérico, en su sección 6, se especifica expresamente que el que el caudal natural pasante estimado mediante Darcy es de 13,3 l/s

<sup>8</sup> MLCC cuenta con 28 L/s de derechos de agua en el sector de La Brea, otorgados por la DGA mediante las Resoluciones Exenta N°444 y N°445, ambas del 2014. El caudal de extracción de 28 l/s, además de corresponder a los DAA autorizados, corresponde al caudal autorizado ambientalmente para el bombeo de los pozos de remediación de la quebrada La Brea, según se especifica en el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos, que fue validado por la Comisión de Evaluación del Región de Atacama mediante la Resolución Exenta N°064 de 07 de marzo de 2014.



**Figura 4-8: Sección esquemática del funcionamiento en quebrada La Brea, periodo Operacional**

Las mediciones de niveles de agua subterránea en los pozos de monitoreo en el sector de confluencia La Brea – Ramadillas presentan un ascenso de los niveles (PBB-07 y POB-7A) del orden de 8 – 12 m luego del inicio de la operación, disminuyendo cercanos a su nivel inicial con el inicio de la extracción de agua desde los sistemas de control de infiltraciones.

Aguas abajo de la confluencia, el pozo POB-06B muestra cambios del orden de 2 m, sin presentar las variaciones estacionales observadas aguas arriba de la confluencia (WE-01 y P3-TR). Esto representa una mayor influencia del flujo desde quebrada La Brea sobre POB-06B, en comparación con el flujo de agua subterránea que proviene desde Ramadillas aguas arriba de la confluencia.

### **Balance hídrico Operacional**

En la Tabla 4-22 se presenta un resumen de las entradas y salidas de agua del sistema definido para el límite del modelo conceptual para el periodo operacional.

**Tabla 4-22: Balance hídrico Operacional quebrada La Brea**

Entradas (L/s)		Salidas (L/s)	
Recarga en quebrada La Brea (Q1)	24-35	Afloramientos o consumos vegetativos de quebrada La Brea (Q5)	18-20
Flujo pasante proveniente de Ramadillas (Q2)	6-36		
Aporte lateral provenientes de subcuencas vecinas (Q3)	3-4	Bombeo pozo WP-01 (Q6)	6
		Descarga Ramadillas (Q7)	2-65
Aporte del río (Q4)	5-21	Drenes, ZCF y Pozos (Q9)	85-223
Agua liberada por las lamas (Q8)	116-172		
<b>Total Entradas</b>	<b>154-268</b>	<b>Total Salidas</b>	<b>111-314</b>
<b>Diferencia (Almacenamiento)</b>			<b>+43/-46</b>

Fuente: Informe Modelo conceptual quebrada La Brea (Anexo 4-B del presente Capítulo 4 del EIA).

#### 4.3.4.2.2 Sector Ramadillas

##### Sistema hidrogeológico Pre-operacional

A continuación, se proporciona información del funcionamiento del sistema hidrogeológico en el sector medio y bajo de quebrada Ramadillas.

- La cuenca del río Ramadillas presenta un régimen de precipitaciones y de flujo nival, donde la línea de nieves se ubica sobre la cota 3.400 m.s.n.m.
- El sector medio y bajo de quebrada Ramadillas está compuesta por unidades geológicas que corresponden principalmente a secuencias de rocas volcano-sedimentarios. En el eje del cauce del río Ramadillas se disponen unidades de depósitos no consolidados, principalmente sedimentos aluviales y coluviales.
- La interacción entre el río Ramadillas y el acuífero subyacente constituye una de las principales características del sistema, influyendo tanto en la magnitud como calidad química de los flujos a lo largo del acuífero.

- De acuerdo con la serie rellenada de caudales medios mensuales (serie sintética) para el punto de aforo LM-05<sup>9</sup>, ubicado a la salida del río Ramadillas antes de su confluencia con el Vizcachas del Pulido, en el periodo 1993 – 2013 (Pre-operacional), se estiman caudales medios mensuales que varían entre 311 L/s (septiembre) y 944 L/s (enero), y un caudal medio anual de 497 L/s.
- El sistema subterráneo presentó aguas arriba de la confluencia La Brea – Ramadillas una entrada de flujo subterráneo pasante entre 3 y 23 L/s.
- Entre el río Ramadillas y el acuífero subyacente existe una interacción de flujos en donde se identifican tramos de quebrada Ramadillas donde el río se comporta como perdedor y aporta agua al acuífero o viceversa. En el periodo Pre-operacional, las infiltraciones desde el cauce del río hacia el sistema subterráneo varían entre 60 – 121 L/s.
- Las descargas subterráneas desde las subcuencas tributarias alcanzarían entre 13 y 29 L/s, siendo quebrada La Brea la de mayor aporte con un flujo subterráneo que se estima conceptualmente entre 2 y 15 L/s y que el modelo hidrogeológico numérico de la quebrada Ramadillas simula en 13,9 L/s.
- Se han identificado también aportes del acuífero al río en distintos tramos a lo largo de quebrada Ramadillas, que corresponden a salidas de flujo del sistema subterráneo debido a afloramientos estimados entre 55 – 103 L/s. Se considera que una fracción mayoritaria de este valor ocurra desde aguas abajo de la confluencia La Brea - Ramadillas hasta 200 m aguas abajo del punto de aforo LM-27.
- Se estima conceptualmente que el flujo subterráneo pasante de la quebrada Ramadillas en la descarga al río Vizcachas del Pulido se haya encontrado entre 7 y 56 L/s. El modelo hidrogeológico numérico de la quebrada Ramadillas simula este flujo de descarga de agua subterránea en 25,4 L/s.

El flujo subterráneo está caracterizado por su movimiento en tres (3) unidades hidrogeológicas:

- UH 1: Sedimentos no consolidados.
- UH 2: Roca meteorizada.
- UH 3: Roca competente.

El flujo se desarrolla principalmente en la UH 1 que presenta conductividades hidráulicas entre  $8 \times 10^{-7}$  y  $5 \times 10^{-4}$  m/s, siendo superiores a las representativas de las UH 2 y UH 3. La UH 2 también constituiría un medio para el flujo subterráneo, aunque de forma secundaria por su menor conductividad hidráulica ( $1 \times 10^{-7}$  -  $1 \times 10^{-5}$  m/s). La UH 3 presenta una conductividad hidráulica del orden de  $2 \times 10^{-9}$  -  $1 \times 10^{-7}$  m/s, considerándose que el flujo subterráneo a través de esta unidad sería despreciable.

### **Balance hídrico Ramadillas (Pre-operacional)**

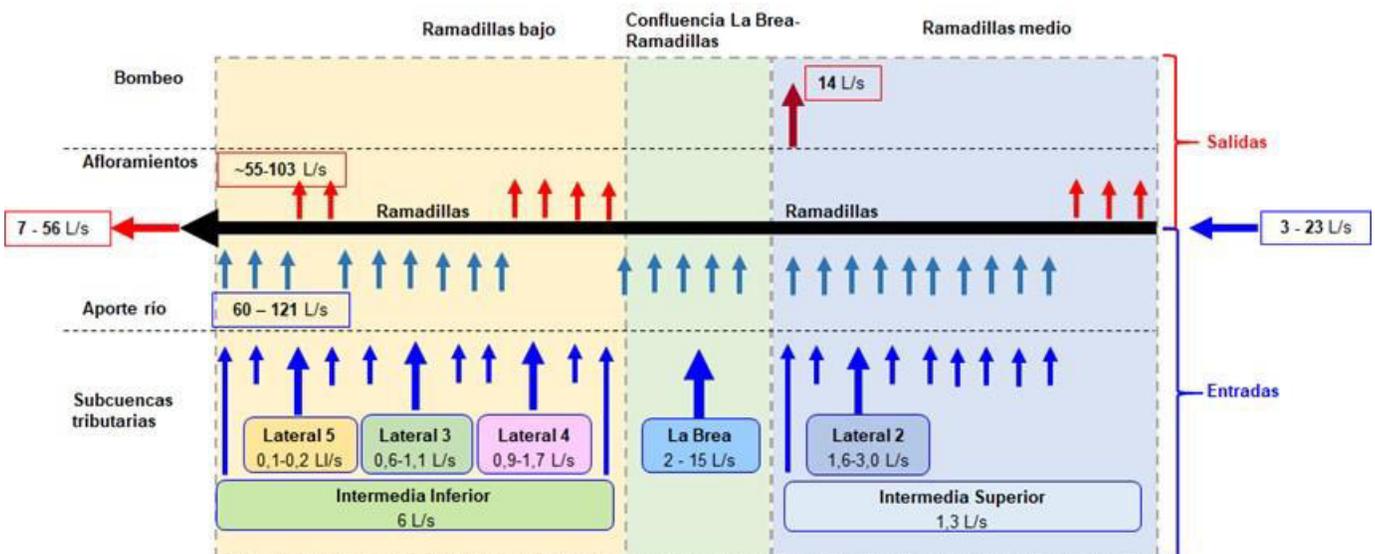
El balance hídrico Pre-operacional del sistema subterráneo se basó en los resultados de los estudios hidrológico e hidrogeológico, asociados a las estimaciones de recarga y flujo subterráneo pasante. A continuación, en Tabla 4-23 y Figura 4-9 se presenta las entradas y salidas de agua del sistema subterráneo.

<sup>9</sup> Ver sección 3.1.3.2 del Anexo 4-D Informe Modelo Conceptual Quebrada Ramadillas

**Tabla 4-23: Balance hídrico Pre-operacional quebrada Ramadillas**

Entradas (L/s)		Salidas (L/s)	
Recargas subcuencas	13-29	Afloramientos	55-103
Aporte del río	60-121	Bombeo WP-01 y WE-01	14
Flujo subterráneo pasante Ramadillas	3-23	Descarga río Vizcachas del Pulido	7-56
<b>Total Entradas</b>	<b>76-173</b>	<b>Total Salidas</b>	<b>76-173</b>

Fuente: Informe Modelo Conceptual Quebrada Ramadillas (Anexo 4-D del presente Capítulo 4 del EIA).



**Figura 4-9: Esquema balance hídrico sistema agua subterránea quebrada Ramadillas periodo Pre-operacional.**

Fuente: Informe Modelo conceptual quebrada Ramadillas (Anexo 4-D del presente Capítulo 4 del EIA).

**Sistema hidrogeológico (Operacional)**

El funcionamiento del sistema hidrogeológico en el periodo Operacional (junio 2014 a febrero 2019) incorpora la influencia de la operación del Depósito de Lamas La Brea en el flujo subterráneo del Ramadillas.

Las infiltraciones habrían generado un aumento del nivel de agua subterránea entre 8 a 12 m en la confluencia La Brea-Ramadillas, después del inicio de la operación del depósito de lamas La Brea. Este aumento se habría revertido en forma paulatina por el efecto de los pozos de remediación y pozos de recuperación, presentando a febrero de 2019 I nivel registrado durante el periodo Pre-operacional.

El flujo subterráneo pasante desde quebrada La Brea al Ramadillas aumentó en este periodo producto de las infiltraciones del depósito, alcanzando un rango estimado a nivel conceptual entre 2 y 36 L/s. El flujo pasante

máximo de la quebrada La Brea hacia la quebrada Ramadillas, para el periodo Operacional, se estima en un máximo de 36 L/s para los años 2014-2015, mientras que para el periodo Pre-operacional se estimó en 15 L/s; este incremento es correspondiente al mayor alza de niveles registrado debido a que en periodo Operacional el flujo pasante corresponde a agua natural y agua infiltrada desde el depósito de lamas. La estimación para el periodo 2018-2019, alcanza valores similares a la condición Pre-Operacional, acorde con la disminución de los niveles de agua subterránea en la confluencia La Brea-Ramadillas.

El modelo hidrogeológico numérico de la quebrada Ramadillas simula en 13,9 L/s el flujo pasante Pre-operacional desde quebrada La Brea hacia Ramadillas. Después de la entrada en operación del depósito de lamas, los flujos aportantes desde quebrada La Brea aumentan hasta llegar a 67 L/s, para diciembre 2014. El flujo decae hasta marzo 2016, manteniéndose alrededor de 20 L/s hasta marzo 2019, aunque durante el segundo semestre del año 2017 se registraron valores más bajos que habrían alcanzado un mínimo de aproximadamente 5 L/s de flujo pasante de La Brea hacia Ramadillas, en setiembre de 2017.

La descarga subterránea hacia el río Vizcachas del Pulido se mantiene prácticamente constante en 25 L/s, a pesar de las variaciones de flujo en el resto de los componentes del sistema.

### **Balance hídrico Ramadillas (Operacional)**

A continuación, en la Tabla 4-24 y Figura 4-10 se presentan las componentes del balance hídrico del sistema subterráneo al interior del dominio del modelo hidrogeológico conceptual durante el periodo Operacional, que abarca el periodo entre junio 2014 y febrero 2019.

**Tabla 4-24: Balance hídrico Operacional quebrada Ramadillas**

Entradas (L/s)		Salidas (L/s)	
Recargas subcuencas	14-49	Afloramientos	52-180
Aporte del río	53-175	Bombeo WP-01	6
Flujo subterráneo pasante Ramadillas	3-23	Pozo remediación La Brea: POB-7A	4
		Descarga río Vizcachas del Pulido	7-56
<b>Total Entradas</b>	<b>70-247</b>	<b>Total Salidas</b>	<b>70-247</b>

Fuente: Informe Modelo Conceptual Quebrada Ramadillas (Anexo 4-D del presente Capítulo 4 del EIA).

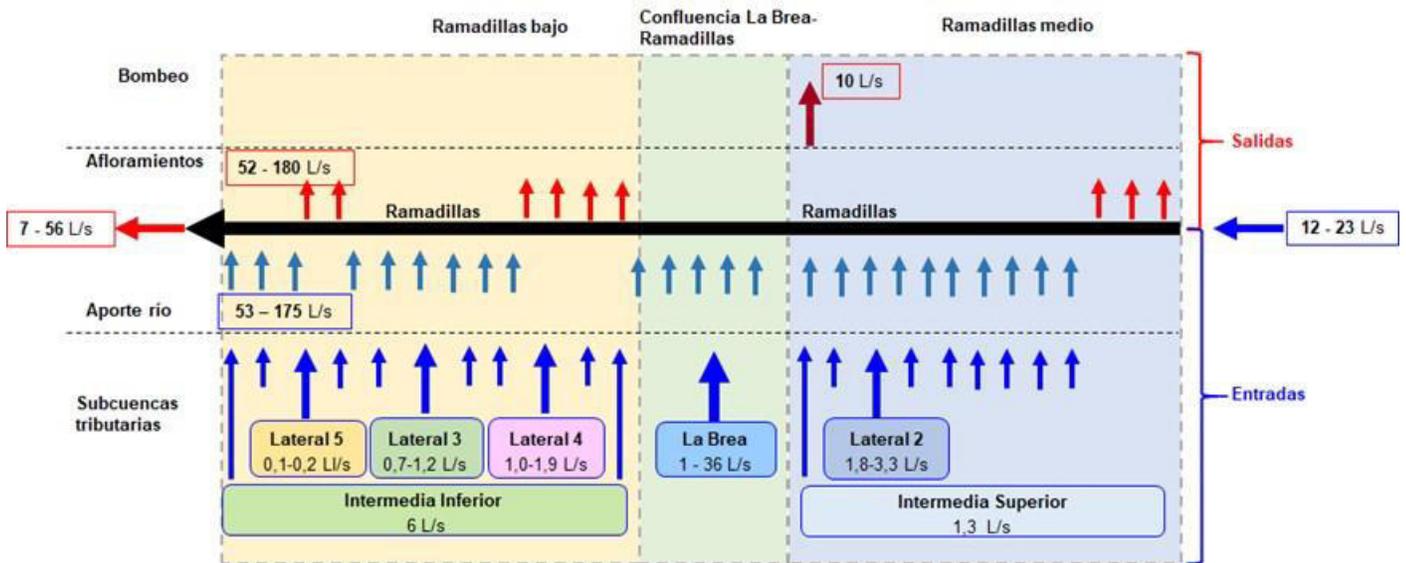


Figura 4-10: Esquema balance hídrico sistema agua subterránea quebrada Ramadillas periodo Operacional.

Fuente: Informe Modelo Conceptual Quebrada Ramadillas (Anexo 4-D del presente Capítulo 4 del EIA).

### 4.3.4.2.3 Identificación del Impacto y Actividad que lo Genera

El impacto del Proyecto sobre la hidrogeología, y las partes, obras y acciones que lo componen se presentan en la Tabla 4-25.

**Tabla 4-25: Identificación de impactos para hidrogeología y partes, obras y acciones que los generan**

Impacto	Fase	Partes, Obras y Acciones	Aspecto ambiental
IH-1: <i>Alteración del flujo subterráneo pasante en el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con quebrada La Brea hasta la confluencia con Vizcachas del Pulido.</i>	Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación y drenaje del depósito</li> <li>- Bombeo de infiltraciones y aguas subterráneas en quebrada La Brea, a través de los pozos de recuperación y remediación del sistema de control de infiltraciones potenciado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves.</li> <li>- Intercepción y extracción de aguas subterráneas que fluyen naturalmente por la quebrada La Brea hacia el acuífero de la quebrada Ramadillas.</li> </ul>
	Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenaje del depósito</li> <li>- Control de infiltraciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves.</li> <li>- Intercepción y extracción de aguas subterráneas que fluyen naturalmente por la quebrada La Brea hacia el acuífero de la quebrada Ramadillas.</li> </ul>

#### 4.3.4.2.4 Caracterización y Valoración de los Impactos Ambientales

##### 4.3.4.2.4.1 Resultados Modelo Numérico Sector La Brea y Ramadillas

Con el fin de representar el funcionamiento del sistema hidrogeológico en el sector La Brea, se elaboró un modelo de flujo y transporte del sistema subterráneo, que permitiese proyectar los impactos que generará el Proyecto sobre el sistema subterráneo en la Brea durante la fase de operación (ver ANEXO 4-C Modelo Hidrogeológico Numérico La Brea).

Para efectos de la evaluación de impactos del componente hidrogeología fue considerado el Escenario 2 del modelo numérico de quebrada La Brea, el cual considera mantener el sistema actual de control de infiltraciones durante todo el periodo de simulación, donde se tiene que las infiltraciones totales se mantienen oscilando en torno a los 120 L/s durante todo el periodo de simulación (2019 al 2037), y el caudal captado por el sistema de drenaje se mantiene entre 10 y 20 L/s.

Los principales resultados de esta simulación indicaron lo siguiente:

- En el Escenario 2, desde el inicio de operación de los pozos de mitigación, el caudal pasante hacia Ramadillas, durante la mayor parte de la simulación, se mantiene por sobre los 5 L/s, y en un rango entre 1 y 21 l/s, lo que es similar al rango estimado para el periodo pre-operacional (2-15 l/s).

- Para el Escenario 2, en el año 2031 se tiene un máximo del caudal pasante hacia Ramadillas (aproximadamente 21 l/s), que tiene relación directa con las infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea en este escenario (máximo local en el año 2030).
- El flujo subterráneo pasante desde la quebrada Ramadillas hacia el Vizcachas del Pulido, a la salida de la cuenca de Ramadillas permanece constante en 25 L/s, siendo igual al valor presentado en el periodo Pre-operacional y Operacional.

En la Figura 4-11 se presenta el flujo pasante desde quebrada La Brea hacia Ramadillas para el Escenario 2 de simulación.

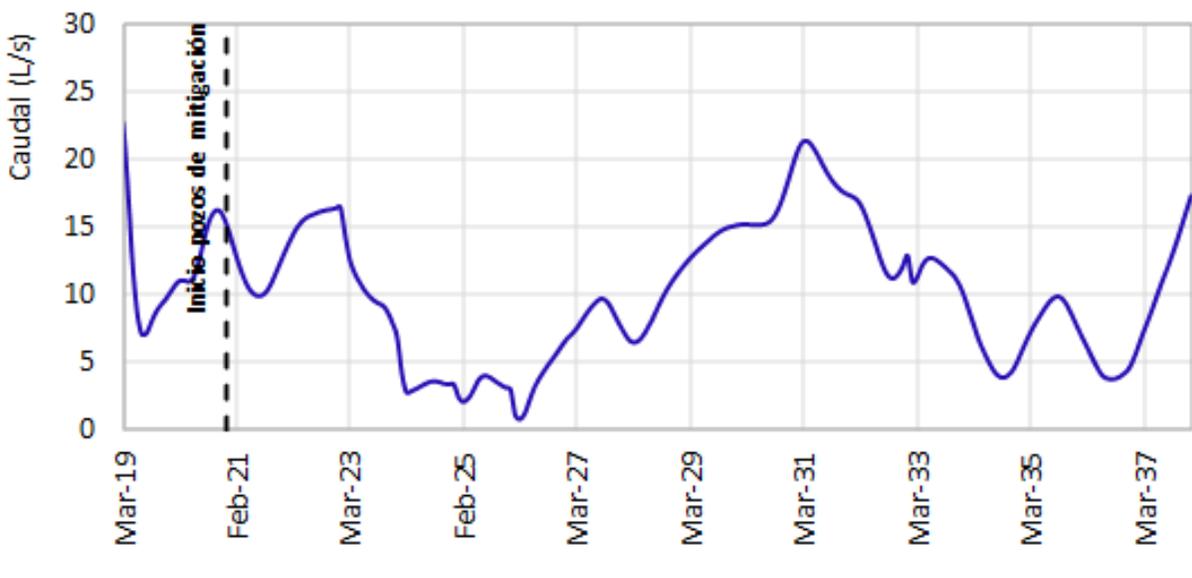


Figura 4-11: Flujo pasante desde quebrada La Brea a Ramadillas, para Escenario 2 simulado del periodo Futuro

#### 4.3.4.2.5 Valoración y Calificación de Impactos Ambientales

A continuación, se valoran y califican los impactos ambientales asociados a la componente de hidrogeología, durante las fases de operación y cierre del Proyecto, considerando la información presentada anteriormente en la sección 4.3.4.2.2 de caracterización de línea de base, referida a la información levantada en la LdB de hidrogeología (sección 3.7 del Capítulo 3 - Línea de Base del presente EIA); los resultados de los modelos hidrogeológicos conceptuales y numéricos (ANEXO 4-B, ANEXO 4-C, ANEXO 4-D y ANEXO 4-E); y las partes, obras y acciones del Proyecto potencialmente generadores de impactos que se presentaron anteriormente en la tabla Tabla 4-27.

## **IHG-1: Alteración del flujo subterráneo pasante en el acuífero de Ramadillas hasta la confluencia con Vizcachas del Pulido**

### **Fases de operación y cierre**

El impacto evaluado está relacionado con la alteración del flujo pasante en el acuífero de Ramadillas aguas abajo de la confluencia La Brea - Ramadillas, debido a la alteración en el flujo pasante en el sector de La Brea producto de la extracción de agua subterránea que infiltra desde el Depósito de Lamas La Brea. El sistema potenciado de control de infiltraciones del depósito de lamas está compuesto por una zanja cortafugas, 14 Pozos de recuperación (aguas arriba de la zanja cortafugas) y 5 Pozos de remediación (aguas abajo de la zanja cortafugas), los que podrían generar una disminución del flujo pasante en la zona de confluencia de la quebrada La Brea y Ramadillas.

De acuerdo con los modelos conceptuales de La Brea y Ramadillas, se ha estimado un flujo subterráneo pasante en la descarga del río Vizcachas del Pulido entre 7 y 56 l/s, mientras que el aporte de La Brea a Ramadillas es entre 2-15 l/s, lo que representaría aproximadamente un 28% del flujo. Esto indicaría que el balance de flujo subterráneo en la quebrada Ramadillas está condicionado por los flujos provenientes desde la quebrada La Brea, por lo tanto, se consideró evaluar eventuales efectos de variaciones de este parámetro hidrogeológico.

La calificación del impacto se detalla a continuación:

- El Carácter del impacto es “Negativo” ya que la operación del sistema de pozos para extracción de agua subterránea en la quebrada La Brea para el control de las infiltraciones del depósito de lamas, podría generar la disminución del flujo subterráneo pasante que descarga desde quebrada La Brea hacia Ramadillas, generando una potencial alteración en el flujo subterráneo en el acuífero de Ramadillas. No obstante, cabe precisar que, durante la mayor parte del tiempo, se prevé que el caudal de flujo subterráneo pasante será similar o incluso mayor al flujo pasante desde La Brea hacia Ramadillas, en el periodo Pre-operacional.
- La Intensidad del impacto es “Bajo” dado que la alteración no es significativa considerando que el caudal pasante desde La Brea hacia Ramadillas durante el periodo Pre-operacional ha sido estimado conceptualmente entre 2 y 15 l/s, y simulado por el modelo numérico en 13,9 l/s; mientras que la simulación para el periodo de operación futura del presente Proyecto, se mantiene dentro de un rango similar, e incluso con valores más elevados, entre 1 y 21 l/s, y que en general se encuentran por encima de 5 l/s (ver Figura 4-11). La diferencia de aproximadamente 9 l/s que se presenta entre los valores simulados por el modelo numérico de la quebrada Ramadillas en el periodo Pre-operacional (13,9 l/s) y en el periodo Operacional (caudal conservador de 5 l/s), no causaría alteración del flujo pasante en el acuífero de Ramadillas. Esto último se verifica con los resultados del modelo hidrogeológico numérico de la quebrada Ramadillas, que obtiene resultados prácticamente constantes en aproximadamente 25 L/s para la descarga del flujo subterráneo pasante a la salida de la cuenca hacia el río Vizcachas del Pulido, siendo igual al valor simulado en el periodo Pre-Operacional y Operacional (estimado conceptualmente entre 7 y 56 l/s para el periodo Pre-operacional). El río Ramadillas actuaría como aportante del acuífero, para compensar la diferencia de flujo subterráneo de aproximadamente 9 l/s en el acuífero de Ramadillas. Esta cantidad de flujo representa aproximadamente el 2% del caudal medio anual del río Ramadillas, estimado en 497 L/s a partir de la serie rellenada de caudales medios mensuales (serie sintética) para el punto de aforo LM-05, ubicado a la salida del río Ramadillas antes de su confluencia con el Vizcachas del Pulido, en el periodo 1993 – 2013; este porcentaje se considera dentro del rango de variación natural del caudal del río y, por lo tanto, no se considera

un impacto sobre la cantidad de flujo superficial en el río Ramadillas. Similares condiciones se esperan para la fase de cierre.

- La Extensión del impacto es "Local", dado que esta alteración se podría generar fuera de la fuente que lo origina (Depósito de Lamas La Brea y su sistema de control de infiltraciones), pero en el entorno cercano y no se extiende en toda el área de influencia determinada para el componente ambiental de hidrogeología.
- El Impacto es "Reversible" ya que la potencial alteración del flujo pasante en Ramadillas puede ser asimilada por el entorno, explicado por el balance hídrico de la quebrada Ramadillas que se encuentra influenciado principalmente por la interacción natural río-acuífero, lo cual resulta en que el flujo subterráneo saliente desde Ramadillas hacia el Vizcachas del Pulido, no presenta diferencias con el periodo pre-operacional.
- La Duración del impacto es "Permanente" considerando que las infiltraciones desde el depósito de lamas se producirán durante toda la fase de operación y durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena, durante la fase de cierre, período en el cual se requerirá mantener activo un sistema de control de infiltraciones.
- La Probabilidad de ocurrencia del impacto es "Poco Probable", dado que de acuerdo a los resultados de la simulación futura (herramienta de modelación numérica desarrollada para el presente EIA (Anexo 4-E Modelo Hidrogeológico Numérico de Quebrada La Brea), el flujo subterráneo pasante desde quebrada La Brea hacia quebrada Ramadillas se mantendrá en un rango similar o incluso mayor al pre-operacional, sin generar alteraciones significativas y, además, los mecanismos de asimilación en el sistema hidrogeológico de la quebrada Ramadillas disminuyen la probabilidad de que se genere una disminución del flujo subterráneo saliente desde Ramadillas hacia el Vizcachas del Pulido.
- El Valor del componente es considerado como "Muy Alto", toda vez que la cantidad de agua es un componente de relevancia para otros componentes ambientales.

De acuerdo con lo anterior, el impacto IHG-1 se considera como "Bajo" según se expone en la tabla a continuación:

**Tabla 4-26: Evaluación de impacto ambiental IHG-1 – fase de operación y cierre**

Impacto	Criterios de calificación							CI	
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc		
IHG-1: <i>Alteración del flujo subterráneo pasante en el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con quebrada La Brea hasta la confluencia con Vizcachas del Pulido</i>	-1	0,1	0,5	0,1	1	0,1	10	-4,25	Bajo

### 4.3.4.3 *Calidad del Agua Superficial y Subterránea*

#### 4.3.4.3.1 *Área de Influencia (AI)*

Conforme se describe y se justifica en el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia, y de acuerdo con los antecedentes del Capítulo 1 – Descripción de Proyecto y la Línea de base de calidad de agua (Sección 3.8 del Capítulo 3 del presente EIA), desde el inicio de la operación del depósito de lamas en junio de 2014, se generaron flujos de infiltraciones desde las lamas que fueron mayores a la capacidad de bombeo de agua del sistema de pozos en la quebrada La Brea, que fue aprobado en el Plan de Monitoreo Robusto-Calidad<sup>10</sup>. Esta situación no prevista generó una pluma de sulfato que se ha registrado en los pozos de monitoreo existentes en la quebrada La Brea y en un sector del acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con la quebrada La Brea. Ante esta situación no prevista, entre septiembre 2015 y setiembre 2017, MLCC implementó medidas adicionales para el control de las infiltraciones, mediante la incorporación de 14 pozos de bombeo adicionales para la recuperación de estas infiltraciones en quebrada La Brea. Estas medidas han permitido reducir parcialmente las concentraciones en la pluma de sulfato, tanto en la zona de confluencia de los flujos subterráneos de las quebradas La Brea y Ramadillas, como aguas abajo en el acuífero de Ramadillas.

La información de línea de base permite inferir también, que las concentraciones de sulfato en las estaciones de monitoreo de agua superficial se han mantenido estables en el tiempo y en comparación con estaciones ubicadas aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Brea, lo cual indica que la pluma de sulfato que fluye a través del acuífero, no genera alteración en la calidad del agua superficial del río Ramadillas, aun considerando la interacción de intercambio de flujos entre el acuífero y el río.

Considerando esta información, se considera la delimitación del AI para el componente calidad del agua, considerando las zonas acuíferas de los siguientes sectores donde se considera necesario evaluar el potencial efecto sobre la calidad del agua subterránea y superficial producto de las infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea:

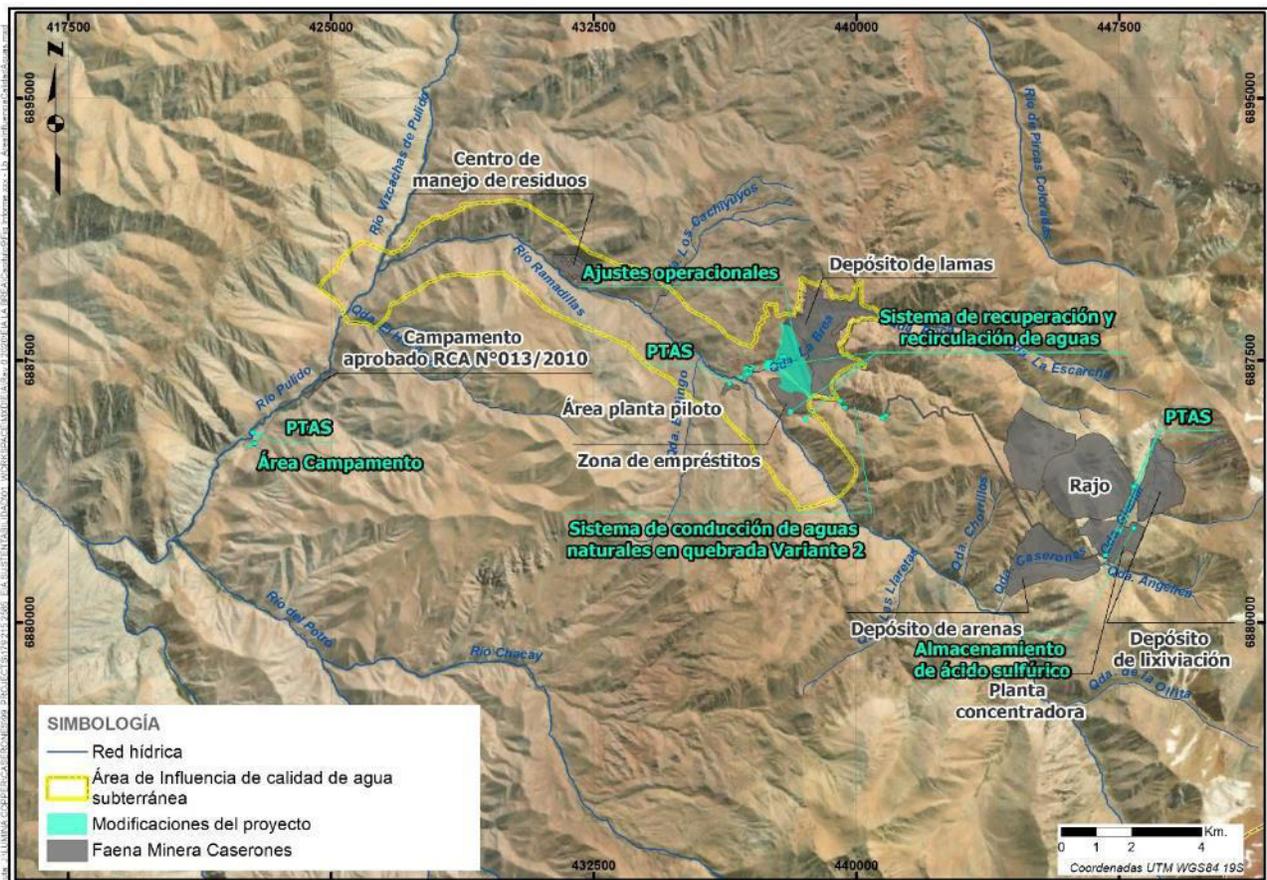
- **Quebrada La Brea:** desde el área donde se emplaza el depósito de lamas hasta la confluencia con el río Ramadillas, que incluye la zona donde se generan las infiltraciones desde las lamas y los sectores aguas abajo donde se realizan las actividades de interceptación y extracción de infiltraciones y agua subterránea natural, a través del bombeo en los pozos de recuperación y remediación que forman parte del sistema de control de infiltraciones del depósito de lamas. El flujo pasante de aguas subterráneas hacia el acuífero del Ramadillas contiene concentraciones de sulfato más elevadas con relación a las condiciones de línea de base, debido a que las infiltraciones (que presentan altos contenidos de sulfato) presentan caudales considerablemente mayores a los flujos naturales de agua subterránea en la quebrada La Brea.
- **Quebrada Ramadillas:** desde un sector localizado aproximadamente 4 km aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Brea, hasta la confluencia con el río Vizcachas del Pulido, que incluye un sector que ha sido alterado por la pluma de sulfato proveniente del depósito de lamas, ocasionando el incremento de las concentraciones de sulfato con relación a las condiciones de línea de base del acuífero, así como también, un sector que no ha sido alterado por la pluma de sulfato, debido a que se encuentra aguas abajo del sector

<sup>10</sup> Con fecha 7 de marzo de 2014, mediante Resolución Exenta N° 064/2014, la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama valida el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos presentados por MLCC, previa conformidad con condiciones de la Dirección General de Agua (DGA) Región de Atacama, en cumplimiento de la prerrogativa contenida en el Considerando 12 numeral 09 Resolución Exenta N° 013/2010, que calificó ambientalmente favorable el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Caserones.

donde se produce la mezcla y dilución de la pluma de sulfato con las aguas subterráneas naturales del acuífero.

- Río Pulido, desde la confluencia con el Río Ramadillas hasta 1,5 km aguas abajo de este punto. En este sector no se han registrado alteraciones atribuibles a la operación del depósito de lamas y las variaciones observadas representan oscilaciones menores y propias de un sistema natural.

En la Figura 4-12 se presenta la delimitación del AI para el componente de calidad de agua.



**Figura 4-12: Área de Influencia Calidad del Agua**

Fuente: Elaboración propia, 2020.

#### 4.3.4.3.2 Resumen de Caracterización de Línea de Base

A continuación, se presenta una descripción general de la componente calidad de agua subterránea en su área de influencia, sobre la base de los antecedentes de la LdB de Calidad de Agua (Sección 3.8 del Capítulo 3 Línea de Base del presente EIA).

El área estudiada en la LdB fue más amplia que el Área de Influencia, principalmente en relación con los sectores de la quebrada La Brea aguas arriba del depósito de lamas, con la finalidad de tener un contexto de la calidad de agua en la cuenca donde se localiza el Depósito de Lamas La Brea. El Área de Estudio (AE) de la LdB fue dividida en 3 sectores (Figura 4-13) las cuales se detallan a continuación:

- **Sector La Brea (B):** correspondiente a la subcuenca La Brea, se subdivide en dos zonas cuyo límite se ha definido por fines prácticos según el trazado de la huella final del depósito de lamas:
  - Zona La Brea 1 (B1): subcuenca La Brea, aguas arriba del Depósito de lamas La Brea. Esta zona se ha subdividido en dos sub-zonas, generando así las sub-zonas B1R (quebrada Roco) y B1B (quebrada La Brea alta).
  - Zona La Brea 2 (B2): subcuenca La Brea, aguas abajo del Depósito de lamas La Brea.
- **Sector Ramadillas (R):** correspondiente al tramo del río Ramadillas aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Brea hasta la confluencia con el río Vizcachas de Pulido. Los límites de las zonas se definen en base de estaciones de muestreo superficiales y pozos existentes, presentados en capítulos subsiguientes.
  - Zona Ramadillas 1 (R1): porción de la cuenca Ramadillas aguas arriba de la confluencia con subcuenca La Brea, delimitada aguas arriba por el pozo POR-4 y aguas abajo por el pozo P1-TR.
  - Zona Ramadillas 2 (R2): confluencia de las cuencas de Ramadillas y subcuenca La Brea, delimitadas aguas arriba y aguas abajo por el pozo PBB-07 y la estación superficial LM-53, respectivamente.
  - Zona Ramadillas 3 (R3): porción de la cuenca Ramadillas aguas abajo de la confluencia con la subcuenca La Brea, delimitada por las estaciones superficiales LM-27 y LM-05.
- **Sector Pulido (P):** porción de la cuenca del río Vizcachas de Pulido en el sector de la confluencia con la cuenca de Ramadillas (entre los puntos de monitoreo LM-06 y WP-02).

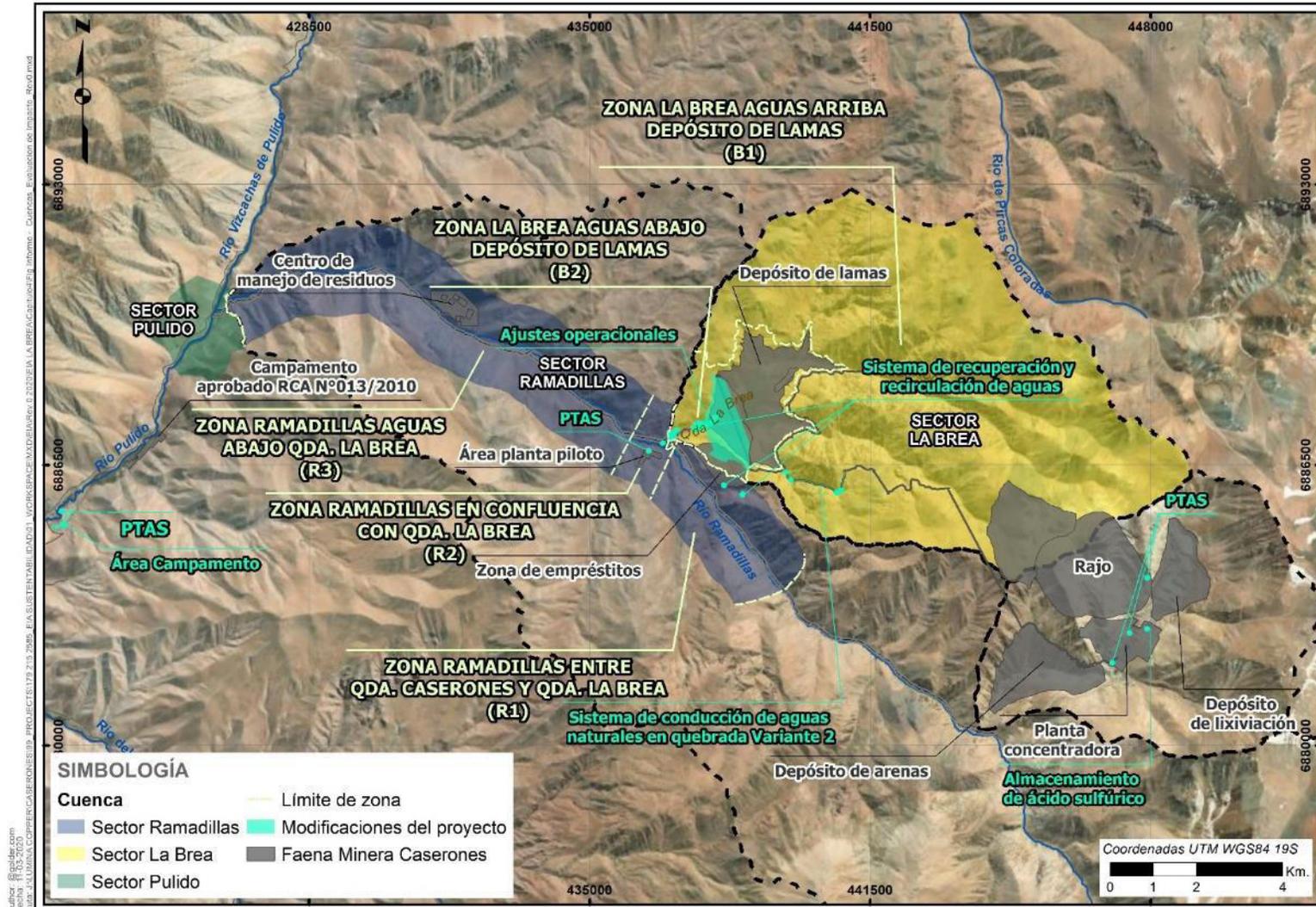


Figura 4-13: Sectores del Área de Estudio de la Línea de Base de Calidad del Agua

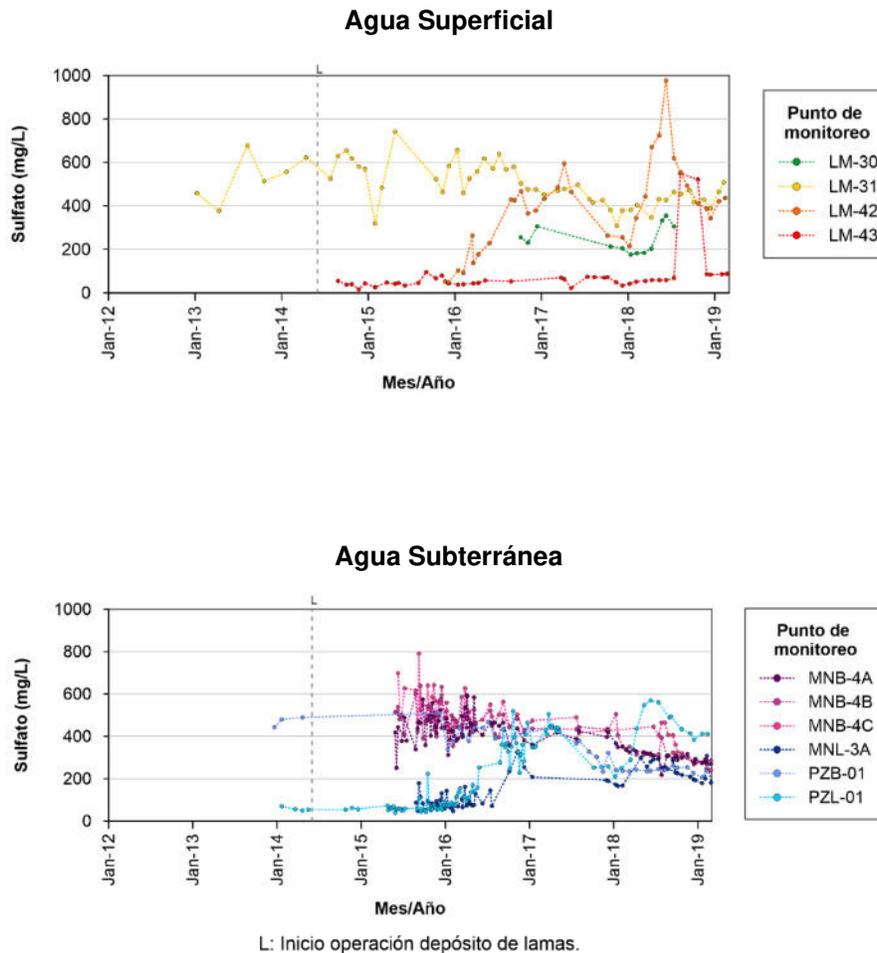
#### 4.3.4.3.2.1 Sector La Brea

A continuación, se presenta un análisis por zona y monitoreo superficial o subterráneo en el sector de la subcuenca de la quebrada La Brea.

##### Zona B1:

- En ambas sub-zonas se observa que el pH no evidencia un cambio en la calidad de agua producto de la operación. Este parámetro presenta valores relativamente estables, en torno a valores neutrales de pH 7 para todos los puntos seleccionados aguas arriba del Depósito de lamas La Brea.
- En la zona La Brea 1 (B1) se identifican dos calidades de agua diferentes, tanto en el sistema superficial como el subterráneo, que se encuentran asociadas a las dos quebradas principales, Roco y La Brea en su parte alta. Por lo anterior, esta zona se divide según las quebradas mencionadas para observar posibles cambios en la calidad de agua.
- En la quebrada Roco (zona B1R, estaciones LM-31, MNB-4A, MNB-4B, MNB-4C y PZB-01), la CE y el sulfato tanto del agua superficial (monitoreada en la estación LM-31) como del agua subterránea (monitoreada en el pozo PZB-01 y el multinivel MNB-4), presentan una alta variabilidad que no se relaciona a las instalaciones y corresponde, por ende, a fluctuaciones naturales, pues éstas también se observan durante el periodo pre-operacional. Por tanto, es válido considerar que no hay un cambio en la calidad de aguas en condición operacional en comparación al periodo pre-operacional.
- En la parte alta de la quebrada La Brea (zona B1B, estaciones LM-42, LM-30, LM-43, MNL-3A y PZL-01), en cambio, tanto el agua superficial como el agua subterránea muestran un incremento en su CE y sulfato en el año 2016. En la estación LM-42 este cambio se observa a partir de enero, mientras que en el pozo PZL-01 a partir de febrero; y aguas abajo, en el pozo MNL-3A se detecta a partir de octubre de 2016 (luego de 3 meses en que no fue monitoreado por falta de acceso). Además, en la estación superficial LM-42 y el pozo PZL-01 se observa un aumento considerable en la CE y sulfato entre marzo y septiembre 2018. Esta fluctuación se observa en menor medida aguas abajo en la estación superficial LM-30 y el pozo MNL-3A.

En la Figura 4-14 se muestra la evolución histórica de sulfato en puntos de monitoreo seleccionados en el sector La Brea, zona B1.



**Figura 4-14: Series de tiempo de sulfato – Sector La Brea (B1)**

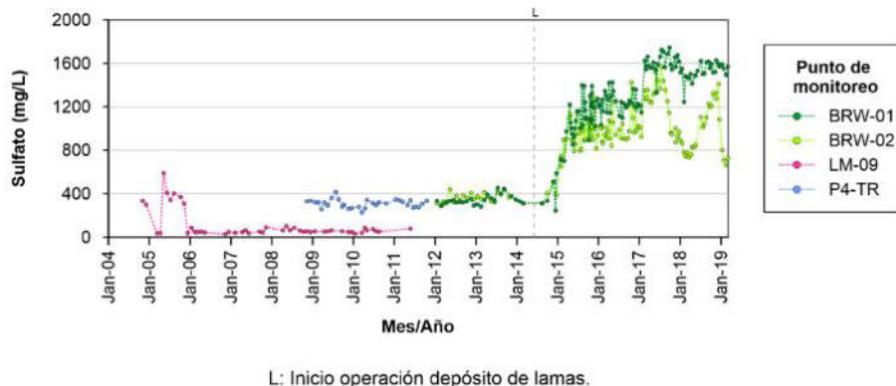
Fuente: Línea de Base de Calidad de Agua (Sección 3.8 del Capítulo 3 – Línea de Base).

**Zona B2:**

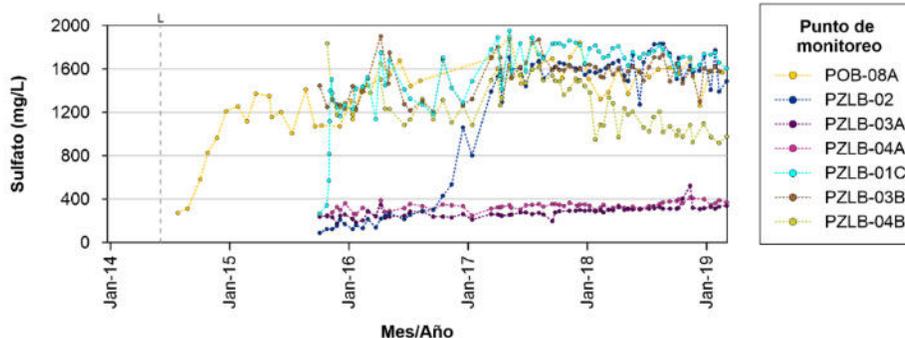
- En la **zona La Brea 2 (B2)** existen puntos de monitoreo que cuentan con información de calidad de agua para el periodo pre-operacional. Entre éstos, la estación superficial LM-09, correspondiente al escurrimiento superficial de quebrada La Brea aguas arriba de la confluencia con el río Ramadillas, posee 48 análisis entre los años 2004 y 2012. Los datos registrados hasta noviembre 2005 (Figura 4-15) en LM-09 representan valores de CE y sulfato similares a la quebrada Roco (zona B1R, estación LM-31) y, entre 2006 y 2012, los valores de ambos parámetros disminuyen.
- En esta misma zona, los pozos BRW-01 y BRW-02, monitoreados desde enero de 2012, poseen inicialmente CE y concentraciones de sulfato similares a las del pozo P4-TR y muestran un alza a partir de octubre de 2014. Los pozos PBB-01, POB-08A y POB-08B, habilitados en aluvial, con monitoreo desde julio/agosto de 2014, comienzan a mostrar un alza a partir de los últimos registros de dicho año.

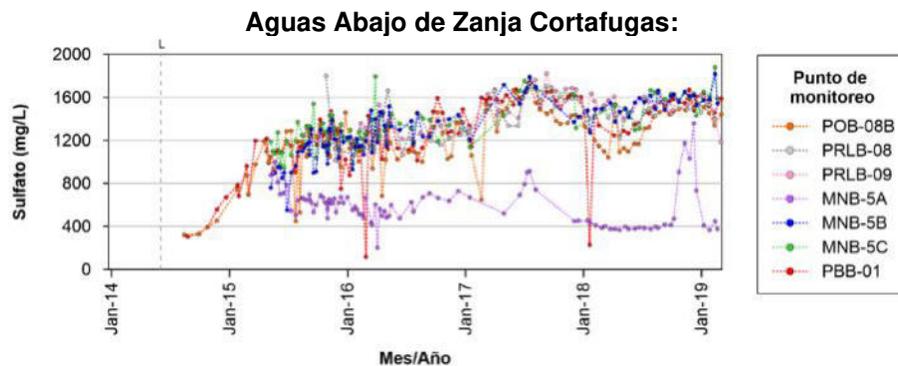
- El pozo PZLB-02 mostró valores de CE y sulfato similares a los pozos PZLB-03A y PZLB-04A (todos habilitados en roca) hasta abril de 2016, tras lo cual ambos parámetros experimentaron un aumento abrupto. Los valores para estos parámetros, posteriormente y hasta la fecha del último registro con el que se cuenta (febrero 2019), son del orden de 2.800  $\mu$ S/cm y 1.600 mg/L.
- De los pozos construidos posteriormente en la **zona B2**, PZLB-03A y PZLB-04A muestran aguas con CE y sulfato levemente inferiores a los de los pozos P4-TR, BRW-01 y BRW-02 durante el periodo pre-operacional. Sin embargo, la CE y las concentraciones de sulfato en los dos pozos presentan una tendencia hacia el alza.
- Los pozos MNB-5A, 5B y 5C, monitoreados desde mayo de 2015, y los pozos PRLB-08 y 09, y PZLB-03B, 04B, y 01C, monitoreados desde septiembre/octubre de 2015, muestran valores de CE y sulfato, similares a los pozos mencionados anteriormente representativos de la situación con Faena Minera Caserones.
- Como referencia, se precisa que durante el periodo Pre-operacional del depósito de lamas, se registraron concentraciones de sulfato más elevadas respecto al estándar de referencia establecido en la Norma Chilena N° 1.333/78 para Agua destinada a Regadío (250 mg/L) en el pozo de monitoreo P4-TR.

En la Figura 4-15 se muestra la evolución histórica de sulfato en puntos de monitoreo seleccionados en el sector La Brea, zona B2.



**Aguas Arriba de Zanja Cortafugas:**





**Figura 4-15: Series de tiempo de sulfato – Sector La Brea (B2)**

Fuente: Línea de Base de Calidad de Agua (Sección 3.8 del Capítulo 3 – Línea de Base)

#### 4.3.4.3.2 Sector Ramadillas

A continuación, se presenta un análisis por zona de parámetros físico-químicos, de acuerdo a los monitoreos de agua superficial y/o subterránea.

##### Zona R1:

- En la **zona Ramadillas 1 (R1)**, aguas arriba de la confluencia con quebrada La Brea, se cuenta con las estaciones superficiales LM-10 y LM-10A. El comportamiento fisicoquímico del agua superficial analizada, en términos de pH, CE y sulfato, no muestra influencia asociada a la operación de la Faena Minera Caserones.
- Así mismo, los pozos de esta zona, P1-TR, P3-TR, WE-01, WP-01 y POR-4, también presentan pH, CE y sulfato estables, manteniéndose dentro de los rangos pre-operacionales.

##### Zona R2:

- La **zona Ramadillas 2 (R2)**, correspondiente a la confluencia Ramadillas-La Brea, no cuenta con puntos de monitoreo de agua superficial.
- En cuanto al agua subterránea, los pozos PBB-07, POB-07A y POB-06B evidencian aumentos en la CE y la concentración de sulfato medidos producto de las infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea desde noviembre de 2014. En mayo de 2015, aparece el monitoreo de los pozos MNB-6A, B y C, los cuales también evidencian fluctuaciones en la CE y la concentración de sulfato.

##### Zona R3:

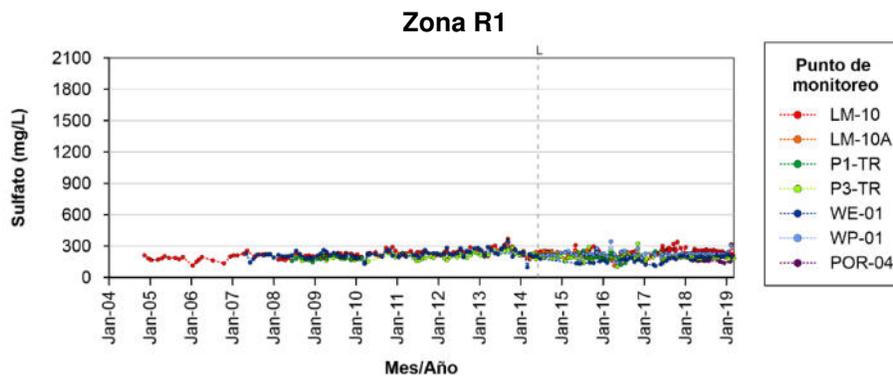
- En la **zona Ramadillas 3 (R3)**, aguas abajo de la confluencia del río Ramadillas con la quebrada La Brea, las estaciones de monitoreo superficial LM-05, LM-27 y LM-28 también presentan valores de pH, CE y concentración de sulfato estables, del mismo orden que las zonas R1 y R2.

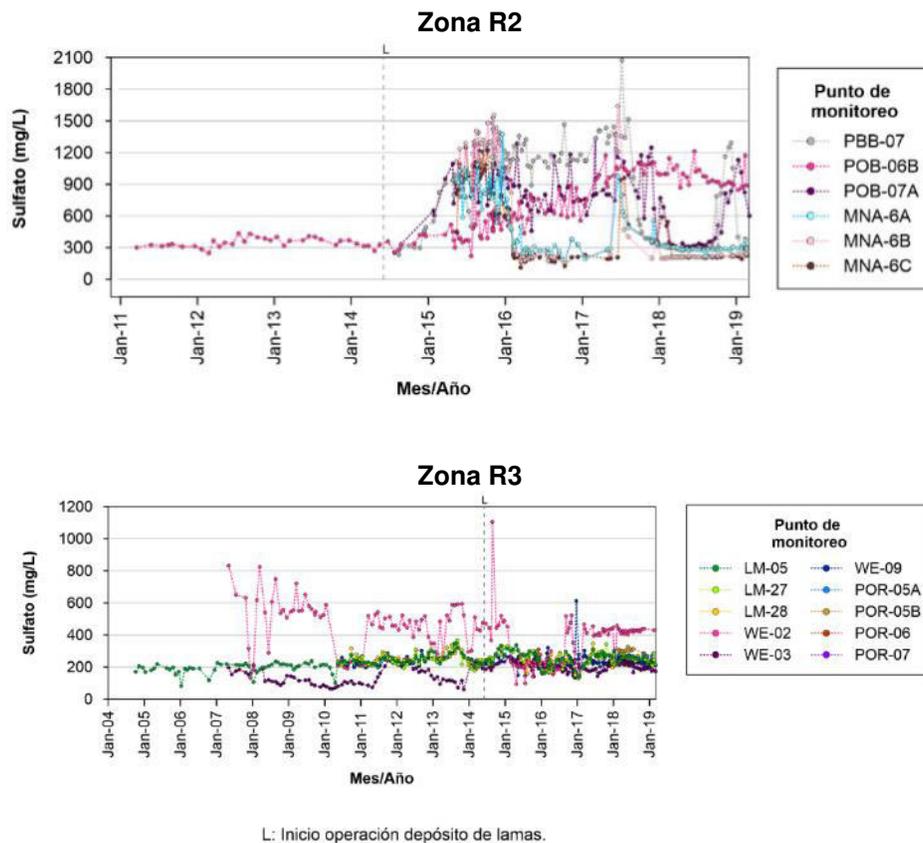
- Respecto a las aguas subterráneas de la zona R3, los pozos WE-09 y el pozo WE-03 aguas arriba de la confluencia con el sector Pulido, también presentan pH, CE y sulfato relativamente estables, manteniéndose dentro de los rangos pre-operacionales.
- En esta misma zona, el pozo WE-02, habilitado tanto en depósitos aluviales como en roca, exhibe un comportamiento muy distinto, con amplias oscilaciones en su CE y concentración de sulfato. Se observa que, durante algunos periodos, estos parámetros se correlacionan de buena manera con los registrados en estaciones superficiales aguas abajo de este pozo, mientras que en otros periodos presentan valores marcadamente distintos, superiores a lo reportado por otros pozos de la zona. Esta alta variabilidad ha sido registrada históricamente, incluso antes del inicio de las operaciones. Debido a que, además, se observan cambios en su nivel estático, se presume que existe una recarga local proveniente de un acuífero de distinta calidad, el cual podría corresponder al acuífero alojado en roca en el sector de Ramadillas.
- Por último, los pozos de observación de la serie POR (POR-5A, POR-5B, POR-6 y POR-7), construidos recientemente a lo largo del cauce de Ramadillas, no muestran tendencias al alza, con CE y sulfato acordes a los demás pozos de la zona.

En general se observan valores mayores máximos y mínimos menores para el periodo con Faena Minera Caserones en comparación al periodo pre-operacional en las zonas R1 y R2, que tiene su causa en la mayor cantidad de datos disponibles.

Como referencia, se precisa que durante el periodo Pre-operacional del depósito de lamas, se registraron concentraciones de sulfato más elevadas en comparación al estándar establecido en la Norma Chilena N° 1.333/78 para Agua destinada a Regadío (250 mg/L) en las estaciones de monitoreo de agua superficial y subterránea de la zona R1, en la zona R2 (POB-06B) y en el pozo WE-02 de la zona R3.

En la Figura 4-16 se muestra la evolución histórica de sulfato en puntos de monitoreo seleccionados en el sector La Brea, zona B2.





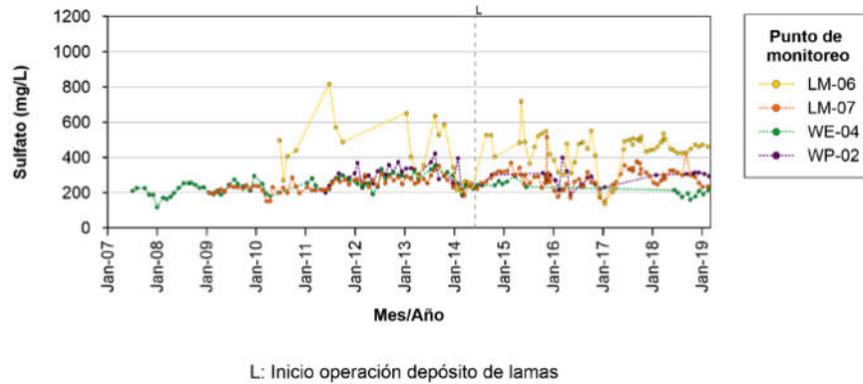
**Figura 4-16: Series de tiempo de sulfato – Sector Ramadillas (R1, R2, R3)**

Fuente: Línea de Base de Calidad de Agua (Sección 3.8 del Capítulo 3 – Línea de Base)

#### 4.3.4.3.2.3 Sector Pulido

En el sector del Pulido, los valores de pH, CE y sulfato no han sufrido variaciones que puedan ser atribuidas al inicio de las operaciones del proyecto. Las variaciones observadas representan oscilaciones menores, atribuibles a la variación natural.

Como referencia, se precisa que durante el periodo Pre-operacional del depósito de lamas, se registraron concentraciones de sulfato (Figura 4-17) más elevadas en comparación al estándar establecido en la Norma Chilena N° 1.333/78 para Agua destinada a Regadío (250 mg/L) en las estaciones de monitoreo de agua superficial y subterránea de este sector.



**Figura 4-17: Series de tiempo de sulfato – Sector Pulido**

Fuente: Línea de Base de Calidad de Agua (Sección 3.8 del Capítulo 3 – Línea de Base)

### 4.3.4.3 Identificación del Impacto y Actividad que lo Genera

Los impactos sobre el componente calidad de aguas, y las partes, obras y acciones que los generan se presentan en la Tabla 4-27.

**Tabla 4-27: Identificación de impactos para calidad de aguas y partes, obras y acciones que los generan**

Impacto	Fase	Partes, Obras y Acciones	Aspecto Ambiental
ICAS <sub>t</sub> -1: Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea.	Operación	Drenaje del depósito	Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves ( <i>draindown</i> )
	Cierre		
ICAS <sub>t</sub> -2: Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea	Operación	Drenaje del depósito	Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves ( <i>draindown</i> )
	Cierre		
ICAS <sub>p</sub> -1: Alteración de la calidad del agua superficial del río Ramadillas por la interacción con el acuífero de Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea	Operación	Drenaje del depósito	Infiltraciones desde el depósito de lamas producto del drenaje del agua contenida en los relaves ( <i>draindown</i> )
	Cierre		

#### 4.3.4.3.4 Caracterización de los Impactos Ambientales

En esta sección se presenta la caracterización del impacto sobre la calidad del agua considerando la información de la Descripción del Proyecto (Capítulo 1), Capítulo 3 – Línea de Base (Sección 3.8 Calidad de Agua) y los modelos hidrogeológicos conceptuales y numéricos de la quebrada La Brea y Ramadillas, que se presentan como anexos al presente capítulo, según se especifica a continuación:

- Anexo 4-B: Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada La Brea
- Anexo 4-C: Modelo Hidrogeológico Numérico Quebrada La Brea
- Anexo 4-D: Modelo Hidrogeológico Conceptual Ramadillas
- Anexo 4-E: Modelo Hidrogeológico Numérico Ramadillas

#### Antecedentes del Proyecto

El Depósito de Lamas La Brea inició operaciones en junio de 2014, registrándose luego de cuatro (4) meses un incremento de las concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas de la quebrada La Brea y, aguas abajo, en el acuífero de Ramadillas, específicamente en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de quebrada La Brea. Esta situación se registró a consecuencia de las infiltraciones generadas desde el depósito de lamas, que han sido de mayor magnitud en comparación a lo que fue estimado en el proyecto original aprobado por RCA N° 013/2010 y los estudios hidrogeológicos complementarios validados por la DGA<sup>11</sup>.

El Proyecto Caserones, aprobado por la RCA 13/2010, consideró un sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones en la quebrada La Brea, asociado al depósito de lamas, que corresponde a un conjunto de obras que buscan manejar las potenciales infiltraciones que pudiesen percolar hacia el sistema acuífero infrayacente. Como se ha indicado en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto, dentro de las medidas de contingencia aprobadas en la RCA 13/2010 para el control de infiltraciones, y ratificadas en el Plan de Monitoreo Robusto-Calidad<sup>12</sup>, se consideró la construcción y operación de una zanja cortafugas y cinco pozos de remediación en la quebrada La Brea, cuyo objetivo consiste en extraer el agua subterránea alterada, pudiendo bombear agua natural como máximo en los caudales otorgados como derechos de aprovechamiento de aguas (DAA), que en el caso de la quebrada La Brea suman un caudal de 28 l/s<sup>13</sup>. Los cinco pozos de remediación (BRW-01, BRW-02, POB-08B, PBB-01 y POB-07A) que se ubican en el sector bajo de la quebrada La Brea, aguas abajo de la zanja cortafugas, iniciaron sus operaciones entre noviembre y diciembre 2014.

No obstante lo anterior, la operación del proyecto dio cuenta que la configuración de pozos establecida en el Plan de Monitoreo Robusto-Calidad no fue suficiente para contener el flujo de infiltraciones. Es así, que MLCC implementó medidas adicionales para potenciar el sistema de control de infiltraciones en quebrada La Brea, mediante la incorporación de 14 pozos de bombeo para la recuperación de infiltraciones (pozos de recuperación) que complementaron el sistema de pozos de remediación que fue conceptualizado en el proyecto original. Estos

<sup>11</sup> En mayo de 2014, la Comisión de Evaluación Ambiental de Atacama dictó la Resolución N°133/2014, mediante la cual dispuso validar los estudios hidrogeológicos complementarios y el diseño del sistema de tratamiento pasivo.

<sup>12</sup> En marzo de 2014, mediante Resolución Exenta N° 064/2014, la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama valida el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos presentados por MLCC, previa conformidad con condiciones de la Dirección General de Agua (DGA) Región de Atacama, en cumplimiento de la prerrogativa contenida en el Considerando 12 numeral 09 Resolución Exenta N° 013/2010, que calificó ambientalmente favorable el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Caserones.

<sup>13</sup> El caudal de extracción de 28 L/s corresponde al caudal autorizado ambientalmente para el bombeo de los pozos de remediación de la quebrada La Brea, según se especifica en el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos, que fue validado por la Comisión Regional de Atacama, mediante Resolución Exenta N°064 del 07 de marzo de 2014.

14 pozos de bombeo (denominados con códigos PRLB 1 a 14) son los que se propone regularizar mediante el presente Proyecto (ver Capítulo 1 – Descripción del Proyecto). Seis (6) pozos de recuperación (PRLB 1 a 6) iniciaron el bombeo entre setiembre y octubre de 2015; tres (3) iniciaron el bombeo en enero de 2016 (PRLB 7 a 9); y los últimos cinco pozos (PRLB 10 a 14) iniciaron operación entre junio y setiembre de 2017.

El bombeo de infiltraciones desde los pozos de recuperación y remediación se considera una actividad necesaria de mantener en forma permanente durante toda la fase de operación del Proyecto Caserones, para controlar las infiltraciones generadas en el depósito de lamas (ver Capítulo 7 – Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación).

### **Antecedentes del Periodo Pre-Operacional**

#### Quebrada La Brea

El funcionamiento del sistema hidrogeológico para el período Pre-Operacional, está caracterizado por un régimen de precipitación nival. La recarga al sistema subterráneo se estima en el orden de 18 – 35 L/s. El caudal restante, del orden de 2 – 15 L/s correspondería al flujo subterráneo pasante.

La calidad química de las aguas superficiales y subterráneas de la quebrada La Brea presentaba concentraciones de sulfato entre 100 y 600 mg/L en los registros del periodo Pre-operacional.

#### Quebrada Ramadillas

El funcionamiento del sistema subterráneo para el periodo Pre-Operacional presenta aguas arriba de la confluencia La Brea - Ramadillas una entrada de flujo subterráneo entre 3 y 23 L/s. A lo largo de su trayectoria recibe el aporte de agua del río Ramadillas y las descargas subterráneas de las subcuencas tributarias. Las descargas subterráneas desde las subcuencas tributarias alcanzarían entre 13 y 29 L/s, siendo quebrada La Brea la de mayor aporte con un flujo subterráneo entre 2 y 15 L/s.

Entre el río Ramadillas y el acuífero subyacente existe una interacción de flujos en donde se identifican tramos de quebrada Ramadillas donde el río se comporta como perdedor y aporta agua al acuífero o viceversa. En el periodo Pre-operacional, las infiltraciones naturales desde el cauce del río hacia el sistema subterráneo varían entre 60 y 121 L/s, mientras que los afloramientos del acuífero que aportan al río se estiman entre 55 y 103 L/s, considerándose que una fracción mayoritaria de este valor ocurra desde aguas abajo de la confluencia La Brea - Ramadillas hasta 200 m aguas abajo del punto de aforo LM-27. La interacción entre el río Ramadillas y el acuífero subyacente influye en la magnitud y calidad química de los flujos a lo largo del acuífero.

La calidad del agua superficial y subterránea en los sectores medio y bajo de quebrada Ramadillas, durante el periodo Pre-operacional, se caracterizó por presentar concentraciones de sulfato entre 200 – 250 mg/L y 180 – 280 mg/L, respectivamente. En la confluencia La Brea - Ramadillas y 200 m aguas abajo de esta (pozo POB-06B), la concentración de sulfato en el agua subterránea habría sido más elevada, cercana a 350 mg/L, debido a que la descarga subterránea de quebrada La Brea constituía una fuente natural de sulfato.

### **Antecedentes del Periodo Operacional**

La calidad química de la laguna del depósito de lamas ha mantenido valores promedio de pH de 8 (ligeramente alcalino) y concentraciones de sulfato desde 1.430 mg/l a máximo de 2.400 mg/L. El promedio entre enero y febrero

2019 (fecha de corte de la línea base) alcanzó 2.060 mg/L de sulfato. Parte del agua de la laguna es recirculada hacia la planta de procesamiento de mineral.

En el dren que colecta una parte de las infiltraciones al pie del muro del depósito de lamas ha presentado variaciones en las concentraciones de sulfato, entre 830 y 2.180 mg/L.

Los caudales de infiltración desde el depósito de lamas se han estimado en aproximadamente 132 L/s al comienzo de la operación (años 2014 y 2015), aumentando a un promedio de 172 L/s a fines del año 2017, para posteriormente disminuir a 116 L/s promedio para el periodo 2018-2019.

Evidencias de alteración de la calidad del agua subterránea se observaron en pozos de la quebrada La Brea, luego de cuatro (4) meses de iniciada la operación del depósito de lamas. Como se ha indicado en los antecedentes del Proyecto, entre noviembre y diciembre de 2014 se inició el bombeo en los pozos de remediación ubicados aguas debajo de la zanja cortafugas (ZCF) y, posteriormente, el sistema de pozos se potenció con 14 pozos de recuperación ubicados aguas arriba de la ZCF, cuya operación inició progresivamente entre septiembre de 2015 y septiembre de 2017.

Las infiltraciones del depósito de lamas que no logran ser interceptadas y extraídas a través del sistema de control de infiltraciones que opera en la quebrada La Brea, fluyen hacia el acuífero del Ramadillas donde se producen procesos de dilución debido a la mezcla con el flujo de agua subterránea natural proveniente de la zona alta del acuífero de Ramadillas y por la interacción río-acuífero que se produce en diferentes sectores de la cuenca. Este último proceso ocurre particularmente en el sector aguas abajo de la zona de confluencia, debido a un agostamiento de la quebrada del Ramadillas en un tramo de aproximadamente 200 m, que favorece el aporte de agua subterránea del acuífero hacia el agua superficial del río, y luego, se presenta un ensanchamiento de la quebrada que favorece el aporte de agua del río hacia el acuífero.

El efecto del bombeo de los pozos de remediación y recuperación ha ido generando una disminución progresiva del flujo de infiltraciones que, a través del flujo subterráneo pasante, descarga desde quebrada La Brea hacia quebrada Ramadillas. Además, el aporte de agua subterránea de Ramadillas en la zona de confluencia provocaría dilución en las concentraciones de sulfato, lo cual se evidencia en los pozos PBB-07 y POB-07A, del orden de 240 a 280 mg/L de sulfato, respectivamente.

La pluma de sulfatos generada desde quebrada La Brea hacia aguas abajo, presenta un desplazamiento hacia la ladera noreste en la confluencia, y hacia la ladera norte en la quebrada Ramadillas, aguas debajo de su confluencia. Esto genera la coexistencia de dos flujos subterráneos paralelos correspondientes a la descarga del flujo pasante de la quebrada La Brea y el flujo subterráneo natural proveniente desde quebrada Ramadillas.

A partir del inicio de la operación del depósito de lamas, en la zona de confluencia del acuífero Ramadillas con el flujo subterráneo de quebrada La Brea, en el pozo de observación POB-06B, se registraron concentraciones de sulfato que alcanzaron concentraciones máximas de hasta 1.200 mg/L en el año 2017, las cuales han descendido desde comienzos del 2018, alcanzando un promedio de 940 mg/L entre enero y febrero 2019 (fecha de corte de la línea de base de calidad de agua del presente EIA, Sección 3.8 del Capítulo 3). El pozo POB-06B estaría monitoreando la calidad del agua representativa del flujo pasante de la quebrada La Brea, que contiene mayormente las infiltraciones provenientes del depósito de lamas, y no sería representativo de la mezcla que se produce entre este flujo pasante con el agua subterránea natural proveniente desde los sectores de la quebrada Ramadillas aguas arriba de la confluencia La Brea – Ramadillas.

Los procesos de mezcla y dilución generan que las concentraciones en la pluma de sulfato se reduzcan progresivamente en dirección hacia aguas abajo hasta que estas se estabilizan y alcanzan condiciones naturales. La información de monitoreo disponible hasta febrero de 2019 permite evidenciar lo siguiente:

- Se estima que la pluma de sulfato en el agua subterránea de quebrada Ramadillas, se encuentra, a febrero de 2019, entre los pozos POB-06B (900 mg/L sulfato) y POR-05A (260 mg/L sulfato), este último ubicado a 1.670 m aguas abajo del primero. Entre ambos pozos, hay una sección de coexistencia de los dos flujos paralelos para luego generar una mezcla completa generando una nueva concentración de sulfato.
- Hacia aguas abajo del pozo POR-05A, se observa que la calidad química se ha mantenido estable en el tiempo, presentando una condición similar a la observada en el periodo Pre-operacional.
- En el pozo POR-06 se han observado concentraciones de sulfato levemente mayores en el año 2019 (enero y marzo) respecto a lo medido en el 2018 (variación del orden de 30 mg/L). Sin embargo, este incremento menor, que se basa en una disponibilidad de datos limitada, podría más bien responder a una variación natural asociada a la estacionalidad.
- No se han observado aumentos en las concentraciones de los elementos traza aluminio, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc en quebrada Ramadillas, producto de las infiltraciones desde el depósito de lamas.
- El agua superficial de río Ramadillas registró un aumento de 50 mg/L de sulfato sobre su concentración Pre-operacional, entre los meses de octubre 2014 y marzo 2015, entre las estaciones de monitoreo LM-10 y LM-27. Sin embargo, a partir de esa fecha no se observa una alteración en la calidad del agua superficial del río Ramadillas.

Con respecto a la presencia de metales, en el Modelo Hidrogeológico Conceptual Ramadillas (Anexo 4-D) se analizó la data histórica de aluminio, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc para los pozos WE-01, POB-06B y WE-03, ubicados en el acuífero de Ramadillas, aguas arriba y aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Brea. El análisis concluye que las infiltraciones desde el Depósito de Lamas La Brea no libera elementos traza en el acuífero de Ramadillas.

Los seis elementos traza analizados presentan concentraciones variables en el tiempo y no se observan aumentos en sus concentraciones por la actividad minera en la quebrada La Brea, a partir de la comparación de las concentraciones obtenidas antes y después del inicio de la operación del depósito de lamas en junio 2014, así como de la comparación entre las concentraciones reportadas para el pozo WE-01 ubicado aguas arriba de la confluencia y el pozo POB-06B aguas abajo de la confluencia. En este sentido, en el pozo WE-01 se observa un aumento en las concentraciones de hierro y manganeso durante 2015, pero se interpreta que este aumento no estaría asociado a la operación minera en quebrada La Brea, debido a la ubicación de este pozo, aguas arriba de la confluencia La Brea – Ramadillas, y a que las concentraciones de hierro y manganeso alcanzadas desde 2015 están en un rango similar que las concentraciones observadas previo a 2010 en este pozo.

En forma complementaria, la herramienta del modelo hidrogeológico numérico calibrado de Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA) permite inferir lo siguiente:

- Las concentraciones estimadas en el POR-05A dan cuenta del paso de la pluma que se generó a partir de mediados del año 2015. La magnitud asociada al *peak* de la pluma en este pozo (año 2016) son mucho

menores en comparación a las concentraciones simuladas en los pozos ubicados aguas arriba en la confluencia. La concentración estimada en el POR-05A nunca supera los 400 mg/L. Para el año 2018, el modelo ajusta bien las concentraciones medidas.

- Hacia aguas abajo del POR-05A, no se aprecia una influencia significativa de la pluma de sulfato, mostrando para todos los pozos una concentración estable que se ajusta a las mediciones en terreno para todos los pozos. En el pozo POR-06 se han observado concentraciones de sulfato levemente mayores en el año 2019 respecto a lo medido en el año 2018 (del orden de 30 mg/L), y que el modelo logra reproducir adecuadamente.
- La limitada información disponible en el pozo POR-06 no permite concluir si es que las mayores concentraciones de sulfato observadas en el año 2019 responden a una variación natural asociada a la estacionalidad, o a llegada de la pluma de sulfato.
- El modelo estima el paso de la pluma a principios de 2019 en el pozo WE-09, a principios de 2020 en el pozo POR-07, y a mediados de 2021 en el pozo WE-03. Sin embargo, el incremento estimado está por debajo de la variabilidad histórica observada en los pozos con mayor registro, y siempre por debajo de los 400 mg/L.
- La atenuación de la pluma observada desde el POR-05A hacia aguas abajo se debería principalmente a la conexión que podría existir entre el acuífero y el río Ramadillas en el estrechamiento del cauce existente entre los pozos POB-06B y POR-05A. Esto se respalda, conceptualmente, por el incremento de la concentración de sulfato en el punto de medición superficial LM-27 durante el año 2015 y, así como por la estimación de descarga al río que estima el modelo en esta zona (la cual fue máxima durante el año 2015).

A continuación, se presentan las siguientes figuras extraídas del informe de modelo hidrogeológico numérico de la Quebrada Ramadillas:

- En la Figura 4-18, Figura 4-19 y Figura 4-20 se muestra la evolución temporal de la concentración de sulfatos simulados versus observados para los pozos ubicados a lo largo de la quebrada Ramadillas.
- La Figura 4-21 presenta el campo de concentraciones obtenido al final de la calibración para el periodo Operacional (febrero 2019), en la unidad hidrogeológica de sedimentos no consolidados (UH-1), observando que la confluencia La Brea-Ramadillas ha ido recuperado condiciones de calidad natural, lo cual tiene relación con la reducción de los flujos pasantes producto de las operaciones de los pozos de recuperación. Hacia aguas abajo, la pluma de sulfato se encuentra contenida y moviéndose hacia quebrada Ramadillas por el sector del POB-06B (ladera norponiente).
- En la Figura 4-22 se presenta el campo de concentraciones obtenido al final de la calibración para el periodo operacional (febrero 2019), en la unidad hidrogeológica de roca meteorizada (UH-2). Se observa que la pluma de sulfatos muestra concentraciones mucho menores a las observadas en la UH-1, lo que se explica ya que esta se mueve más lento hacia aguas abajo (y desde su origen en el depósito de lamas), dada la baja transmisividad de esta unidad.

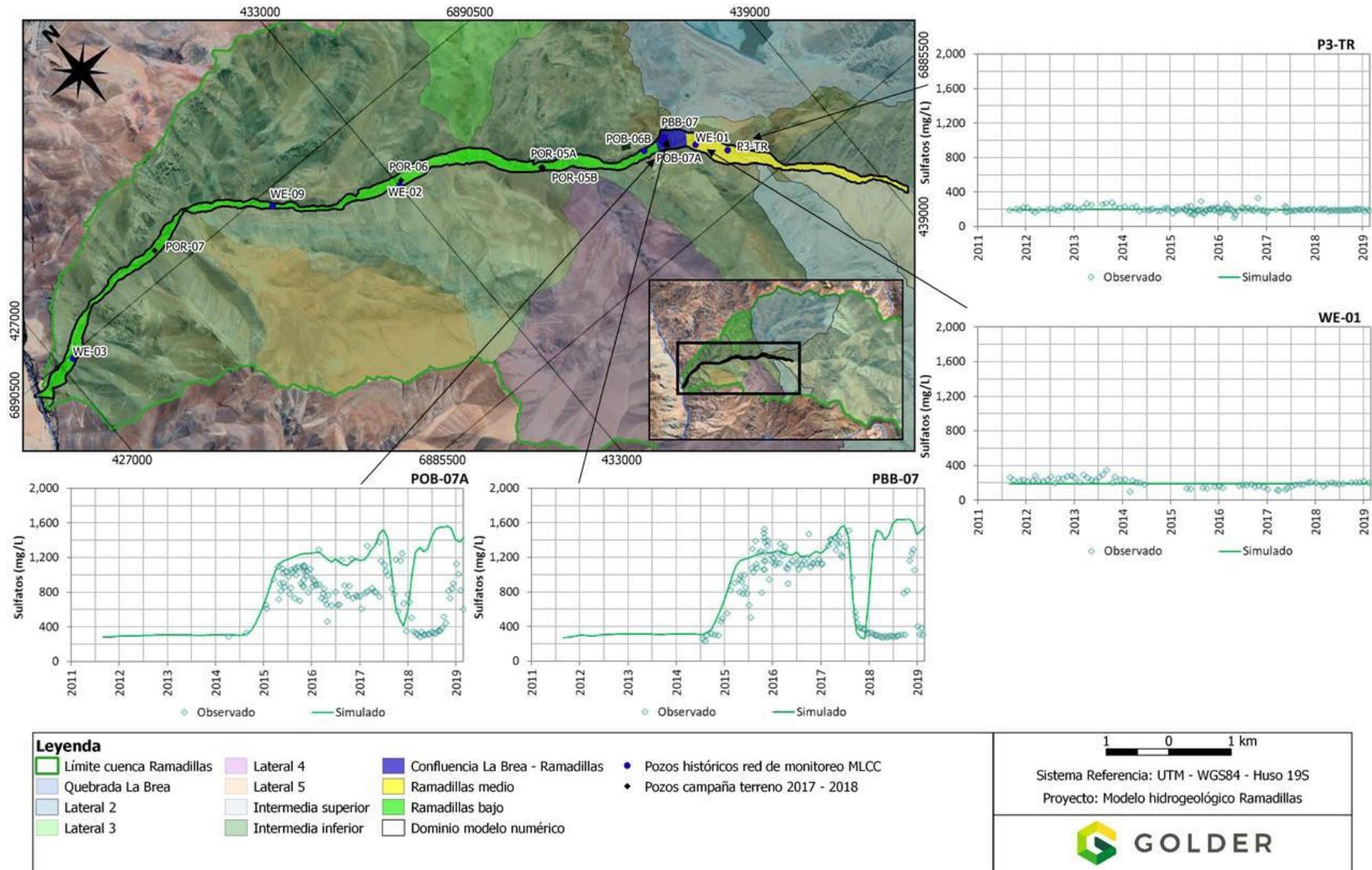


Figura 4-18: Concentraciones de sulfatos observados y simulados para período de calibración del periodo operacional, sector confluencia La Brea-Ramadillas.

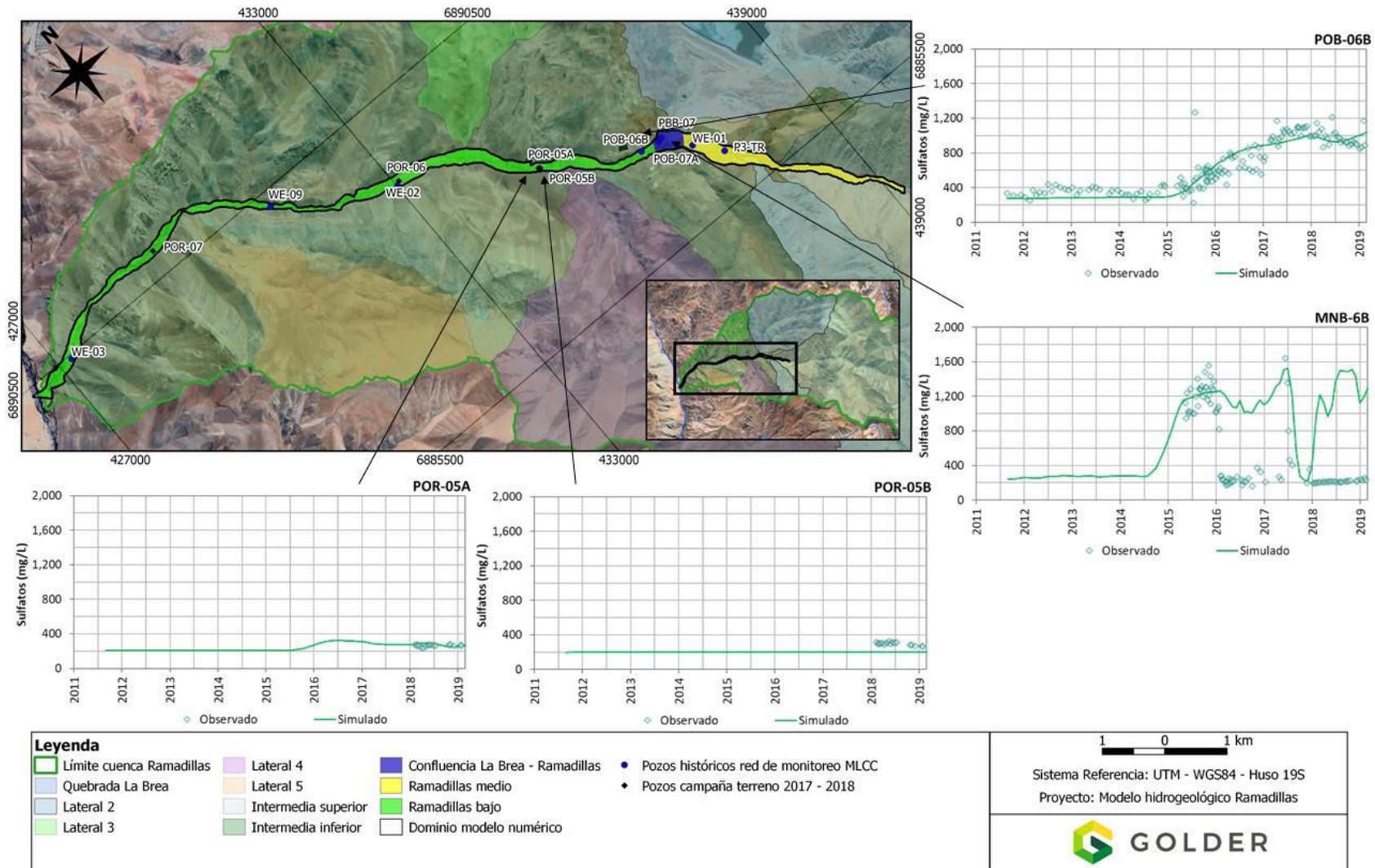


Figura 4-19: Concentraciones de sulfatos observados y simulados para período de calibración del periodo operacional, sector entre confluencia La Brea-Ramadillas y pozo POR-05A

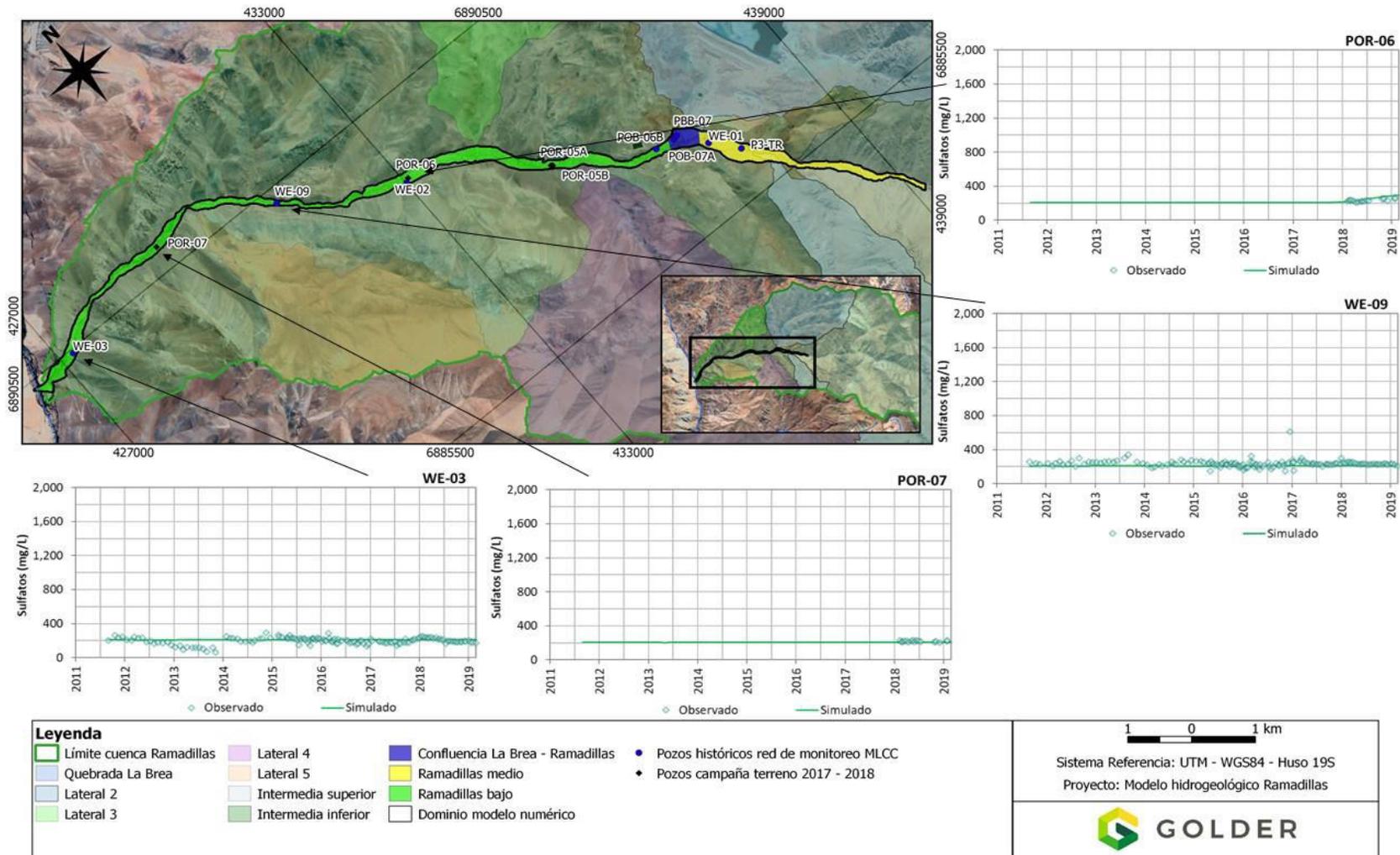


Figura 4-20: Concentraciones de sulfatos observados y simulados para periodo de calibración del periodo operacional, sector pozo POR-05A hacia aguas abajo

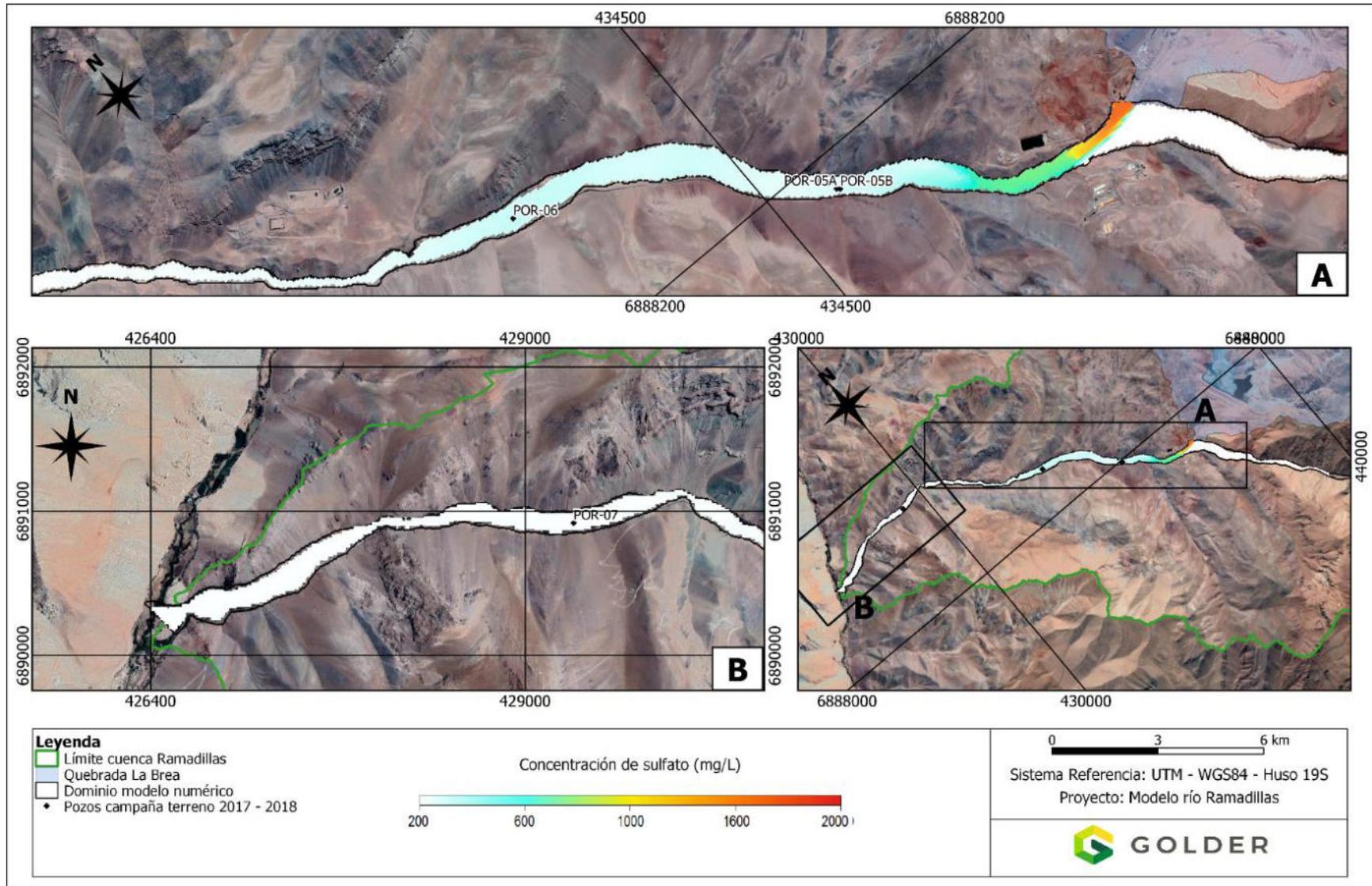


Figura 4-21: Vista en planta simulación de sulfatos en Sedimentos no consolidados- febrero 2019.

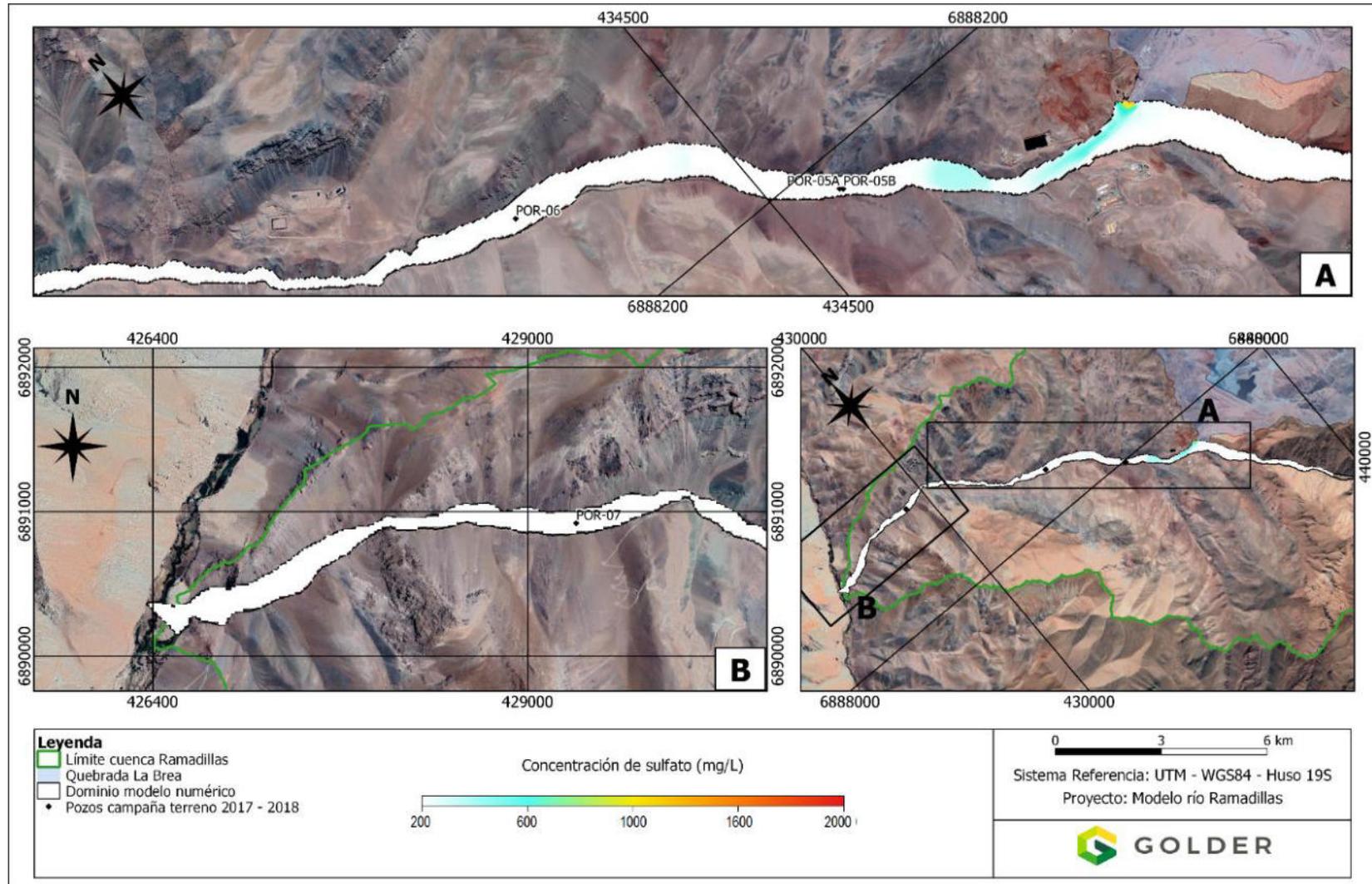


Figura 4-22: Vista en planta simulación de sulfatos en Roca meteorizada - febrero 2019.

### **Predicciones del Periodo Operacional Futuro**

La herramienta del modelo hidrogeológico numérico calibrado de Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA) permite estimar las condiciones futuras de concentraciones de sulfato tanto en la zona de confluencia La Brea – Ramadillas, como también aguas abajo.

El Escenario 2 de las simulaciones que se presentan en el Anexo 4-E está condicionado a su vez a los resultados de la curva “Sim Sensibilizada” del Modelo de Infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea (Arcadis, 2020), presentado como Apéndice B del Anexo 4-B Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada LA Brea). En este escenario se considera, de manera conservadora, que las infiltraciones se mantienen oscilando en torno a los 110 L/s durante todo el periodo de simulación, y el caudal captado por el sistema de drenes basales se mantiene entre 10 y 20 L/s. Para la determinación del caudal de bombeo de los pozos de remediación y recuperación, ubicados en la quebrada La Brea, se promediaron los últimos 24 meses de la información de caudales de bombeo actualizada a septiembre de 2019 (octubre 2017-septiembre 2019).

Los resultados de la simulación del Escenario 2 muestran que, si se mantiene un caudal de bombeo igual al promedio del bombeo histórico registrado entre octubre de 2017 y septiembre de 2019, y con un caudal de infiltraciones del depósito de lamas similar al estimado en el periodo histórico, se estima lo siguiente:

- En la zona de confluencia la Brea – Ramadillas (pozo de referencia POB-06B), se produciría inicialmente una disminución de las concentraciones de sulfato, hasta llegar a concentraciones alrededor de 400 mg/l. Posteriormente, a partir del año 2026, conforme aumenta el caudal de infiltraciones desde el depósito de lamas, se podría presentar una nueva tendencia ascendente, que podría alcanzar concentraciones de hasta 1.600 mg/l.
- En el pozo POR-05A, el modelo estima que las concentraciones se encontrarán por debajo de los 400 mg/L para todos los escenarios futuros modelados. Misma situación se produce en el pozo POR-06, así como también en todos los pozos hacia aguas abajo, hasta la confluencia con el río Vizcachas del Pulido.
- Los resultados de las simulaciones realizadas para el periodo de Operación futura muestran que es necesario la incorporación de medidas de control de infiltraciones adicionales a las que operan actualmente (febrero 2019) para disminuir las concentraciones de sulfato en la zona de confluencia, bajo las consideraciones descritas del Escenario 2.

En la Figura 4-23, Figura 4-24 y

Figura 4-25 se presenta la evolución temporal simulada de la concentración de sulfato en pozos de monitoreo seleccionados, para todos los escenarios que fueron simulados en el informe de modelo hidrogeológico numérico de Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA), incluyendo el Escenario 2 considerado para la presente evaluación de impactos. En la Figura 4-26 se presenta la distribución de la pluma de sulfatos en planta para el mes de diciembre de los años 2021, que corresponde al inicio del presente Proyecto; 2032, que corresponde a un año intermedio en el que se obtienen las concentraciones de sulfato más elevadas del periodo de simulación futura en el pozo POB-06B; y 2037, que corresponde al final del periodo de simulación.

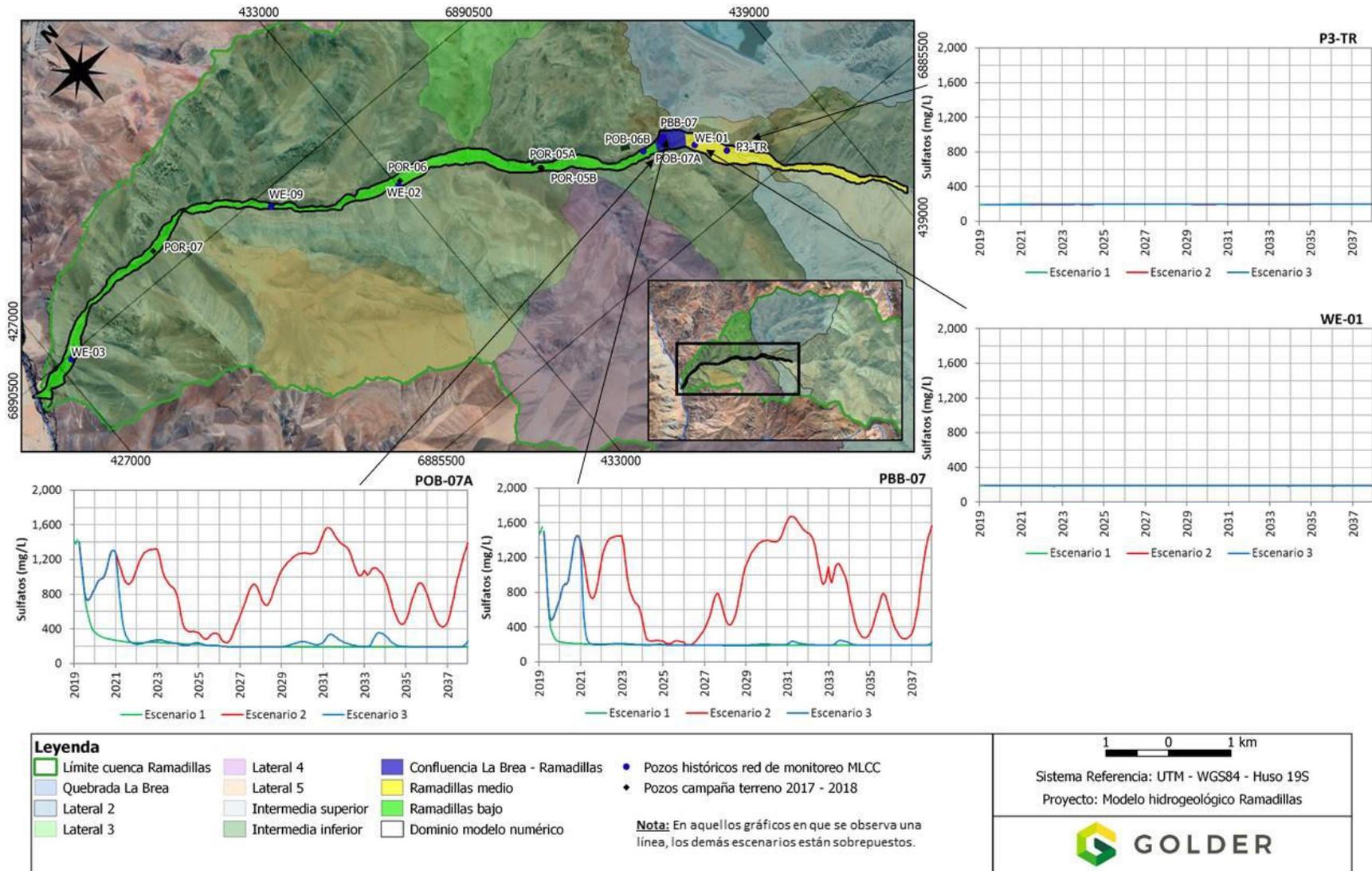


Figura 4-23: Concentraciones de sulfatos simulados para período Futuro sector confluencia La Brea – Ramadillas.

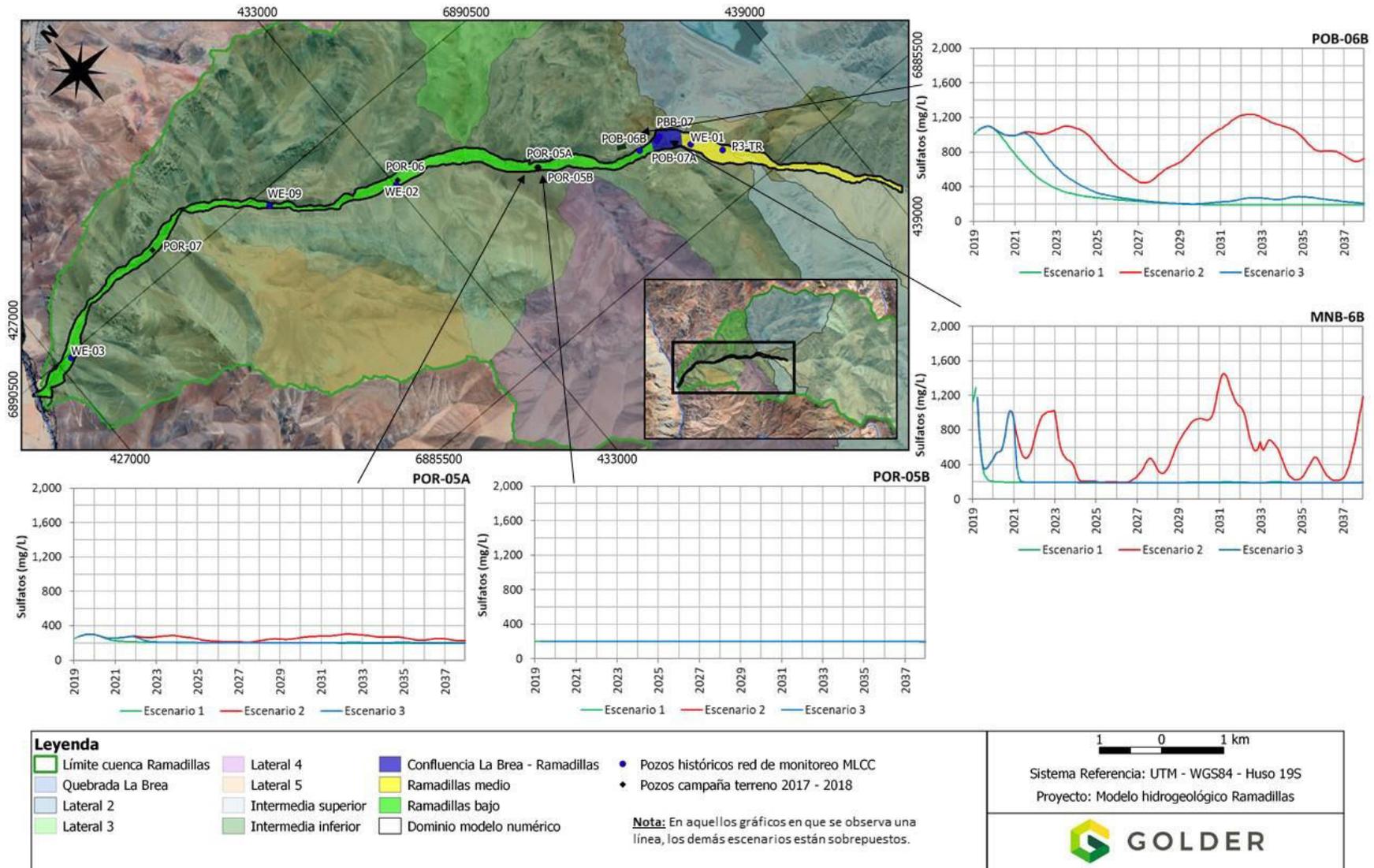


Figura 4-24: Concentraciones de sulfatos simulados para período Futuro sector entre confluencia y pozo POR-05A.

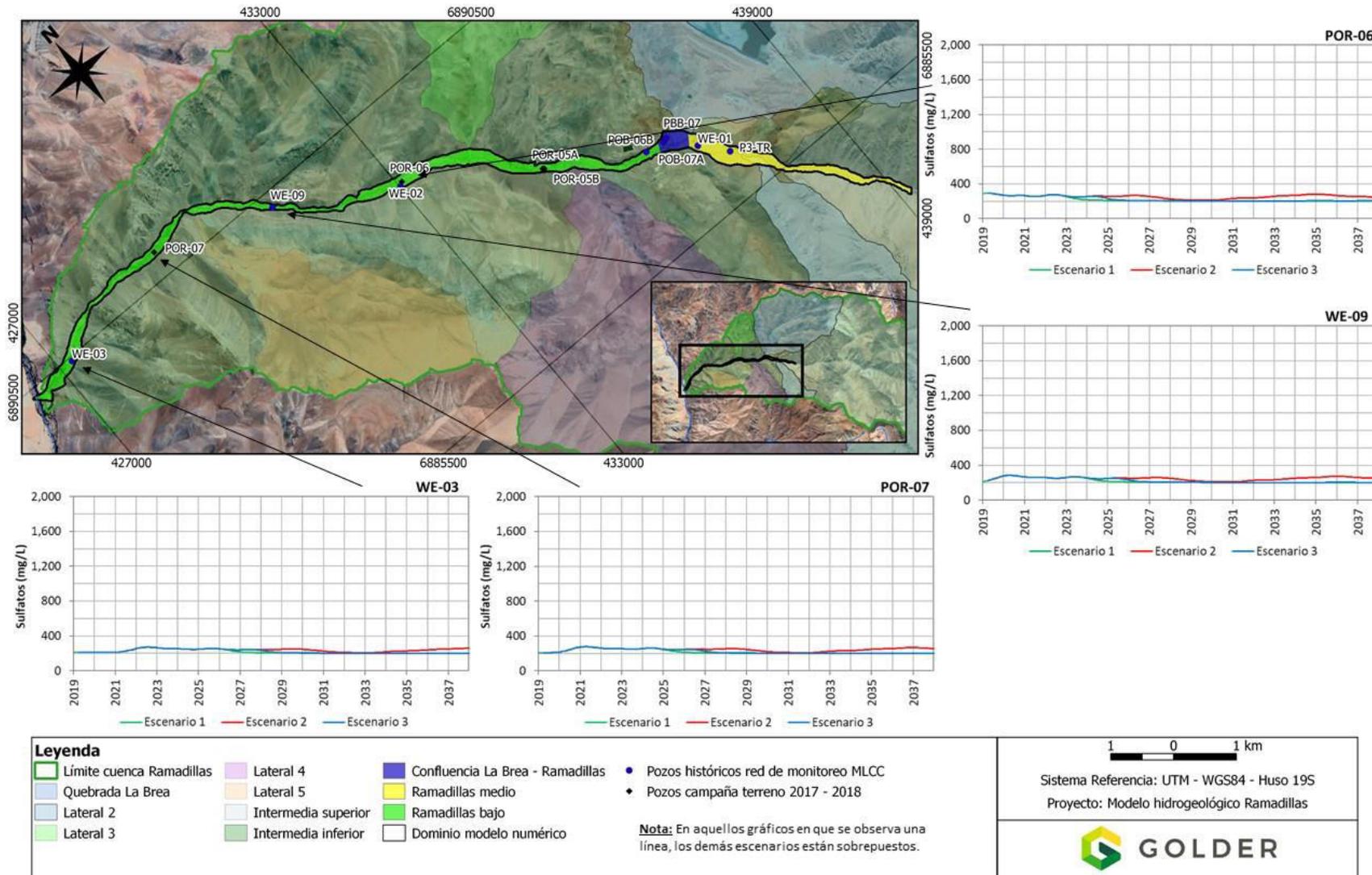
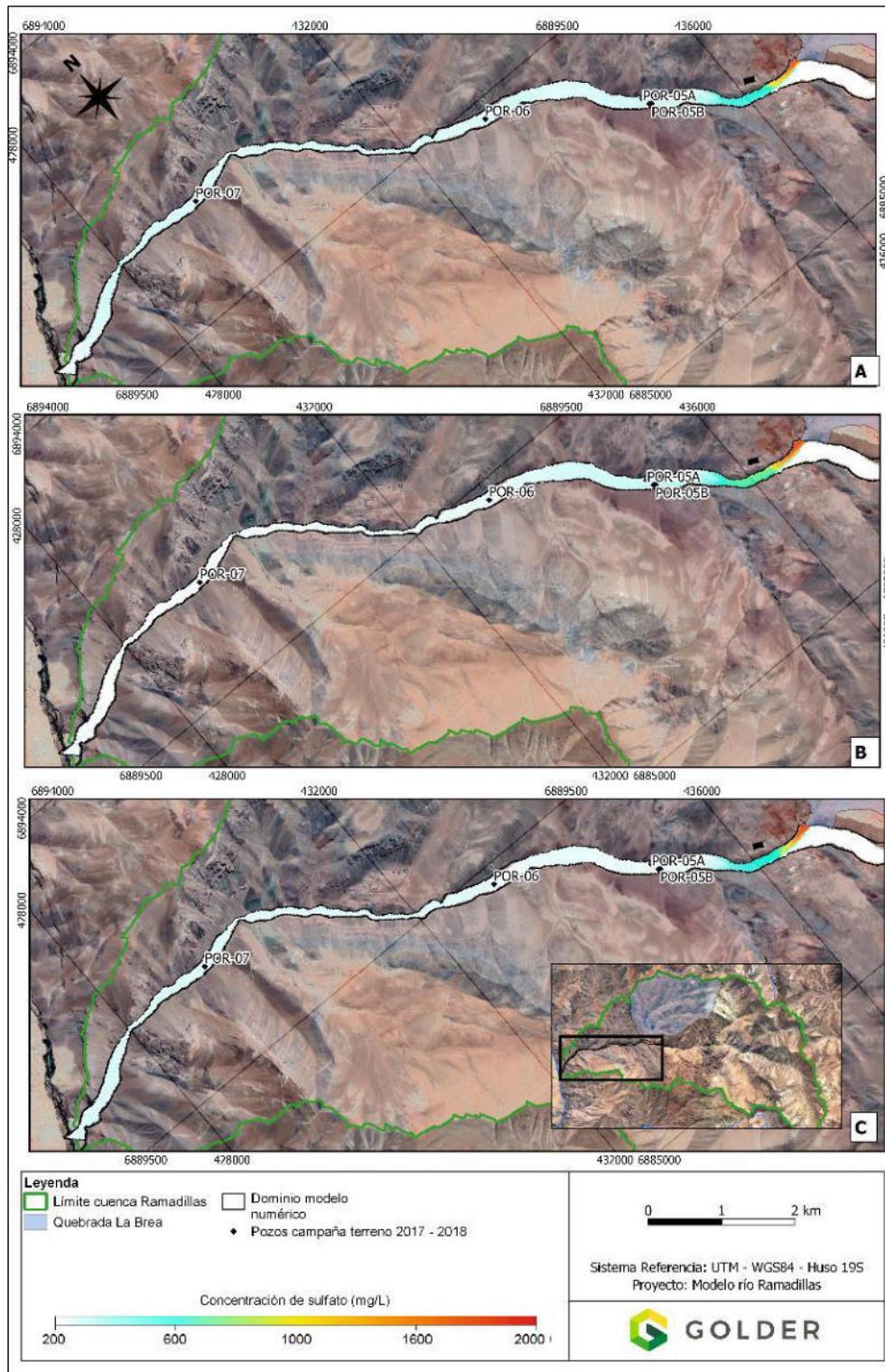


Figura 4-25: Concentraciones de sulfatos simulados para período Futuro sector desde pozo POR-05A hacia aguas abajo.



**Figura 4-26: Vista en planta simulación de Sulfatos – Sedimentos no consolidados (UH-1) - Escenario 2 - Años 2021 (A), 2032 (B) y 2037 (C)**

En la Figura 4-27 se presenta una vista ampliada de la pluma de sulfato en el acuífero de Ramadillas, simulada en el Escenario 2 del informe de modelo hidrogeológico numérico de Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA), que considera la continuación de la operación del sistema actual de control de infiltraciones (sin considerar medidas adicionales de mitigación), para el año 2032, en el que se obtienen las concentraciones de sulfato más elevadas del periodo de simulación futura en el pozo POB-06B. En la Figura 4-27 se presentan las concentraciones obtenidas en la simulación del 2032 en los pozos ubicados tanto aguas arriba como aguas abajo de la confluencia entre los flujos subterráneos de La Brea y Ramadillas.

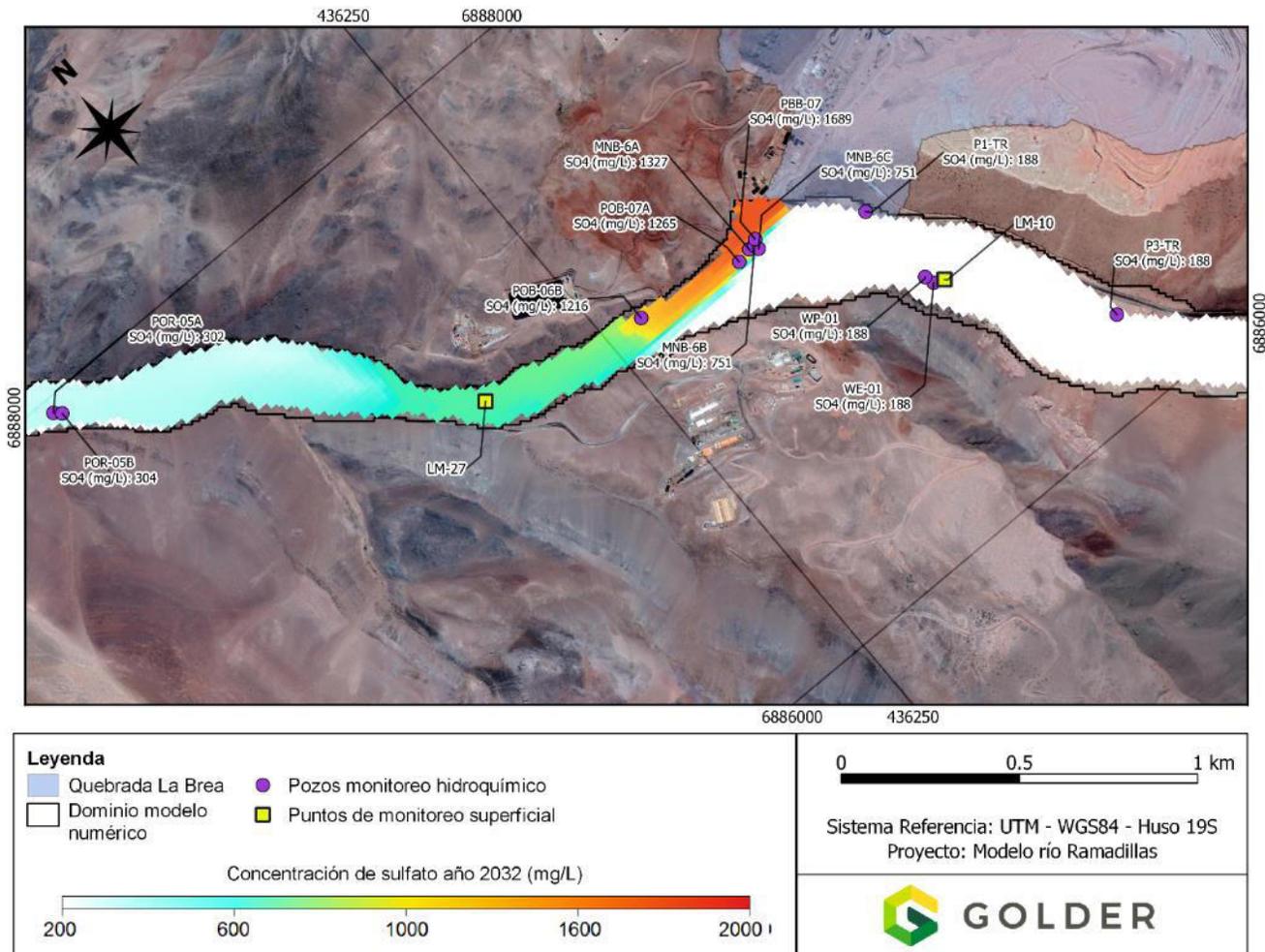


Figura 4-27: Vista en planta simulación de Sulfatos – Sedimentos no consolidados (UH-1) - Escenario 2 - Año 2032

### Fase de Cierre

El Modelo de Infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea (Arcadis, 2020), presentado como Apéndice B del Anexo 4-B Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada LA Brea del presente Capítulo 4, predice que las infiltraciones desde el depósito de lamas continuarán generándose durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena. El presente Proyecto considera mantener operativo durante la fase de cierre y post-cierre un sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean

definidos en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.

En cuanto a la calidad química de estos drenajes mineros, se desarrolló un estudio (Modelo geoquímico del depósito de lamas, Anexo 1-G del Capítulo 1 - Descripción del Proyecto) el que concluyó que estos drenajes tendrán concentraciones de sulfato elevadas (estimada en 1.825 mg/l), pero que no se generarán drenajes ácidos, considerando que la solución ácida que se forme ocurrirá en la parte alta del depósito, y que corresponderá principalmente a la humedad residual, la que presenta baja movilidad. En caso sea requerido, se implementará un sistema de tratamiento (activo o pasivo) para mejorar la calidad de agua de las infiltraciones recuperadas, a fin de evitar la alteración de aguas superficiales, lo cual será también definido en base a los monitoreos de seguimiento y los estudios que se realicen durante la fase de operación y que se presentarán en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones.

El presente Proyecto plantea obtener la aprobación para prescindir de la medida de cierre de colocar una cobertura con material de empréstito de 0,50 m de espesor sobre toda la superficie ocupada por los relaves en el Depósito de Lamas La Brea, la cual fue establecida en la RCA N°013/2010 que aprobó el EIA del “Proyecto Caserones”, como una obra para el “control, mitigación y neutralización del drenaje ácido”. El Proyecto considera que la implementación de esta medida no es necesaria, debido a que las características de permeabilidad de este tipo de cobertura no contribuirá a la disminución, mitigación o control de posibles infiltraciones de agua contactada con la fracción fina de los relaves depositados, lo cual sí se espera lograr con la implementación de los ajustes operacionales y medidas de mitigación que se plantean en el presente Proyecto (ver Capítulo 7 – Plan de Mitigación, Reparación y Compensación, así como el resto de obras y acciones que se han aprobado ambientalmente para la fase de cierre del Depósito de Lamas La Brea, incluyendo mantener un sistema de control de las infiltraciones del depósito.

### **Definición del Cuerpo Receptor y Zonificación del Área de Influencia**

Bajo el contexto Operacional descrito, es relevante precisar que la quebrada La Brea, aguas abajo del depósito de lamas, es una zona de actividad operacional de la Faena Minera Caserones, donde se realiza el manejo y control de las infiltraciones del depósito de lamas. El cuerpo receptor del potencial impacto sobre la calidad de agua subterránea es el acuífero de la quebrada formada por el río Ramadillas.

De acuerdo con lo señalado, el Área de Influencia del componente ambiental de calidad de agua subterránea y superficial, se considera subdividir en las siguientes zonas:

- **Zona de Manejo y Control de Infiltraciones:** considera el área de cuenca de la quebrada La Brea desde donde se emplaza el depósito de lamas hasta la confluencia con el río Ramadillas. Esta área incluye la zona donde se generan las infiltraciones desde las lamas y los sectores aguas abajo, donde se realizan las actividades de intercepción y extracción de infiltraciones y agua subterránea natural, a través del bombeo en los pozos de recuperación y remediación que forman parte del sistema de control de infiltraciones del depósito de lamas. El flujo pasante de aguas subterráneas hacia el acuífero del Ramadillas contiene concentraciones de sulfato más elevadas con relación a las condiciones de línea de base, debido a que las infiltraciones (que

presentan altos contenidos de sulfato) presentan caudales considerablemente mayores a los flujos naturales de agua subterránea en la quebrada La Brea.

- **Zona de Potencial Impacto:** Comprende la zona de confluencia del acuífero de Ramadillas con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea, hasta aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia de ambas quebradas (hasta la altura del pozo POR-06), incluyendo el sector donde se produce la mezcla de ambos flujos hasta su mezcla completa. En esta zona se producen los procesos de mezcla y dilución de las infiltraciones con altas concentraciones de sulfato, con el flujo de agua subterránea natural proveniente de la zona alta del acuífero de Ramadillas y con el flujo de interacción río-acuífero que se produce particularmente en el sector aguas abajo de la zona de confluencia, debido a un agostamiento de la quebrada del Ramadillas en un tramo de aproximadamente 200 m, que favorece el aporte de agua subterránea del acuífero hacia el agua superficial del río, y luego, se presenta un ensanchamiento de la quebrada que favorece el aporte de agua del río hacia el acuífero. En esta Zona de Potencial Impacto se incluye el sector en el que se ha manifestado o se podría presentar potencialmente una alteración de la calidad de agua subterránea, debido a la pluma de sulfato proveniente del depósito de lamas, ocasionando el incremento de sus concentraciones con relación a las condiciones de línea de base del acuífero.

El pozo POR-06 se considerará como el punto de cumplimiento, a partir del cual se espera que no se produzca alteración de las concentraciones de sulfato u otro elemento contaminante, manteniendo sus concentraciones por debajo del umbral de referencia máximo de cumplimiento (URMc) determinado en base a sus datos históricos de línea base, cuyo cálculo se presenta en el Capítulo 9 - Plan de Seguimiento Ambiental. Los objetivos de mitigación que se proponen en el Capítulo 7 – Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación del presente EIA, tendrán como objetivo asegurar que no se altere la calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06. Para verificar el cumplimiento de este objetivo, en el Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9 de este EIA) contempla una secuencia de alertas que se activarán progresivamente en caso de que se detecten desviaciones en los registros de concentración de sulfato, con respecto a los umbrales que han sido definidos para el seguimiento.

- **Zona de No Afectación:** considera el sector del acuífero de Ramadillas desde el pozo POR-06 hacia aguas abajo hasta la confluencia con el Vizcachas del Pulido. En esta zona incluye un sector que no ha sido alterado por la pluma de sulfato, debido a que se encuentra aguas abajo del sector donde se produce la mezcla y dilución de la pluma de sulfato con las aguas subterráneas naturales del acuífero.

En la Figura 4-28 se muestran las tres zonas conceptualizadas para diferenciar los sectores del Área de Influencia del componente de calidad de agua subterránea y superficial. Además, se muestra el detalle de la pluma de sulfato que se obtiene con el Escenario 2 del modelo hidrogeológico numérico de la quebrada Ramadillas (Anexo 4-E del presente capítulo) para el año de simulación 2032, que corresponde al año en el que se obtienen las concentraciones más elevadas de sulfato en el pozo POB-06B durante el periodo de simulación del periodo futuro de operación.

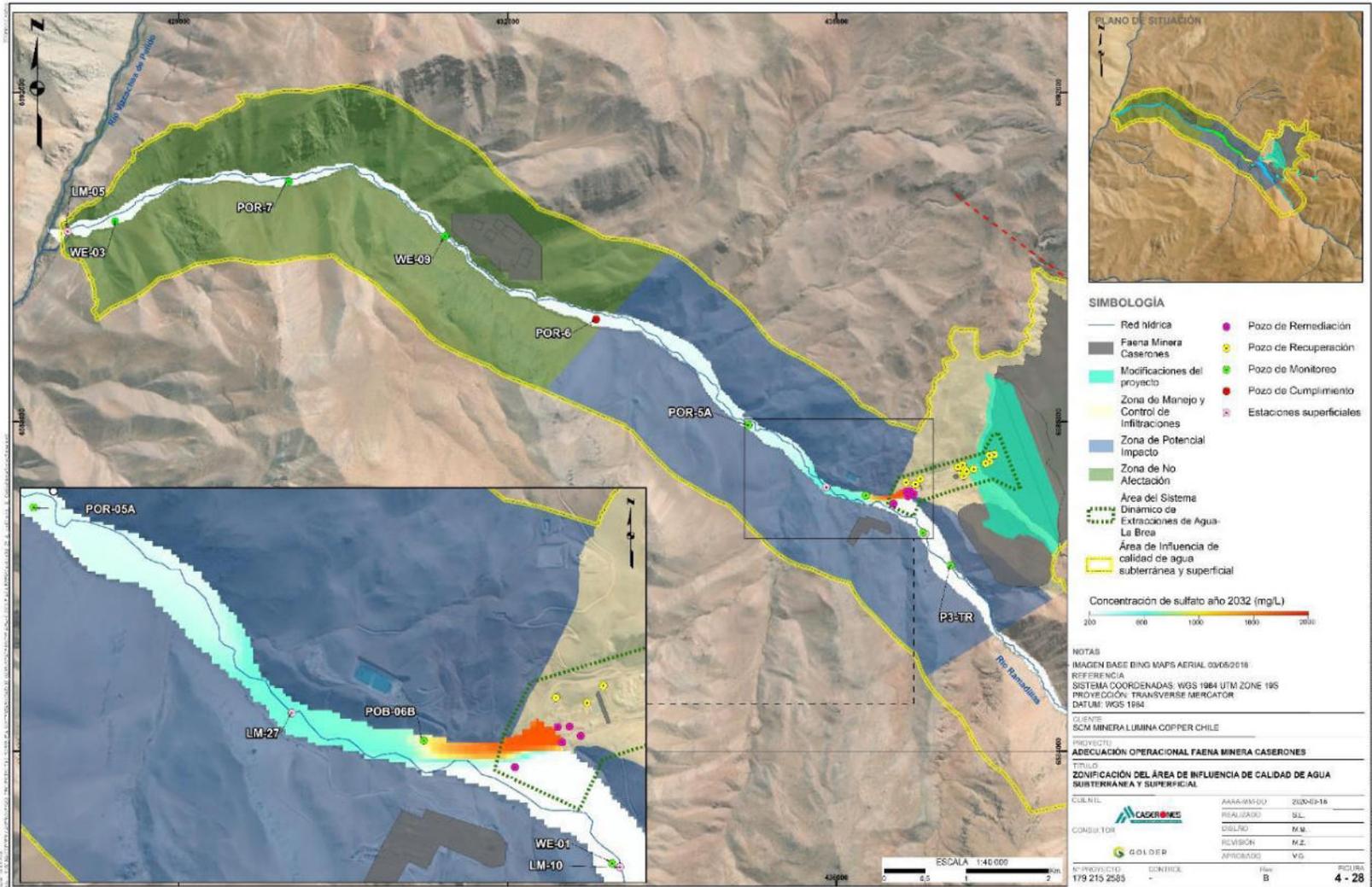


Figura 4-28: Zonificación del Área de Influencia de Calidad de Agua Subterránea y Superficial

#### 4.3.4.3.5 Valoración y Calificación de Impactos Ambientales

A continuación, se valoran y califican los impactos ambientales asociados a la componente calidad de agua superficial y subterránea, durante las fases de operación y cierre del Proyecto, considerando la información presentada anteriormente en la sección 4.3.4.3.2 de caracterización de línea de base, referida a la información levantada en la LdB de calidad de agua (sección 3.8 del Capítulo 3 - Línea de Base del presente EIA); los resultados de los modelos hidrogeológicos conceptuales y numéricos (ANEXO 4-B, ANEXO 4-C, ANEXO 4-D y ANEXO 4-E); y las partes, obras y acciones del Proyecto potencialmente generadores de impactos que se presentaron anteriormente en la tabla Tabla 4-27.

#### *ICAsT-1: Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo desde de la quebrada La Brea*

##### **Fases de operación y cierre**

El impacto evaluado está relacionado con la alteración de la calidad del agua subterránea que se produce en la zona de confluencia de los flujos subterráneos de las quebradas La Brea y Ramadillas, considerando que el flujo pasante de La Brea a Ramadillas genera una alteración de las concentraciones de sulfatos en el sector de la confluencia con respecto a la condición de LdB o Pre-Operacionales, producto de las infiltraciones que se generan en el Depósito de Lamas La Brea y que no logran ser contenidas totalmente por el sistema actual de control de infiltraciones. Las medidas de control de infiltraciones que han sido implementadas por MLCC no han sido suficientes por sí mismas para asegurar que la calidad de agua subterránea del acuífero de Ramadillas no sea afectado aguas abajo del pozo POR-06, ubicado 4,5 km aguas abajo de la confluencia La Brea-Ramadillas.

El Modelo de Infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea (Arcadis, 2020), presentado como Apéndice B del Anexo 4-B Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada LA Brea, predice que las infiltraciones desde el depósito de lamas continuarán generándose durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena. Al igual que para la fase de operación, en caso de que el presente Proyecto mantenga operativo el sistema de control de las infiltraciones bajo el nivel de eficiencia actual de extracción de agua, no podría asegurarse que la calidad de agua subterránea del acuífero de Ramadillas no sea afectado aguas abajo del pozo POR-06, ubicado 4,5 km aguas abajo de la confluencia La Brea-Ramadillas.

De esta manera, el Proyecto en evaluación tiene el potencial de ocasionar un impacto negativo sobre la calidad del agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo desde de la quebrada La Brea, durante las fases de operación y cierre.

La calificación del impacto se detalla a continuación:

- El Carácter del impacto es “Negativo” ya que el drenaje de las lamas almacenadas en el Depósito de Lamas La Brea genera infiltraciones con altas concentraciones de sulfato (más elevadas que las condiciones naturales de las aguas subterráneas en la quebrada La Brea y Ramadillas), lo que implicará un aumento de las concentraciones de sulfatos en la calidad de aguas subterráneas en el flujo subterráneo de Ramadillas, en el sector de la confluencia con el flujo pasante de la quebrada La Brea. Las infiltraciones continuarán generándose durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena, en la fase de cierre.

- La Intensidad del impacto es “Alta” dado que los resultados de los modelos hidrogeológicos conceptual y numérico indican que el flujo pasante de la quebrada La Brea a Ramadillas genera un aumento de las concentraciones de sulfatos en el sector de la confluencia, específicamente en el pozo POB-06B, que han alcanzado concentraciones de hasta 1.200 mg/L en el año 2017 y un promedio de 940 mg/L entre enero y febrero 2019, siendo que en los registros de línea de base, las concentraciones eran cercanas a 350 mg/L. Estas concentraciones no permiten asegurar que la calidad de agua subterránea del acuífero de Ramadillas no sea afectado aguas abajo del pozo POR-06, ubicado 4,5 km aguas abajo de la confluencia La Brea-Ramadillas.
- La Extensión del impacto es “Local”, dado que esta alteración se genera fuera de la fuente que lo origina (Depósito de Lamas La Brea), pero en el entorno cercano y no se extiende en toda el área de influencia determinada para el componente ambiental de calidad de agua.
- El Impacto es “Recuperable” ya que la alteración de la calidad de las aguas subterráneas se puede recuperar mediante acciones correctoras.
- La Duración del impacto es “Permanente” considerando que las infiltraciones desde el depósito de lamas se producirán durante toda la fase de operación y durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena, durante la fase de cierre.
- La Probabilidad de ocurrencia del impacto es “Cierta”, dado que durante el Periodo Operacional ya fue evidenciado, mediante el monitoreo del pozo POB-B06, que las infiltraciones del depósito alteran la calidad química del agua en la zona de confluencia de los flujos subterráneos de las quebradas Ramadillas y La Brea.
- El Valor del componente es considerado como “Muy alto”, toda vez que la calidad de agua subterránea es un componente de relevancia para otros componentes ambientales.

De acuerdo con lo anterior, el impacto ICA-1 se considera como “Relevante” durante las fases de operación y cierre, según se expone en la Tabla 4-28.

**Tabla 4-28: Evaluación de impacto ambiental ICASt-1 – fase de operación y cierre**

Impacto	Criterios de calificación							CI	
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc		
ICASt-1: <i>Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo desde de la quebrada La Brea.</i>	-1	1	0,5	0,7	1	1	10	-80	Relevante

## **ICAsT-2: Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea**

### **Fase de operación y cierre**

El impacto identificado corresponde a la pluma de sulfatos que se movería a lo largo del acuífero de Ramadillas. Estas concentraciones responderían a los flujos provenientes desde quebrada La Brea durante el periodo operacional. Parte de la pluma descargaría hacia el cauce del sistema superficial del río Ramadillas, y el restante se diluiría por los aportes de flujos subterráneos de las subcuencas tributarias y por la interacción del acuífero con el río Ramadillas, a medida que avanza hacia aguas abajo.

El Modelo de Infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea (Arcadis, 2020), presentado como Apéndice B del Anexo 4-B Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada LA Brea, predice que las infiltraciones desde el depósito de lamas continuarán generándose durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena. Al igual que para la fase de operación, en caso de que el presente Proyecto mantenga operativo el sistema de control de las infiltraciones bajo el nivel de eficiencia actual de extracción de agua, no podría asegurarse que la calidad de agua subterránea del acuífero de Ramadillas no sea afectado aguas abajo del pozo POR-06, ubicado 4,5 km aguas abajo de la confluencia La Brea-Ramadillas.

De esta manera el Proyecto dará origen a un impacto negativo sobre la calidad del agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea, ya que sus características se pueden ver modificadas durante las fases de operación y cierre.

La calificación del impacto se detalla a continuación:

- El Carácter del impacto es “Negativo” ya que las partes, obras y acciones del Proyecto tienen el potencial de generar un aumento de las concentraciones de sulfatos en las aguas subterráneas del acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de quebrada La Brea.
- La Intensidad del impacto es “Media” dado que, si bien la alteración de la calidad de aguas subterráneas en este sector del acuífero en Ramadillas implica cambios respecto de la línea de base, estos cambios son de menor intensidad en comparación a la zona de confluencia La Brea-Ramadillas y permitirán asegurar que estas alteraciones en la calidad de agua no se produzca aguas abajo del pozo POR-06, ubicado 4,5 km aguas abajo de la confluencia La Brea-Ramadillas.
- La Extensión del impacto es “Local”, dado que esta alteración se genera fuera de la fuente que lo origina (depósito de lamas La Brea), pero en el entorno cercano y no se extiende en toda el área de influencia determinada para el componente ambiental de calidad de agua.
- El Impacto es “Parcialmente reversible” ya que la alteración de la calidad de las aguas subterráneas puede ser revertida naturalmente debido al funcionamiento de los procesos naturales y de los mecanismos de auto depuración del medio, tales como la dilución natural en el acuífero Ramadillas.
- La Duración del impacto es “Permanente” considerando que las infiltraciones desde el depósito de lamas se producirán durante toda la fase de operación y durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena, durante la fase de cierre.

- La Probabilidad de ocurrencia del impacto es “Probable”, dado que si bien el Modelo Hidrogeológico Numérico Ramadillas que se presenta en ANEXO 4-E muestra que tiene una alta probabilidad de ocurrir, no obstante, esto no es una condición totalmente cierta. Adicionalmente, si bien se ha evidenciado una pluma de sulfatos a partir de los monitoreos de agua subterránea en la zona de confluencia de La Brea y Ramadillas (pozo POB-06B), los pozos aguas abajo como POR-05A, POR-06 y aguas abajo (incluido el sector de confluencia entre Ramadillas y Pulido) no se ha evidenciado una alteración de sulfato en los datos medidos.
- El Valor del componente es considerado como “Muy alto”, toda vez que la calidad de aguas es un componente de relevancia para otros componentes ambientales.

De acuerdo con lo anterior, el impacto ICAS<sub>t</sub>-2 se considera como “Menor” durante las fases de operación y cierre, según se expone en la Tabla 4-29.

**Tabla 4-29: Evaluación de impacto ambiental ICAS<sub>t</sub>-2 – Fase de operación y cierre**

Impacto	Criterios de calificación							CI	
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc		
ICAS <sub>t</sub> -2-O: <i>Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea</i>	-1	0,5	0,5	0,4	1	0,5	10	-30	Menor

**ICAS<sub>p</sub>-1: Alteración de la calidad del agua superficial del río Ramadillas por la interacción con el acuífero de Ramadillas aguas debajo de la confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea**

**Fase de operación y cierre**

El impacto identificado corresponde a la pluma de sulfatos que ingresaría al cauce del sistema superficial del río Ramadillas, como consecuencia de la interacción con el acuífero subyacente, el cual se ha identificado que puede ser impactado por la alteración de calidad de agua subterránea (ICAS<sub>t</sub>-1 e ICAS<sub>t</sub>-2) producto de las infiltraciones que se generan en el Depósito de Lamas La Brea y que no logran ser contenidas totalmente por el sistema actual de control de infiltraciones. Entre el río Ramadillas y el acuífero subyacente existe una interacción de flujos en donde se identifican tramos de quebrada Ramadillas donde el río se comporta como perdedor y aporta agua al acuífero o viceversa. Una fracción importante de los afloramientos del acuífero que aportan al río ocurren desde

aguas abajo de la confluencia La Brea - Ramadillas hasta 200 m aguas abajo del punto de aforo LM-27. La pluma de sulfato se diluye inicialmente con el flujo subterráneo natural que proviene de las partes alta de la cuenca del Ramadillas, aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Brea, y luego se diluye también en el flujo superficial del río Ramadillas, que presenta un caudal bastante mayor en comparación al flujo de aporte del acuífero de Ramadillas en este sector y, además, presenta concentraciones de sulfato más bajas en comparación a la pluma de sulfato que ingresa desde el acuífero.

El Modelo de Infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea (Arcadis, 2020), presentado como Apéndice B del Anexo 4-B Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada LA Brea, predice que las infiltraciones desde el depósito de lamas continuarán generándose durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena, con lo cual, el potencial impacto descrito puede presentarse también en la fase de cierre.

De esta manera, el Proyecto en evaluación tiene el potencial de ocasionar un impacto negativo sobre la calidad del agua superficial del río Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea, durante las fases de operación y cierre.

La calificación del impacto se detalla a continuación:

- El Carácter del impacto es “Negativo” ya que las partes, obras y acciones del Proyecto tienen el potencial de generar un aumento de las concentraciones de sulfatos en las aguas subterráneas del acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con el flujo subterráneo de quebrada La Brea y, como consecuencia de ello, generar también un incremento en las concentraciones de sulfato en el agua superficial del río Ramadillas.
- La Intensidad es “Baja” dado que el flujo de agua subterránea que ingresa al río Ramadillas aguas abajo de la confluencia La Brea - Ramadillas, y que contiene la pluma de sulfato previamente diluida en el acuífero, presenta caudales más bajos en comparación con el caudal del río. Además, el río presenta concentraciones de sulfato menores en comparación al flujo de agua subterránea que ingresa al cauce del sistema superficial del río Ramadillas. Además, el agua superficial de río Ramadillas registró un aumento de 50 mg/L de sulfato sobre su concentración Pre-operacional, entre los meses de octubre 2014 y marzo 2015, entre las estaciones de monitoreo LM-10 y LM-27. Sin embargo, a partir de esa fecha no se observa una alteración en la calidad del agua superficial del río Ramadillas.
- La Extensión del impacto es “Local”, dado que esta alteración se genera fuera de la fuente que lo origina (Depósito de Lamas La Brea), pero en el entorno cercano y no se extiende en toda el área de influencia determinada para el componente ambiental de calidad de agua.
- El Impacto es “Reversible” ya que la alteración de la calidad de las aguas superficiales puede ser revertida naturalmente debido al funcionamiento de los procesos naturales y de los mecanismos de auto depuración del medio, tales como la dilución natural en el acuífero y el río Ramadillas.
- La Duración del impacto es “Permanente” considerando que las infiltraciones desde el depósito de lamas se producirán durante toda la fase de operación y durante un periodo mayor a 10 años posteriores al fin de operaciones de la faena, durante la fase de cierre.
- La Probabilidad de ocurrencia del impacto es “Poco probable” dado que, entre los meses de octubre 2014 y marzo 2015, entre las estaciones de monitoreo LM-10 y LM-27 registró un aumento de 50 mg/L de sulfato

sobre su concentración Pre-operacional. Sin embargo, a partir de esa fecha no se observa una alteración en la calidad del agua superficial del río Ramadillas.

- El Valor del componente es considerado como “Muy alto”, toda vez que la calidad de aguas es un componente de relevancia para otros componentes ambientales.

De acuerdo con lo anterior, el impacto ICASp-1 se considera como “Bajo” durante las fases de operación y cierre, según se expone en la Tabla 4-29.

**Tabla 4-30: Evaluación de impacto ambiental ICASp-1 – Fase de operación y cierre**

Impacto	Criterios de calificación							CI	
	Ca	In	Ex	Re	Du	Po	Vc		
<i>ICASp-1: Alteración de la calidad del agua superficial del río Ramadillas por la interacción con el acuífero de Ramadillas aguas abajo de la confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea</i>	-1	0,1	0,5	0,1	1	0,1	10	-4,25	Bajo

### 4.3.5 Etapa V: Evaluación de Impactos

#### 4.3.5.1 Jerarquización de Impactos Ambientales

De la evaluación realizada se identificaron un total de seis (6) impactos calificados como negativos. De ellos el impacto ICASSt-1 se ha identificado de significativo, tanto durante la fase de operación como en la fase de cierre.

La Tabla 4-31 presenta los seis (6) impactos negativos a generar por el Proyecto de acuerdo con su jerarquización, considerando el componente a ser afectado, código, su calificación, y la fase del proyecto en la que se genera.

**Tabla 4-31: Jerarquización de impactos ambientales**

Componente	Código	Impacto ambiental	Fase	CI	Jerarquización	
Calidad de agua subterránea	ICASSt-1	Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea.	Operación y cierre	-80	Relevante	Significativo
	ICASSt-2	Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea.	Operación y cierre	-30	Menor	No significativo
	ICASp-1	Alteración de la calidad del agua superficial del río Ramadillas por la interacción con el acuífero de Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea	Operación y cierre	-4,25	Bajo	No significativo
Hidrogeología	IH-1	Alteración del flujo subterráneo pasante en el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con quebrada La Brea hasta la confluencia con Vizcachas del Pulido	Operación y cierre	-4,25	Bajo	No significativo
Calidad de aire	ICA-1	Alteración temporal de calidad de aire por las emisiones de material particulado y gases	Construcción (ICA-1-Co)	-1,6	Bajo	No significativo
			Operación (ICA-1-O)	-17	Bajo	No significativo
			Cierre (ICA-1-Ci)	-14	Bajo	No significativo

El impacto negativo que presenta significancia es el que genera la “Alteración de la calidad de agua subterránea en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea” tanto durante la fase de operación, como en la fase de cierre del Proyecto, producto de las infiltraciones que se generan desde el Depósito de Lamas La Brea.

Los potenciales impactos sobre la calidad de agua subterránea y superficial del acuífero y el río Ramadillas aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea se presentan como impactos no significativos, siendo calificado como “menor” el potencial impacto sobre la calidad de agua subterránea y “bajo” el potencial impacto sobre la calidad de agua superficial. Con respecto a este último, su ocurrencia es poco probable y su intensidad baja, razón por la cual se considera que el potencial impacto sobre la calidad del agua superficial del río Ramadillas no generará impactos sobre otros componentes ambientales como los ecosistemas acuáticos o el medio humano (incluyendo la salud de las personas), según se justifica en el Capítulo 5 del presente EIA - Descripción Pormenorizada de Aquellos Efectos, Características o Circunstancias del Artículo 11 de la Ley 19.300 que dan Origen a la Necesidad de Elaborar un EIA.

#### **4.3.6 Evaluación de efectos de acumulación y sinergia con otros Proyectos**

Luego de realizar un análisis en base a la información presentada en la Sección 3.21 Proyectos con RCA del Capítulo 3 de LdB, la cual se obtuvo a partir del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) con fecha hasta febrero del año 2020 no se encontraron proyectos aprobados, ni en fase de construcción u operación, o bien que se encuentren actualmente en evaluación, que pudieran significar un efecto sinérgico en los impactos evaluados.

En ese sentido, y de acuerdo con la información de la Sección 3.21.6 Proyectos con RCA, los proyectos que pudiesen tener alguna interacción con el presente Proyecto, corresponden a aquellos que utilizan las mismas rutas vehiculares.

Al respecto, es importante precisar que el Proyecto no considera un incremento de flujos vehiculares, desde o hacia la faena minera Caserones, por cuanto todos los movimientos relacionados a viajes de trabajadores y transporte de insumos se encuentran dentro de lo aprobado por la RCA N° 13/2010. Lo anterior, en consideración a que durante la etapa de construcción el Proyecto consideró y considerará las mismas rutas aprobadas en el proyecto original. Por otro lado, las actividades de construcción y habilitación de los pozos de recuperación que se plantea regularizar en el presente Proyecto se ejecutaron en 2015 y 2017, durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones. De igual forma, las actividades proyectadas para la fase de construcción del presente Proyecto, asociadas al Nuevo Sistema de Conducción de Aguas Naturales en Quebrada Variante 2, se realizarán también durante la fase de operación de la Faena Minera Caserones.

Por su parte, la etapa de operación del Proyecto no demandará vehículos adicionales o mayor número de viajes para el transporte de productos o insumos. De acuerdo a los antecedentes de la sección 1.9.6.7 del Capítulo 1- “Descripción de Proyecto”, para el traslado de los 500 trabajadores que incrementará la faena, se requerirá un flujo mayor de buses (aproximadamente entre 500 y 1000 viajes adicionales); no obstante, el flujo vehicular total mensual promedio del año 2017 (6.409 viajes/mes) ha sido menor que el flujo vehicular total mensual promedio indicado en la RCA N° 013/2010 (7.631 viajes/mes) y el flujo máximo mensual registrado (8.653 viajes/mes) en el año 2017 también ha sido menor al flujo máximo mensual indicado en la RCA N° 013/2010 (8.697 viajes/mes), razón por la cual se estima que no se producirá un incremento respecto a los flujos totales aprobados en la RCA

N° 13/2010. Por último, se precisa que el presente Proyecto considera que el tránsito de vehículos se realizará mediante las mismas rutas de acceso aprobadas mediante RCA N° 013/2010.

En consideración a los antecedentes expuestos para este componente, no se establece un efecto sinérgico o acumulativo, que deba ser evaluado.

Finalmente, el “Proyecto Caserones” corresponde al único proyecto en operación, que se relaciona directamente con el presente Proyecto, en lo relativo a su ubicación, emisiones, efluentes y residuos, la extracción, explotación o uso de recursos naturales renovables autorizados ambientalmente; y para el cual el efecto sinérgico o acumulativo ha sido debidamente considerado en el levantamiento de la información de línea de Base de cada uno de sus componentes.

#### 4.4 Determinación del Área de Influencia de Impactos Significativos

Una vez evaluados los impactos del Proyecto sobre los elementos del medio ambiente, se define la sección del área de influencia donde se manifiestan los impactos significativos, correspondiente a la sección o superficie del AI en la que se presentan los efectos, características y/o circunstancias (ECC) del artículo 11 de la Ley, considerando lo establecido en la literal g) del artículo 18 del RSEIA, a saber:

*“...En base a la predicción y evaluación de los impactos ambientales del proyecto o actividad descritos en la letra f) anterior, se deberá indicar cuáles de dichos impactos generan los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley. En función de lo anterior, se deberá indicar justificadamente la sección o superficie del área de influencia en la que se generan dichos efectos, características o circunstancias”.*

El área de influencia del impacto significativo del presente Proyecto se restringe a la zona de confluencia del acuífero Ramadillas con el flujo subterráneo proveniente de la quebrada La Brea, que se estima en aproximadamente 1,2 km desde la confluencia La Brea-Ramadillas, que es donde se producen los procesos de mezcla y consecuente dilución del flujo pasante proveniente de la quebrada La Brea (en cuya subcuenca se emplaza el depósito de lamas y se generan las infiltraciones) con el flujo del acuífero Ramadillas proveniente de las zonas más altas de la cuenca. En la Figura 4-29 se presenta la extensión estimada del Área de Influencia del Impacto Significativo ICAST-1 “Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea”.

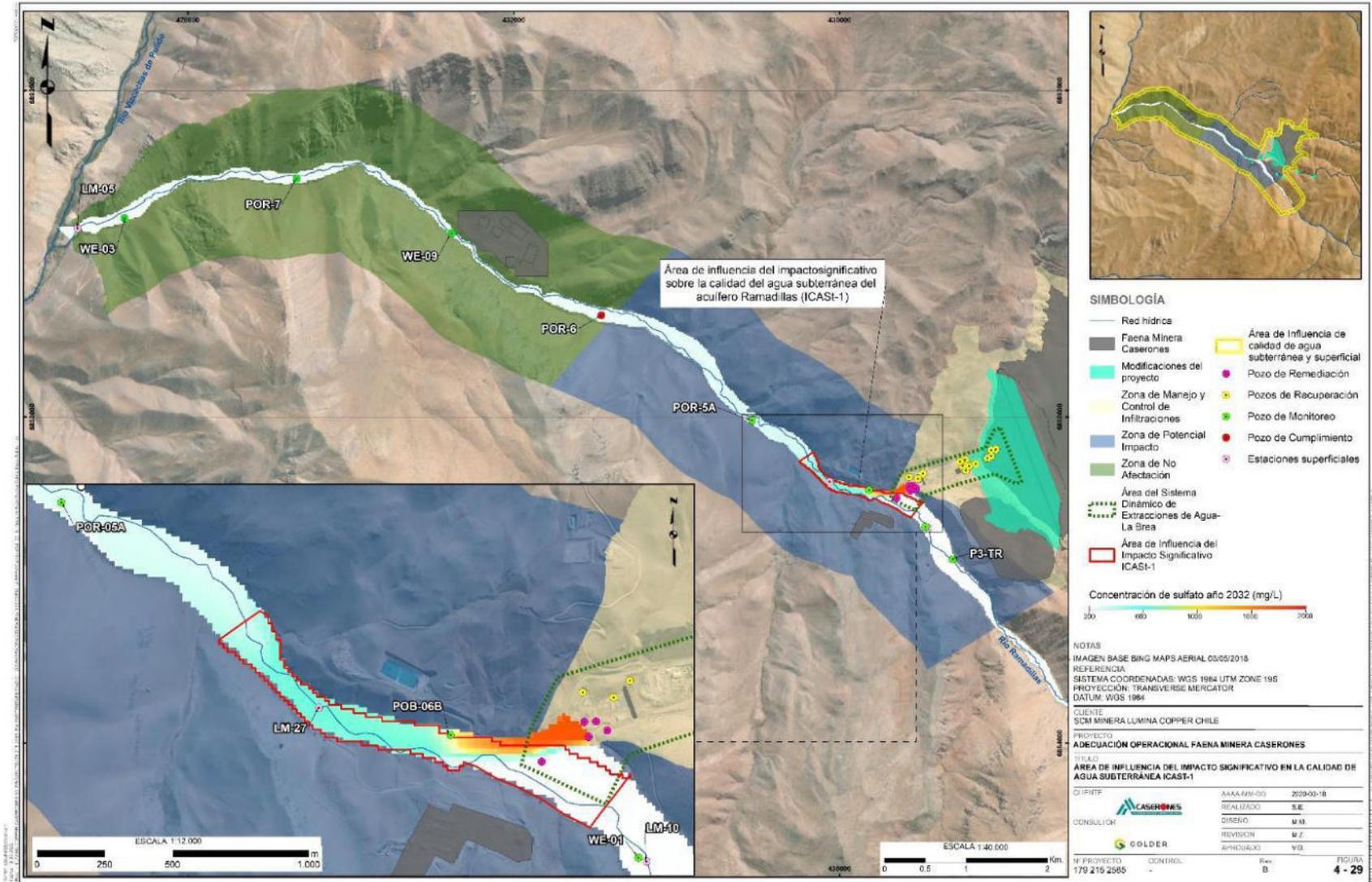


Figura 4-29: Área de Influencia del Impacto Significativo en Calidad de Agua Subterránea ICAST-1

## 4.5 Conclusiones

En base a la predicción y evaluación de impactos realizada en el presente Capítulo, se identificaron cinco (5) impactos negativos que el Proyecto podría generar.

**Tabla 4-32: Resumen de impactos ambientales negativos identificados y evaluados**

Componente	Código	Impacto ambiental
Calidad de agua subterránea	ICAsT-1	Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea.
	ICAsT-2	Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea.
	ICAsp-1	Alteración de la calidad del agua superficial del río Ramadillas por la interacción con el acuífero de Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea
Hidrogeología	IH-1	Alteración del flujo subterráneo pasante en el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con quebrada La Brea hasta la confluencia con Vizcachas del Pulido
Calidad de aire	ICA-1	Alteración temporal de calidad de aire por las emisiones de material particulado y gases

A partir del análisis de estos impactos en las áreas de influencia del Proyecto, se establece finalmente que solo uno de ellos corresponde a un impacto negativo de carácter significativo. Este es el impacto ICAsT-1: “Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero de la quebrada Ramadillas en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea”.

En consecuencia, y de acuerdo con lo señalado en el D.S. N°40/2012, que “Aprueba Reglamento del Sistema Evaluación de Impacto Ambiental”, en el Capítulo 7 del presente EIA, se describe y justifican las medidas que adoptará el Proyecto para minimizar el efecto ambiental adverso generado por el impacto significativo ICAsT-1, tanto en su fase de operación como cierre.



**[golder.com](http://golder.com)**

## **Capítulo 7 Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación**

### **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”**

SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE



# Índice

<b>7.0</b>	<b>PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN, REPARACIÓN Y COMPENSACIÓN.....</b>	<b>7-1</b>
7.1	Introducción.....	7-1
7.2	Antecedentes .....	7-2
7.3	Plan de Medidas de Mitigación Ambiental .....	7-6
7.3.1	Medida de Mitigación MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro .....	7-6
7.3.1.1	Antecedente general.....	7-6
7.3.1.2	Objetivo de la medida .....	7-6
7.3.1.3	Justificación .....	7-7
7.3.1.4	Caracterización .....	7-7
7.3.1.5	Indicador de Cumplimiento .....	7-14
7.3.1.6	Ficha Resumen de Medida de Mitigación MM-1 .....	7-16
7.3.2	Medida de Mitigación MM-2: Optimización del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea.....	7-22
7.3.2.1	Antecedente general.....	7-22
7.3.2.2	Objetivo de la medida .....	7-22
7.3.2.3	Justificación .....	7-22
7.3.2.4	Caracterización .....	7-23
7.3.2.5	Indicador de Cumplimiento .....	7-23
7.3.2.6	Ficha Resumen de Medida de Mitigación MM-2 .....	7-25

## TABLAS

Tabla 7-1: Impacto negativo significativo identificado .....	7-1
Tabla 7-2: Coordenadas de los Pozos de Remediación – Sistema de Control de Infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, incorporados en la RCA N° 13/2010 .....	7-9
Tabla 7-3: Coordenadas de Pozos de Recuperación – Sistema de Control de Infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, no incorporados en la RCA N°13/2010, que conforman la medida MM-1 .....	7-9
Tabla 7-4: Coordenadas de ubicación del “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea”..	7-11
Tabla 7-5: Coordenadas de los Pozos de Remediación – Sistema de Control de Infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, incorporados en la RCA N° 13/2010 .....	7-16
Tabla 7-6: Coordenadas de Pozos de Recuperación – Sistema de Control de Infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, no incorporados en RCA N°13/2010, que conforman la medida MM-1.....	7-17
Tabla 7-7: Coordenadas de ubicación del “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea”.	7-19
Tabla 7-8: Coordenadas de ubicación del “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea”.	7-26

## FIGURAS

Figura 7-1: Sistema control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea .....	7-5
Figura 7-2: Ubicación del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea y proyección de crecimiento del muro. ....	7-12
Figura 7-3: Ubicación del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea y proyección de crecimiento del muro. ....	7-20
Figura 7-4: Ubicación del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea y proyección de crecimiento del muro. ....	7-27

## ANEXOS

### ANEXO 7-A

#### ARCHIVOS KMZ POLÍGONOS DEL ÁREA PROPUESTA DEL “SISTEMA DINÁMICO DE EXTRACCIONES DE AGUA – LA BREA”

## 7.0 PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN, REPARACIÓN Y COMPENSACIÓN

### 7.1 Introducción

El presente capítulo contiene el Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación del Proyecto “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”, que describe las medidas que se adoptarán para hacerse cargo de los impactos ambientales significativos del Proyecto en sus distintas fases, conforme con lo señalado en el literal i) del artículo 18 del D.S. N° 40/12, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), el cual dispone que los EIA deben considerar: *“Un Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación que describirá y justificará las medidas que se adoptarán para eliminar, minimizar, reparar, restaurar o compensar los efectos ambientales adversos del proyecto o actividad descritos en la letra g) del presente artículo”*.

De acuerdo con lo establecido en el Título VI, Artículo 97 del RSEIA, *“el Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación Ambientales de un proyecto o actividad deberá contener, cuando proceda, uno o más de los siguientes planes:*

- a) **Plan de Medidas de Mitigación Ambiental:** *Que tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución. Se expresarán en un Plan de Medidas de Mitigación Ambiental que deberá considerar, al menos, una de las siguientes medidas:*
  - *Las que impidan o eviten completamente el efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes.*
  - *Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la extensión, magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.*
  - *Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo mediante medidas tecnológicas y/o de gestión consideradas en el diseño.*
- b) **Plan de Medidas de Reparación Ambiental:** *tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o elemento o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.*
- c) **Plan de Medidas de Compensación Ambiental:** *tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar. Dichas medidas incluirán, entre otras, la sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados por otros de similares características, clase, naturaleza, calidad y función.”*

De acuerdo con lo anterior, en el presente documento se describe el Plan de Medidas de Mitigación Ambiental que será implementado en el Proyecto, asociado al impacto negativo significativo identificado en el Capítulo 4 Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales del presente EIA, “Alteración de la calidad de agua subterránea desde Quebrada La Brea a Ramadillas”, en las fases de operación y cierre del Proyecto. En la Tabla 7-1 se presenta este impacto, indicando el componente ambiental que constituye el cuerpo receptor del impacto.

**Tabla 7-1: Impacto negativo significativo identificado**

Medio	Componente	Código	Impacto Ambiental	Fase
Físico	Calidad del Agua Subterránea	ICAST-1	Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea	Operación y Cierre

## 7.2 Antecedentes

De acuerdo con lo señalado anteriormente, el impacto significativo que se requiere mitigar en el presente Proyecto de “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones” es la “Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea”. Este impacto se origina en la etapa de operación del Proyecto Caserones, específicamente en la operación del Depósito de Lamas La Brea. Por ello, se presenta en esta sección un resumen de los principales antecedentes que resultan relevantes para entender el contexto en el que ocurre este impacto y las medidas de manejo que se presentan para su mitigación, conforme a lo señalado en el RSEIA.

### **Caso Base – RCA N°013/2010**

En enero de 2010, la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) Atacama calificó favorablemente el “Proyecto Caserones” mediante RCA N°013/2010. El Proyecto Caserones consideró un sistema de recuperación y recirculación de infiltraciones en la Quebrada La Brea, asociado al depósito de lamas, correspondiente a un conjunto de obras con el propósito de manejar las potenciales infiltraciones que pudiesen percolar hacia el sistema acuífero subyacente. Como se ha indicado en la descripción del “Caso Base” del Capítulo 1 – Descripción del Proyecto de este EIA, dentro de las medidas de control de infiltraciones aprobadas se consideró, aguas abajo del pie del muro del Depósito de Lamas La Brea, la construcción de una zanja cortafugas (ZCF), que permitiese interceptar las filtraciones que no hayan sido captadas por el sistema de drenes del muro del depósito. Las aguas captadas en la ZCF serían conducidas a una piscina ubicada al pie del muro, y desde allí serían bombeadas hasta la piscina de agua recuperada del área de procesos, para su reutilización. Aguas abajo de la ZCF, se dispondría de pozos que permitirían monitorear la existencia y calidad de las aguas subterráneas y, aguas abajo de estos, habría pozos con sistemas de bombeo, que actuarían como una segunda cortina de control de filtraciones, recirculándolas a la piscina.

### **Plan de Monitoreo Robusto - Calidad**

La RCA N°013/2010 fue aprobada por la COREMA Atacama con ciertas condiciones específicas, entre las cuales, solicitó la presentación de un Plan de Monitoreo Robusto (PMR) de las variables referidas a los recursos hídricos asociados al proyecto, para validación de la Dirección Regional de la DGA y de la Autoridad Ambiental. En mayo de 2016, mediante Ordinario N°302/2016, la Dirección Regional DGA Región Atacama dictó pronunciamiento conforme sobre la versión corregida y actualizada del PMR Parte Calidad y Cantidad presentado por MLCC, en el cual se absolvieron observaciones planteadas por dicha Dirección. Para mayor detalle, en el Capítulo 9 de este EIA, que contiene el Plan de Seguimiento Ambiental, se adjunta el PMR Calidad validado y se indican los cambios que el presente Proyecto propone sobre dicho documento.

En el PMR Calidad se precisaron los criterios para activar un Plan de Alerta Temprana (PAT) en caso de que se adviertan variaciones significativas en la composición de las aguas (Etapa AT Estado de Alerta) y los criterios que gatillan medidas de remediación para el control y remediación de una eventual alteración significativa de cuerpos receptores (Etapa REM Activación Plan de Remediación). En particular, respecto al PMR Calidad para Quebrada La Brea, asociado al Depósito de lamas, la activación del Plan de Remediación se lleva a cabo mediante el bombeo de las aguas subterráneas desde cinco pozos ubicados aguas abajo de la zanja cortafugas (ZCF), tal como fue conceptualizado en el proyecto original. Con relación a la activación del Plan de Remediación, según se indica en el PMR Calidad aprobado, *“La activación de los pozos de remediación tiene por objetivo extraer agua subterránea alterada proveniente desde el caudal pasante y del almacenamiento del acuífero en cada quebrada, por lo que la*

configuración de pozos será la que permita cumplir con este propósito al corto plazo extrayendo como máximo los caudales otorgados como derechos de aprovechamiento en cada pozo.” Los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) naturales, en el caso de la Quebrada La Brea, suman un caudal de 28 l/s<sup>1</sup>.

### **Operación del Depósito de Lamas La Brea y Desviaciones operacionales**

En junio de 2014, se inició la operación de la planta concentradora y la consecuente disposición de relaves finos en el Depósito de Lamas La Brea, con lo cual se inició también el proceso de infiltración de las aguas contactadas contenidas en los relaves almacenados.

La zanja cortafugas (ZCF) se ubica aguas abajo del Depósito de Lamas (aproximadamente 1 km aguas abajo del pie del muro), en el eje de Quebrada La Brea. Su operación comenzó en diciembre de 2014 y su objetivo fue interceptar las infiltraciones que pudiesen no ser captadas por el sistema de drenes basales. La ZCF consiste en una excavación compuesta de material drenante, cuyo talud posterior se encuentra cubierto por una barrera geosintética que mantienen las infiltraciones captadas al interior de la zanja, para posteriormente ser bombeadas hacia la Sentina N°1. Desde esta sentina, las infiltraciones son dirigidas a la piscina de aguas recuperadas.

Desde el inicio de la operación de la planta concentradora y de la disposición de relaves finos en el Depósito de Lamas La Brea, se presentaron desviaciones respecto a las predicciones realizadas en el proyecto original que recibió aprobación ambiental en la RCA N°013/2010. Como consecuencia de ello, se empezó a registrar un aumento en las concentraciones de sulfatos, en las aguas subterráneas de la Quebrada La Brea, aguas abajo del depósito, asociado también al incremento de valores de conductividad eléctrica (CE) y sólidos disueltos totales (SDT). El incremento de las concentraciones de estos parámetros está asociado con las infiltraciones de aguas de proceso desde el Depósito de Lamas La Brea que se presentaron en mayor magnitud a la esperada y prevista al inicio del proyecto. La alteración de la calidad de las aguas subterráneas por incremento de sulfato se registró en los pozos de alerta temprana ubicados en Quebrada La Brea (PoAT BRW-01 y PoAT BRW-02), que posteriormente gatillaron la activación del Plan de Remediación, con el inicio del bombeo en los cinco pozos de remediación conceptualizados en el proyecto original y definidos en el PMR Calidad.

No obstante, la operación del proyecto dio cuenta que la configuración de pozos establecida en el PMR Calidad no fue suficiente para contener el flujo de infiltraciones de aguas de proceso. Esta situación fue registrada en los pozos de monitoreo de eficiencia de remediación que se localizan como sigue: PBB-07 ubicado en Quebrada La Brea antes de la confluencia con el río Ramadillas, y POB-06B, ubicado en Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con la Quebrada La Brea (ver Figura 7-1).

### **Acciones de Control Implementadas por MLCC**

Ante esta situación no prevista, y debido a la necesidad de buscar las vías idóneas que permitieran proteger la calidad de los recursos hídricos aguas abajo de la Quebrada La Brea, MLCC implementó medidas adicionales a las establecidas en la evaluación ambiental inicial del proyecto y sus posteriores validaciones ambientales y sectoriales. Una de estas medidas fue el potenciamiento del sistema de control de infiltraciones, mediante la construcción de 14 pozos de bombeo adicionales para la recuperación de estas infiltraciones, ubicados aguas arriba de la zanja cortafugas en Quebrada La Brea, de tal manera de contener su flujo a través del sistema subterráneo. Dichos pozos se han denominado como “pozos de recuperación” y se han identificado bajo la

---

<sup>1</sup> El caudal de extracción de 28 L/s corresponde al caudal autorizado ambientalmente para el bombeo de los pozos de remediación de la Quebrada La Brea, según se especifica en el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos, que fue validado por la Comisión Regional de Atacama, mediante Resolución Exenta N°064 del 07 de marzo de 2014.

nomenclatura PRLB 1 al PRLB 14. De esta manera, el sistema de control de infiltraciones potenciado quedó conformado por el sistema de drenes basales del muro del Depósito de Lamas La Brea, la zanja cortafugas y los pozos de recuperación y remediación. En la Figura 7-1 se muestra la ubicación de los componentes que conforman el sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea. En el Capítulo 1 – Descripción de Proyecto del presente EIA, se describe con mayor detalle los componentes del sistema de control de infiltraciones potenciado (Sección 1.7.3).

La zanja cortafugas (ZCF) capturó flujos de infiltraciones y agua subterránea entre los años 2015 y 2017; sin embargo, a partir del segundo semestre del 2017 la ZCF no registra caudales, debido al descenso de niveles de agua subterránea en el sector producto del bombeo realizado en la Quebrada La Brea, principalmente por el bombeo de los pozos de recuperación.

La extracción desde el sistema de pozos de bombeo de recuperación y remediación ha generado una disminución del flujo pasante desde el sistema de flujo subterráneo de la Quebrada La Brea hacia el sistema de flujo subterráneo del Río Ramadillas. La disminución de este flujo pasante ha contribuido a la disminución de las concentraciones de sulfato en la zona de confluencia donde se mezclan los flujos subterráneos de las quebradas Ramadillas y La Brea (registradas en el pozo de eficiencia de remediación POB-06B). No obstante, las concentraciones registradas en el pozo POB-06B aún se mantienen por encima de las concentraciones registradas en el periodo de Línea de Base (LdB) o Pre-mina y del Umbral de Referencia Máximo (URM) determinado para la zona de confluencia del acuífero Ramadillas con el flujo subterráneo de Quebrada La Brea.

Bajo este contexto, según se describe en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto, uno de los objetivos del presente EIA es regularizar los 14 pozos de recuperación que no fueron considerados en el proyecto original. Además, se requiere mejorar en el tiempo la eficiencia de extracción de agua del sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, con la finalidad de lograr el objetivo de disminuir las concentraciones de sulfato en la zona de confluencia del acuífero Ramadillas con el flujo subterráneo de Quebrada La Brea, de manera que no se altere la calidad de agua en el acuífero de Ramadillas aguas abajo.

Cabe precisar que, con fecha 25 de octubre de 2019, MLCC ingresó a la Dirección General de Aguas (DGA) la Solicitud de puntos alternativos de captación de derechos de agua, conforme a los criterios establecidos en la Circular N°3 del 18 de octubre de 2018 de la DGA y el Artículo 46 del DS MOP N° 203/2018, que se ejercen en cinco (5) pozos: BRW-01, BRW-02, PBB-01, POB-08B y POB-07A, y que se ha solicitado para el total de puntos de captación construidos en Quebrada La Brea, incluyendo los 14 pozos de recuperación y la zanja cortafugas.

A continuación, en la sección 7.3 de este documento, se presenta el Plan de Mitigación Ambiental que describe las medidas implementadas del sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, incluyendo los 14 pozos de recuperación no considerados en el proyecto original y las nuevas modificaciones que se identifican como necesarias para mejorar la eficiencia del sistema, a fin de alcanzar los criterios de cumplimiento en el cuerpo receptor, que corresponde al acuífero de Ramadillas.

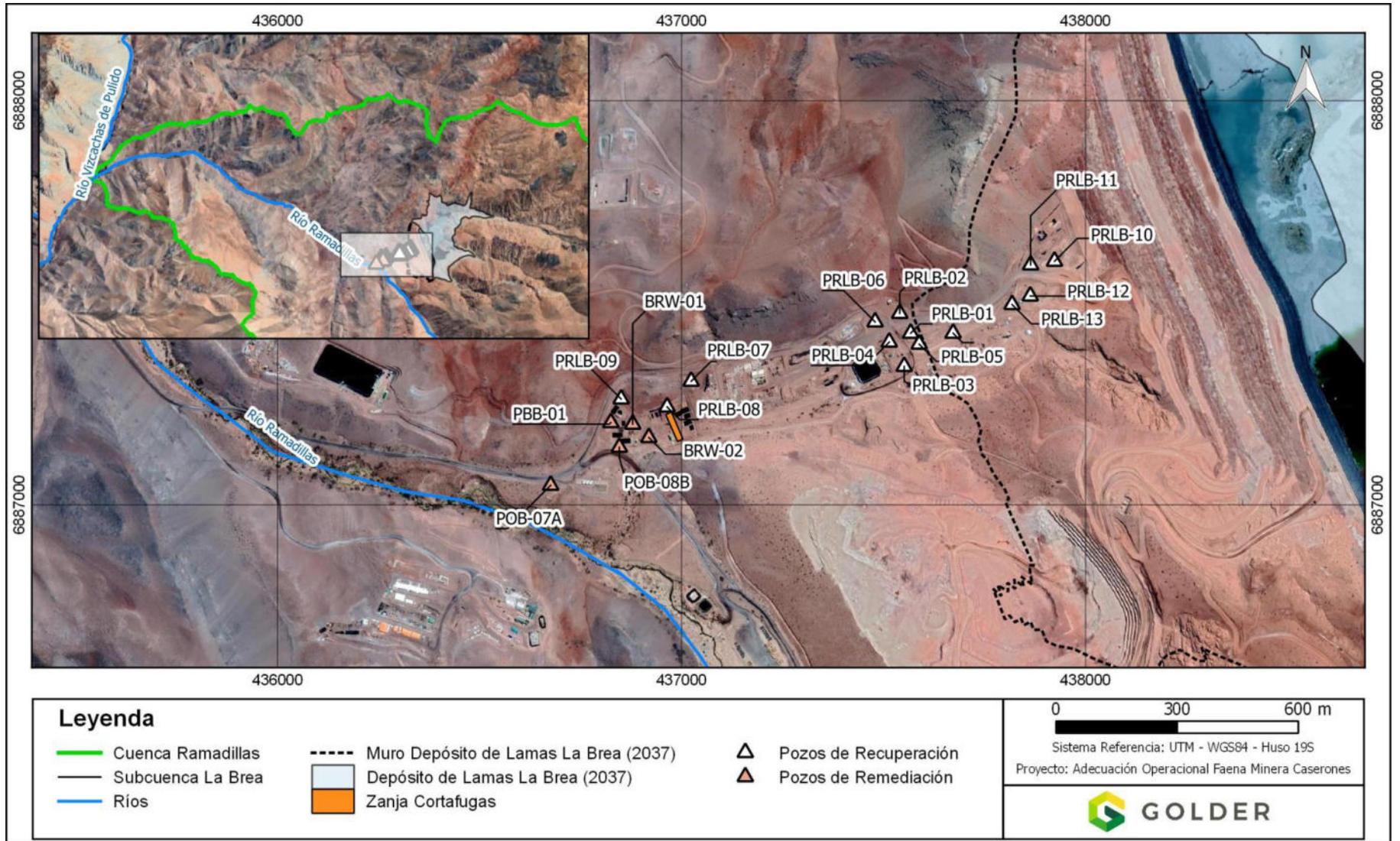


Figura 7-1: Sistema control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea

## 7.3 Plan de Medidas de Mitigación Ambiental

A continuación, se describen las medidas de mitigación ambiental que presenta el Proyecto, para disminuir los efectos adversos sobre la calidad del agua subterránea desde Quebrada La Brea a Ramadillas. Las medidas planteadas se clasifican como “medidas que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo mediante tecnologías y/o de gestión consideradas en el diseño”, precisado en el numeral c) del Artículo 98° del Reglamento del SEIA.

El Plan incluye dos medidas de mitigación:

- Medida de mitigación MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro.
- Medida de mitigación MM-2: Optimización del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea.

Como se describe a continuación, la medida MM-1 contempla mantener la operación de los 14 pozos de recuperación que actualmente forman parte del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea. Esta medida incluye el reemplazo en el futuro de cinco (5) pozos de recuperación que quedarán inhabilitados por el crecimiento del muro del depósito de lamas. Por su parte, la medida MM-2 pone énfasis en la optimización de la efectividad del sistema de control de infiltraciones potenciado en su conjunto, con el propósito de cumplir con los objetivos de mitigación en la zona de confluencia de aguas subterráneas entre las quebradas de Ramadillas y La Brea. Ambas medidas, MM-1 y MM-2, serán implementadas de manera complementaria para alcanzar los objetivos de mitigación ambiental.

### 7.3.1 Medida de Mitigación MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro

#### 7.3.1.1 Antecedente general

La medida de mitigación MM-1 contempla mantener la operación de los 14 pozos de recuperación cuya habilitación y funcionamiento potenció el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, con la finalidad de controlar las desviaciones que se presentaron respecto de las condiciones aprobadas ambientalmente desde el inicio de la operación del depósito de lamas. Esta medida de mitigación MM-1 considera también el reemplazo de cinco (5) pozos de recuperación que serán inhabilitados progresivamente debido al crecimiento previsto del muro del depósito de lamas. La regularización de los 14 pozos de recuperación y el crecimiento del muro del depósito de lamas forman parte de las obras y acciones que propone el presente proyecto (ver Capítulo 1 – Descripción del Proyecto).

#### 7.3.1.2 Objetivo de la medida

Esta medida está orientada a la mitigación del impacto ICAST-1 Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea.

El objetivo de la medida de mitigación MM-1 es operar el sistema de control de infiltraciones potenciado del depósito de lamas, con el que se ha incrementado la extracción de infiltraciones en la Quebrada La Brea, con la finalidad de disminuir las concentraciones en la pluma de sulfato que se presenta en el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia del flujo subterráneo de la Quebrada La Brea, y asegurar que no se alteren las condiciones basales de calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas.

### 7.3.1.3 Justificación

La implementación de la medida de mitigación MM-1 se justifica en los antecedentes expuestos en la sección 7.2 del presente Capítulo 7 y las predicciones contenidas en el Anexo 4-C ‘Modelo Hidrogeológico Numérico La Brea’, con las cuales se establece que se requiere interceptar y extraer las infiltraciones provenientes del Depósito de Lamas La Brea, que no son capturadas por el sistema de drenes basales del muro del depósito. .

Actualmente, la interceptación y extracción de las aguas que infiltran desde el Depósito de Lamas La Brea se realiza mediante el sistema de pozos de bombeo, según se describe a continuación:

- **Pozos de remediación:** Este subsistema se compone de 5 pozos de bombeo (BRW-01, BRW-02, POB-08B, PBB-01 y POB-07A) ubicados en el sector bajo de la Quebrada La Brea, aguas abajo de la zanja cortafugas (ZCF). Estos pozos fueron conceptualizados en el Proyecto Original aprobado por RCA N°13/2010 con el objetivo de extraer potenciales infiltraciones que se presentarían de manera eventual desde el depósito de lamas. Estas infiltraciones serían extraídas junto con el agua subterránea alterada proveniente desde el caudal pasante y del almacenamiento del acuífero de la quebrada, extrayendo como máximo los caudales de aguas naturales otorgados como derechos de aprovechamiento de aguas en cada pozo, según fue establecido en el Plan de Monitoreo Robusto – Calidad del año 2015 (aprobado por la Dirección General de Aguas Región Atacama en mayo de 2016). La operación de estos pozos se inició en diciembre 2014.
- **Pozos de recuperación:** Este subsistema se compone de 14 pozos de bombeo (denominados con códigos PRLB 1 a PRLB 14), ubicados aguas arriba de la zanja cortafugas (ZCF) y cuya función es interceptar las aguas infiltradas desde el depósito de Lamas, complementando el bombeo de los pozos de remediación. Seis (6) pozos de recuperación (PRLB 01 a PRLB 06) iniciaron el bombeo entre septiembre y octubre de 2015; tres (3) pozos (PRLB 07 a PRLB 09), en enero de 2016; y los últimos cinco (5) pozos (PRLB 10 a PRLB 14) iniciaron operación entre junio y septiembre de 2017. Estos 14 pozos no fueron contemplados en el Proyecto Original aprobado por la RCA N°13/2010, por lo que a través del presente Proyecto se regulariza su incorporación al sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, según se describe en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto.

En el futuro, producto del crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea (ver Capítulo 1 – Descripción del Proyecto), cinco (5) pozos de recuperación (PRLB 10 a PRLB 14) quedarán inhabilitados progresivamente durante la fase de operación del proyecto debido a que se localizan en la zona proyectada para la expansión del muro. De esta forma, la medida MM-1 incluye el reemplazo de cinco (5) pozos (PRLB 10 a PRLB 14), entre los años 2021 y 2035.

### 7.3.1.4 Caracterización

Como se ha indicado anteriormente, la medida MM-1 considera continuar la operación del actual sistema potenciado de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, el que está conformado por el sistema de

drenes basales del muro del depósito, la zanja cortafugas (ZCF), cinco (5) pozos de remediación situados aguas abajo de la ZCF y 14 pozos de recuperación construidos aguas arriba de la ZCF. A través del presente Proyecto, se propone regularizar la construcción y operación de los 14 pozos de recuperación, conforme se describe en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto.

El sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, se compone actualmente de lo siguiente:

- Drenes basales del muro del Depósito de Lamas La Brea: tienen como finalidad captar y conducir las filtraciones de agua bajo la presa hacia la piscina de filtraciones ubicada al pie del muro (Sentina 1). La estructura del sistema de drenes se compone de drenes laterales que tienen como función captar las aguas que se infiltran bajo el muro a través de las laderas y conducir las hasta el lecho de la quebrada; y drenes principales que se ubican en el fondo del valle y siguen el cauce principal de la Quebrada La Brea, los cuales conducen el agua que reciben de los drenes laterales además de las aguas naturales que escurren desde aguas arriba por el fondo de la quebrada hacia la piscina de filtraciones (Sentina 1), ubicada aguas abajo. Iniciaron su operación en junio del 2014 junto con la del depósito de lamas. En promedio, entre julio 2014 y diciembre 2015, se registró un caudal del orden de 25 L/s; para el año 2016 de 60 L/s; para el año 2017 de 45 L/s; y entre enero 2018 y febrero 2019 el promedio es de 14 L/s.
- Zanja cortafugas (ZCF): se ubica aguas abajo del Depósito de lamas (aproximadamente 1 km aguas abajo del pie del muro), en el eje de Quebrada La Brea, y su objetivo corresponde a interceptar las infiltraciones que pudiesen no ser captadas por el sistema de drenes basales. La ZCF consiste en una excavación compuesta de material drenante, cuyo talud posterior se encuentra cubierto por una barrera geosintética que mantiene las infiltraciones captadas al interior de la zanja, para posteriormente ser bombeadas hacia la Sentina N°1. Desde esta sentina, las infiltraciones son dirigidas a la piscina de aguas recuperadas. La ZCF comenzó a operar en diciembre del 2014, extrayendo infiltraciones iniciales del orden de 40 L/s, que disminuyeron gradualmente a valores de 20 y 10 L/s en el año 2016 y mediados 2017. Desde el segundo semestre del 2017 la ZCF no registra caudales, debido al descenso de los niveles del agua subterránea en el sector, lo cual se ha mantenido hasta la fecha de presentación de este EIA.
- Pozos de remediación (5 pozos de bombeo): Descritos en la sección 7.3.1.3, comenzaron a operar entre noviembre y diciembre 2014, con caudales que alcanzaron 45 L/s a diciembre de 2015. A partir de junio 2017 han mostrado una tendencia a reducir sus tasas de extracción llegando a rangos de 15 L/s (febrero 2019).
- Pozos de recuperación (14 pozos de bombeo que se regularizan con el presente Proyecto): Descritos en la sección 7.3.1.3, los primeros nueve (9) pozos (PRLB1 a PRLB9) iniciaron su operación entre septiembre de 2015 y enero 2016 y generaron un caudal de extracción del orden de 70 L/s. A partir de junio 2017, los caudales de recuperación en estos pozos se reducen, lo cual se asocia al comienzo del bombeo desde los cinco (5) pozos PRLB10 al PRLB14, entre junio y septiembre de 2017, que se sitúan más próximos al actual pie de muro del depósito de lamas (ver Figura 7-1). Con la entrada en operación de los pozos de recuperación PRLB10 a PRLB14, el caudal total bombeado por los pozos de recuperación aumentó a un promedio de 140 L/s.

El caudal total extraído desde el conjunto de sistemas implementados para el manejo de aguas infiltradas ha variado durante la operación de éstos, desde un promedio de 85 L/s durante los dos primeros años de operación del depósito de lamas (2014-2015), hasta un valor promedio de 223 L/s entre junio y noviembre 2017. Posteriormente, el promedio disminuyó a 111 L/s para el último semestre del año 2018 y durante el último mes de registro analizado para el presente EIA (febrero 2019), se presentó un caudal promedio de 133 L/s.

En la Tabla 7-2 y Tabla 7-3 se presentan las coordenadas de ubicación de los pozos de remediación y recuperación, respectivamente, que forman parte del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea.

**Tabla 7-2: Coordenadas de los Pozos de Remediación – Sistema de Control de Infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, incorporados en la RCA N° 13/2010**

Pozo (*)	Coordenadas UTM WGS 84, H19S		Fecha inicio de bombeo
	Este (m)	Norte (m)	
BRW-1	436.900	6.887.156	Nov-14
BRW-2	436.941	6.887.122	Dic-14
PBB-01	436.859	6.887.154	Dic-14
POB-8B	436.872	6.887.098	Dic-14
POB-07A	436.699	6.887.007	Nov-14

Fuente: Elaboración propia con base en Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad (2015) elaborado por MLCC.

**Tabla 7-3: Coordenadas de Pozos de Recuperación – Sistema de Control de Infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, no incorporados en la RCA N°13/2010, que conforman la medida MM-1**

Pozo (*)	Coordenadas UTM WGS 84, H19S		Fecha inicio de bombeo
	Este (m)	Norte (m)	
PRLB-01	437.567	6.887.425	Oct-15
PRLB-02	437.540	6.887.474	Oct-15
PRLB-03	437.551	6.887.343	Set-15
PRLB-04	437.514	6.887.403	Oct-15
PRLB-05	437.588	6.887.398	Oct-15
PRLB-06	437.479	6.887.453	Oct-15
PRLB-07	437.024	6.887.306	Ene-16
PRLB-08	436.964	6.887.243	Ene-16
PRLB-09	436.850	6.887.262	Ene-16
PRLB-10	437.923	6.887.603	Set-17
PRLB-11	437.864	6.887.594	Jun-17
PRLB-12	437.863	6.887.517	Jun-17

Pozo (*)	Coordenadas UTM WGS 84, H19S		Fecha inicio de bombeo
	Este (m)	Norte (m)	
PRLB-13	437.818	6.887.496	Jun-17
PRLB-14	437.672	6.887.425	Jun-17

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tal como se ha señalado anteriormente, el crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea, provocará que cinco (5) pozos de recuperación (PRLB 10 a PRLB 14) queden inhabilitados progresivamente durante la fase de operación del proyecto. Así, como parte de la medida MM-1, se considera reubicar progresivamente los puntos inhabilitados por el crecimiento del muro. La ubicación definitiva de los pozos de reemplazo se confirmará conforme se construyan y habiliten los pozos, de acuerdo con la información hidrogeológica más actualizada que se disponga al momento de requerir realizar el reemplazo de los pozos por el crecimiento del muro.

Cabe precisar que, la reubicación de alguno de los cinco (5) pozos inhabilitados (o todos) podría no ser ejecutada o ejecutada parcialmente. La decisión de no construir y poner en operación los pozos de reemplazo se justificaría técnicamente en base a que los datos medidos de sulfato y/o las futuras actualizaciones de los modelos hidrogeológicos obtengan resultados de concentración de sulfato más bajas en comparación con las predicciones aportadas por los modelos numéricos que se presentan en el presente EIA (Anexos del Capítulo 4 – Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales), lo cual podría alcanzarse gracias al dinamismo con el cual se operará el sistema de pozos de bombeo. Es decir, la decisión de no reemplazar total o parcialmente los cinco (5) pozos que quedarán inhabilitados con el proyecto debido al crecimiento del muro del depósito de lamas, podrá ser justificada durante la fase de operación de éste, en base a los siguientes antecedentes:

- 1) que las magnitudes de las concentraciones de sulfato y tendencias observadas en los pozos del Plan de Seguimiento Ambiental se mantengan igual o mejor que lo proyectado con el modelo hidrogeológico numérico (flujo y transporte);
- 2) que no se hayan activado alertas vinculadas al Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9) en la “Zona de Impacto” identificada en el Capítulo 4 – Predicción y Evaluación de Impactos, que comprende el acuífero de Ramadillas desde la zona de confluencia con la Quebrada La Brea, hasta la altura del pozo POR-06; y,
- 3) que las predicciones del modelo hidrogeológico numérico actualizado predigan iguales o mejores tendencias de concentración de sulfato que la versión predecesora del modelo numérico, en el escenario con proyecto, esto para los pozos de monitoreo existentes aguas abajo de la confluencia entre quebradas Ramadillas y La Brea.

Los pozos de reemplazo que se ejecuten se ubicarán dentro del polígono identificado como “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea”, se encuentran contenidas en la “Zona de Afectación” que se ha considerado en la Solicitud de puntos alternativos de captación de derechos de agua que MLCC ha presentado a la DGA en octubre de 2019, conforme a los criterios en la Circular N°3 del 18 de octubre de 2018 de la DGA y el Artículo 46 del DS MOP N° 203/2018.

Las coordenadas de los vértices de esta área se presentan en la Tabla 7-4. En la Figura 7-2 se muestra la ubicación del polígono y en el Anexo 7-A se incluye un archivo digital KMZ que representa estos antecedentes.

**Tabla 7-4: Coordenadas de ubicación del “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea”**

Vértices	Coordenada UTM (WGS-84)	
	Este	Norte
1	436.769	6.887.173
2	436.838	6.887.325
3	436.892	6.887.247
4	436.939	6.887.261
5	437.056	6.887.368
6	437.500	6.887.519
7	437.722	6.887.492
8	437.943	6.887.737
9	438.000	6.887.602
10	437.894	6.887.384
11	437.768	6.887.343
12	437.374	6.887.207
13	436.861	6.887.076
14	436.769	6.887.173

Fuente: Elaboración propia, 2020.

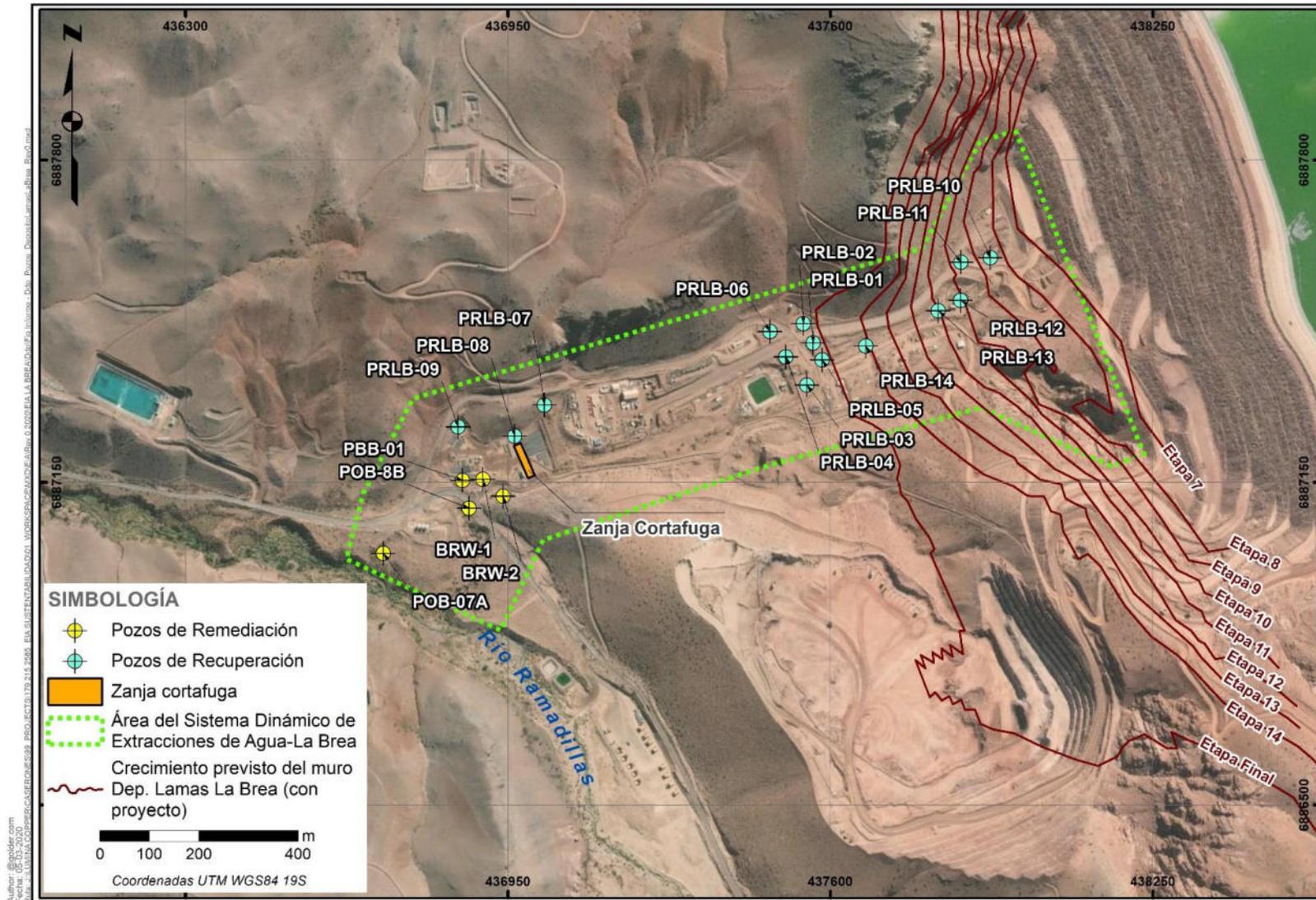


Figura 7-2: Ubicación del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea y proyección de crecimiento del muro.

Respecto a los derechos de aprovechamiento de agua (DAA), MLCC cuenta con la totalidad de los derechos sobre el caudal natural pasante desde la Quebrada La Brea y, de acuerdo con la evaluación ambiental del mismo Proyecto y sus antecedentes complementarios, la recarga natural de esta quebrada es de 13 l/s<sup>2</sup> (que ha sido estimada entre 2 y 15 L/s en el modelo hidrogeológico conceptual de quebrada La Brea, Anexo 4-B del Capítulo 4 del presente EIA) y los derechos aprobados<sup>3</sup> sectorialmente para operar los pozos de remediación corresponden a 28 l/s. Para asegurar la extracción de máximo 28 l/s de agua subterránea natural, cada año se efectúa un estudio isotópico en función del cual se establece un límite máximo de caudal a bombear para el conjunto de 19 pozos. Las campañas isotópicas en terreno se seguirán realizando cada año, según se detalla en el Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9 del presente EIA).

Como se ha señalado anteriormente, la medida MM-1 corresponde a la operación de las obras ya ejecutadas para el control de infiltraciones del depósito de lamas en la Quebrada La Brea, incluyendo los 14 pozos de recuperación cuya evaluación ambiental se regulariza en el presente proyecto. Además, con fecha 25 de octubre de 2019, MLCC ingresó a la Dirección General de Aguas (DGA) la Solicitud de puntos alternativos de captación de derechos de agua, conforme a los criterios en la Circular N°3 del 18 de octubre de 2018 de la DGA y el Artículo 46 del DS MOP N° 203/2018, que se ejercen en cinco (5) pozos: BRW-01, BRW-02, PBB-01, POB-08B y POB-07A, y que se ha solicitado para el total de puntos de captación construidos, incluyendo los 14 pozos de recuperación y la zanja cortafugas.

Con respecto al reemplazo de los cinco (5) pozos de recuperación que quedarán progresivamente inhabilitados por el crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea, MLCC gestionará oportunamente los permisos correspondientes que sean requeridos por la DGA. La forma y fecha en que se ejecutará este trámite depende del plan de crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea.

La medida MM-1 considera continuar con el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación durante toda la etapa de operación del proyecto. Se estima que las infiltraciones producto del drenaje de las lamas continuarán durante un periodo mayor a 10 años, posteriores al fin de operaciones de la faena, según el modelo de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea que se presenta en el Apéndice B del Anexo 4-B, Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada La Brea, del Capítulo 4 Evaluación de Impactos. El presente Proyecto considera mantener operativo el sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean definidos en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.

Como parte de la operación de la medida MM-1, se considera llevar a cabo las siguientes acciones:

- **Mantenimiento de los pozos de remediación y recuperación:** Una vez por año, se realizará una inspección del funcionamiento operativo de los pozos con sus respectivos sistemas de bombeo. Se generará un informe de cada inspección, en el cual se incluirán las series históricas de caudal de extracción de agua de cada pozo de bombeo. En base a las conclusiones de este informe, se identificará si es necesario realizar acciones como la rehabilitación (redesarrollo) de aquellos pozos en que sea necesario implementar este procedimiento, el

<sup>2</sup> Los Estudios Hidrogeológicos Complementarios validados por la Comisión de Evaluación de la Región de Atacama, previo informe favorable de la DGA, estiman un caudal natural pasante en la Quebrada La Brea de 13,3 l/s. En efecto, en el Informe "Estudios Hidrogeológicos Complementarios Control de Infiltraciones Depósitos de Lamas Quebrada La Brea. Rev. A", a propósito del modelo numérico, en su sección 6, se especifica expresamente que el caudal natural pasante estimado mediante Darcy es de 13, 3 l/s

<sup>3</sup> MLCC cuenta con 28 L/s de derechos de agua en el sector de La Brea, otorgados por la DGA mediante las Resoluciones Exenta N°444 y N°445, ambas del 2014. El caudal de extracción de 28 l/s, además de corresponder a los DAA autorizados, corresponde al caudal autorizado ambientalmente para el bombeo de los pozos de remediación de la Quebrada La Brea, según se especifica en el Plan de Monitoreo Robusto de Recursos Hídricos, que fue validado por la Comisión de Evaluación del Región de Atacama mediante la Resolución Exenta N°064 de 07 de marzo de 2014.

mantenimiento o reemplazo de los sistemas de bombeo o cualquier otra actividad orientada a asegurar, de manera preventiva, el correcto funcionamiento del sistema de pozos de bombeo.

- **Actualización del modelo hidrogeológico numérico de flujo y transporte de Quebrada La Brea y quebrada Ramadillas:** La actualización del modelo hidrogeológico numérico se realizará incorporando información actualizada de monitoreo en el sitio durante la fase de operación. Lo anterior, permitirá revalidar el modelo numérico a partir de la comparación de variables observadas y simuladas, entre ellos los niveles y concentraciones en la calidad de agua. Se actualizará también las series de caudales efectivamente bombeados en el tiempo en cada pozo. Con todo lo anterior, se revalidará la simulación en los escenarios “con proyecto” para la etapa de operación, recalibrándose si fuera necesario (de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA). Como parte del proceso de actualización del modelo numérico, se verificarán las tendencias de las concentraciones de sulfato en el acuífero de Ramadillas, en la zona de confluencia con Quebrada La Brea y aguas abajo de ésta.

Durante la fase de cierre, el presente Proyecto considera mantener operativo un sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean definidos en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.

### 7.3.1.5 *Indicador de Cumplimiento*

Respecto del reemplazo progresivo de los cinco (5) pozos de recuperación que se requerirá reubicar por el crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea, el indicador de cumplimiento es el siguiente:

- Verificación de la ejecución de los bombeos en los nuevos pozos de reemplazo, mediante registro y reporte de los caudales y volúmenes extraídos en los pozos de bombeo que se mantengan vigentes durante la operación del sistema de control de infiltraciones, mediante el Sistema de Control de Extracciones de la Dirección General de Agua (DGA).

Conforme se detalla en la sección 7.3.1.4, el reemplazo de los pozos ubicados en el área de crecimiento del muro podría no ejecutarse o ejecutarse de manera parcial, dependiendo de los resultados de concentración de sulfato que se registren en la zona de confluencia del acuífero de la quebrada Ramadillas con el flujo subterráneo proveniente de la Quebrada La Brea.

Respecto del cumplimiento de la mitigación del impacto en la alteración de la calidad de agua subterránea en el acuífero de Ramadillas, el indicador de cumplimiento es el siguiente:

- **Concentración de sulfatos:** Se llevará un registro y reporte de las concentraciones de sulfato medida en un conjunto de pozos localizados aguas abajo de la confluencia de las quebradas La Brea y Ramadillas. Las características del seguimiento de la concentración de sulfato (estaciones, frecuencia, metodología, etc.) se presenta en el Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9 del EIA). Se considera que se logrará dar cumplimiento al indicador de la medida MM-1 cuando las concentraciones de sulfato medidas en los transectos de seguimiento indiquen que se mantiene una tendencia por debajo de los umbrales de referencia definidos para las respectivas transectas de seguimiento (ver Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad - Anexo 9-D del Capítulo 9 Plan de Seguimiento Ambiental del presente EIA). Estos umbrales han sido definidos para asegurar que no se alteren las condiciones basales de calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia

entre las quebradas La Brea y Ramadillas. Para lograr el cumplimiento de este indicador, se considera la implementación de las medidas de mitigación MM-1 y MM-2 de manera complementaria (la descripción de la medida MM-2 se presenta en la Sección 7.3.2).

### 7.3.1.6 Ficha Resumen de Medida de Mitigación MM-1

Ficha 7.1: Ficha Resumen de Medida de Mitigación MM-1

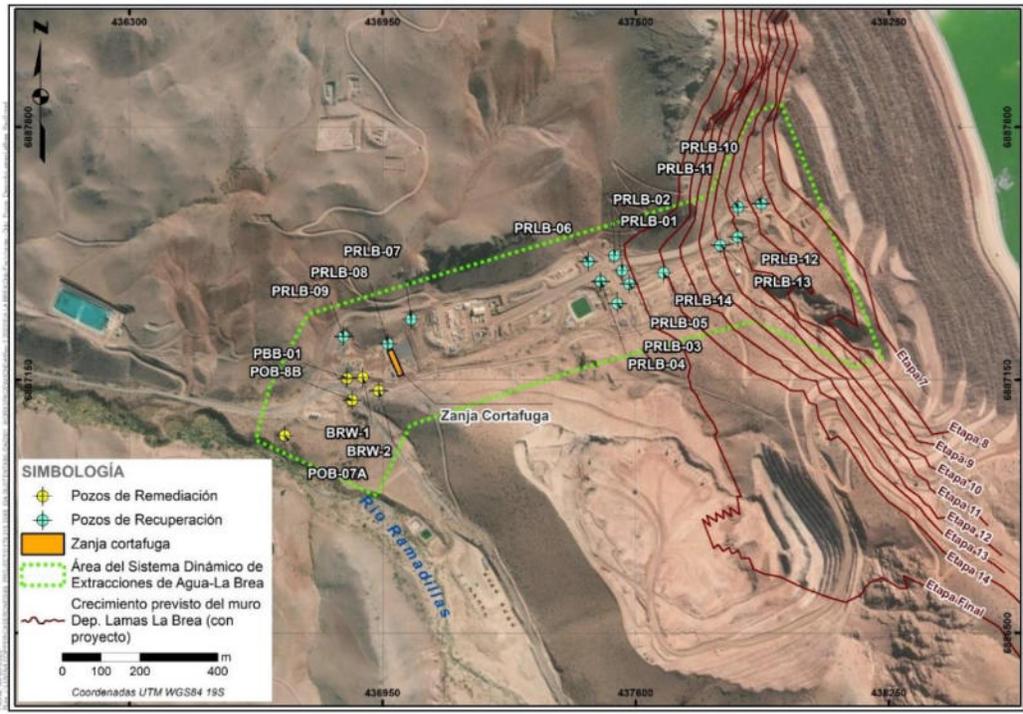
<b>Nombre de la Medida</b>	<b>MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro</b>																				
<b>Componente</b>	Calidad del Agua Subterránea																				
<b>Fase del Proyecto</b>	Operación y cierre																				
<b>Impacto ambiental asociado</b>	ICAsT-1: Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea																				
<b>Tipo de medida</b>	Mitigación																				
<b>Objetivo de la medida</b>	El objetivo de la medida de mitigación MM-1 es operar el sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, con el que se ha incrementado la extracción de infiltraciones en la Quebrada La Brea, con la finalidad de disminuir las concentraciones en la pluma de sulfato que se presenta en el acuífero de Ramadillas y asegurar que no se altere la calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas.																				
<b>Descripción de la medida</b>	<p>La medida MM-1 considera continuar la operación del actual sistema potenciado de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea, el que está conformado por el sistema de drenes basales del muro del depósito, la zanja cortafugas (ZCF), cinco (5) pozos de remediación situados aguas abajo de la ZCF y 14 pozos de recuperación construidos aguas arriba de la ZCF. A través del presente Proyecto, se propone regularizar la construcción y operación de los 14 pozos de recuperación, conforme se describe en el Capítulo 1 – Descripción del Proyecto.</p> <p>En la Tabla 7-5 y Tabla 7-6 se presentan las coordenadas de ubicación de los pozos de remediación y recuperación, respectivamente, que forman parte del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea.</p> <p><b>Tabla 7-5: Coordenadas de los Pozos de Remediación – Sistema de Control de Infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, incorporados en la RCA N° 13/2010</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pozo (*)</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84, H19S</th> <th rowspan="2">Fecha inicio de bombeo</th> </tr> <tr> <th>Este (m)</th> <th>Norte (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BRW-1</td> <td>436.900</td> <td>6.887.156</td> <td>Nov-14</td> </tr> <tr> <td>BRW-2</td> <td>436.941</td> <td>6.887.122</td> <td>Dic-14</td> </tr> <tr> <td>PBB-01</td> <td>436.859</td> <td>6.887.154</td> <td>Dic-14</td> </tr> </tbody> </table>			Pozo (*)	Coordenadas UTM WGS 84, H19S		Fecha inicio de bombeo	Este (m)	Norte (m)	BRW-1	436.900	6.887.156	Nov-14	BRW-2	436.941	6.887.122	Dic-14	PBB-01	436.859	6.887.154	Dic-14
Pozo (*)	Coordenadas UTM WGS 84, H19S		Fecha inicio de bombeo																		
	Este (m)	Norte (m)																			
BRW-1	436.900	6.887.156	Nov-14																		
BRW-2	436.941	6.887.122	Dic-14																		
PBB-01	436.859	6.887.154	Dic-14																		

Nombre de la Medida	MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro			
	POB-8B	436.872	6.887.098	Dic-14
	POB-07A	436.699	6.887.007	Nov-14
Fuente: Elaboración propia con base en Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad (2015) elaborado por MLCC.				
<b>Tabla 7-6: Coordenadas de Pozos de Recuperación – Sistema de Control de Infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, no incorporados en RCA N°13/2010, que conforman la medida MM-1</b>				
	Coordenadas UTM WGS 84, H19S		Fecha inicio de bombeo	
	Pozo (*)	Este (m)	Norte (m)	
	PRLB-01	437.567	6.887.425	Oct-15
	PRLB-02	437.540	6.887.474	Oct-15
	PRLB-03	437.551	6.887.343	Set-15
	PRLB-04	437.514	6.887.403	Oct-15
	PRLB-05	437.588	6.887.398	Oct-15
	PRLB-06	437.479	6.887.453	Oct-15
	PRLB-07	437.024	6.887.306	Ene-16
	PRLB-08	436.964	6.887.243	Ene-16
	PRLB-09	436.850	6.887.262	Ene-16
	PRLB-10	437.923	6.887.603	Set-17
	PRLB-11	437.864	6.887.594	Jun-17
	PRLB-12	437.863	6.887.517	Jun-17
	PRLB-13	437.818	6.887.496	Jun-17
	PRLB-14	437.672	6.887.425	Jun-17
Fuente: Elaboración propia, 2020.				
La medida MM-1 considera también el reemplazo de cinco (5) pozos de recuperación que serán inhabilitados progresivamente con el crecimiento del muro del depósito de lamas que se ejecutará como parte del presente proyecto. La ubicación definitiva de los pozos de reemplazo se confirmará conforme se construyan y habiliten los pozos, de acuerdo con la información hidrogeológica más actualizada que se disponga al momento de requerir realizar el reemplazo de los pozos por el crecimiento del muro.				

Nombre de la Medida	MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro
	<p>Cabe precisar que, la reubicación de alguno de los cinco (5) pozos inhabilitados (o todos) podría no ser ejecutada o ejecutada parcialmente. Esta no construcción de pozos de reemplazo se justificaría técnicamente en base a que los datos medidos de sulfato y/o las futuras actualizaciones de los modelos hidrogeológicos obtengan resultados de concentración de sulfato más bajas en comparación con las predicciones aportadas por el modelo numérico (con la última actualización disponible). Es decir, la decisión de no reemplazar total o parcialmente los 5 pozos que quedarán inhabilitados con el proyecto (crecimiento del muro del depósito de lamas), podrá ser justificada durante la fase de operación de éste, en base a los siguientes antecedentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) que las magnitudes de las concentraciones de sulfato y tendencias observadas en los pozos del Plan de Seguimiento Ambiental se mantengan igual o mejor que lo proyectado con el modelo hidrogeológico numérico (flujo y transporte);</li> <li>2) que no se hayan activado alertas vinculadas al Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9 del EIA) para el sector aguas abajo del Depósito de Lamas La Brea; y</li> <li>3) que las predicciones del modelo hidrogeológico numérico actualizado predigan iguales o mejores tendencias de concentración de sulfato que la versión predecesora del modelo numérico, en el escenario con proyecto.</li> </ol> <p>Como parte de la operación de la medida MM-1, se considera llevar a cabo las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <u>Mantenimiento de los pozos de remediación y recuperación:</u> Una vez por año, se realizará una inspección del funcionamiento operativo de los pozos con sus respectivos sistemas de bombeo. Se generará un informe de cada inspección, en el cual se incluirán las series históricas de caudal de extracción de agua de cada pozo de bombeo. En base a las conclusiones de este informe, se identificará si es necesario realizar acciones como la rehabilitación (redesarrollo) de aquellos pozos en que sea necesario implementar este procedimiento, el mantenimiento o reemplazo de los sistemas de bombeo o cualquier otra actividad orientada a asegurar, de manera preventiva, el correcto funcionamiento del sistema de pozos de bombeo.</li> <li>■ <u>Actualización del modelo hidrogeológico numérico de flujo y transporte de Quebrada La Brea y quebrada Ramadillas:</u> La actualización del modelo se realizará incorporando información actualizada de monitoreo en el sitio durante la fase de operación. Lo anterior, permitirá revalidar el modelo numérico a partir de la comparación de variables observadas y simuladas, entre ellos los niveles y concentraciones en la calidad de agua. Se actualizará también las series de caudales efectivamente bombeados en el tiempo en cada pozo. Con todo lo anterior, se revalidará la simulación en los escenarios “con proyecto” para la etapa de operación, recalibrándose si fuera necesario (de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA). Como parte del proceso de actualización del modelo numérico, se verificarán las tendencias de las concentraciones de sulfato en el acuífero de Ramadillas, en la zona de confluencia con Quebrada La Brea y aguas abajo de ésta.</li> </ul>

<b>Nombre de la Medida</b>	<b>MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro</b>																																															
<b>Justificación de la medida</b>	<p>Se requiere continuar la extracción de las infiltraciones provenientes del Depósito de Lamas La Brea, las que no son capturadas íntegramente por el sistema de drenes basales del muro del depósito e ingresan al sistema de flujo subterráneo de la quebrada La Brea. Las infiltraciones presentan altas concentraciones de sulfato que tienen el potencial de alterar la calidad del agua subterránea del acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con el flujo subterráneo de quebrada La Brea. Este potencial impacto ha sido calificado como Significativo en el tramo del acuífero correspondiente a la zona de confluencia La Brea-Ramadillas (ICAsT-1 en el Capítulo 4 – Predicción y Evaluación de Impactos).</p>																																															
<b>Lugar de implementación de la medida</b>	<p>Quebrada La Brea, aguas abajo del Depósito de Lamas La Brea, dentro del polígono identificado como “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea (ver Tabla 7-7 y Figura 7-3).</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 7-7: Coordenadas de ubicación del “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea”</b></p> <table border="1" data-bbox="386 856 1464 1486"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Vértices</th> <th colspan="2">Coordenada UTM (WGS-84)</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>436.769</td><td>6.887.173</td></tr> <tr><td>2</td><td>436.838</td><td>6.887.325</td></tr> <tr><td>3</td><td>436.892</td><td>6.887.247</td></tr> <tr><td>4</td><td>436.939</td><td>6.887.261</td></tr> <tr><td>5</td><td>437.056</td><td>6.887.368</td></tr> <tr><td>6</td><td>437.500</td><td>6.887.519</td></tr> <tr><td>7</td><td>437.722</td><td>6.887.492</td></tr> <tr><td>8</td><td>437.943</td><td>6.887.737</td></tr> <tr><td>9</td><td>438.000</td><td>6.887.602</td></tr> <tr><td>10</td><td>437.894</td><td>6.887.384</td></tr> <tr><td>11</td><td>437.768</td><td>6.887.343</td></tr> <tr><td>12</td><td>437.374</td><td>6.887.207</td></tr> <tr><td>13</td><td>436.861</td><td>6.887.076</td></tr> <tr><td>14</td><td>436.769</td><td>6.887.173</td></tr> </tbody> </table>	Vértices	Coordenada UTM (WGS-84)		Este	Norte	1	436.769	6.887.173	2	436.838	6.887.325	3	436.892	6.887.247	4	436.939	6.887.261	5	437.056	6.887.368	6	437.500	6.887.519	7	437.722	6.887.492	8	437.943	6.887.737	9	438.000	6.887.602	10	437.894	6.887.384	11	437.768	6.887.343	12	437.374	6.887.207	13	436.861	6.887.076	14	436.769	6.887.173
Vértices	Coordenada UTM (WGS-84)																																															
	Este	Norte																																														
1	436.769	6.887.173																																														
2	436.838	6.887.325																																														
3	436.892	6.887.247																																														
4	436.939	6.887.261																																														
5	437.056	6.887.368																																														
6	437.500	6.887.519																																														
7	437.722	6.887.492																																														
8	437.943	6.887.737																																														
9	438.000	6.887.602																																														
10	437.894	6.887.384																																														
11	437.768	6.887.343																																														
12	437.374	6.887.207																																														
13	436.861	6.887.076																																														
14	436.769	6.887.173																																														

**Nombre de la Medida** MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro



**Figura 7-3: Ubicación del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea y proyección de crecimiento del muro.**

**Forma y oportunidad de implementación**

Forma: operación del sistema de control de infiltraciones, específicamente mediante bombeo en los pozos de recuperación y remediación.

Oportunidad: Durante la fase de operación, las extracciones por bombeo se realizarán en forma permanente. El reemplazo de los cinco (5) pozos que serán deshabilitados por el crecimiento del muro se realizará progresivamente, conforme al avance del programa de crecimiento.

La implementación progresiva de la MM-1 y MM-2 (medida complementaria que se describe en este documento), permitirá confirmar la necesidad de efectuar el reemplazo parcial o total de los pozos ubicados en el área de crecimiento del muro, en función de los resultados de concentración de sulfato que se registren en la zona de confluencia del acuífero de la quebrada Ramadillas con el flujo subterráneo proveniente de la Quebrada La Brea.

Durante la fase de cierre, el presente Proyecto considera mantener operativo un sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean definidos en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será

<b>Nombre de la Medida</b>	<b>MM-1: Operación de pozos de recuperación que potenciaron el sistema de control de infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea y reemplazo de pozos por crecimiento del muro</b>
	<p>confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.</p>
<b>Indicador de cumplimiento</b>	<p>Respecto del reemplazo progresivo de los cinco (5) pozos de recuperación que se requerirá reubicar por el crecimiento del muro del Depósito de Lamas La Brea, el indicador de cumplimiento es la verificación de la ejecución de los bombeos en los nuevos pozos de reemplazo, mediante registro y reporte de los caudales y volúmenes extraídos en los pozos de bombeo que se mantengan vigentes durante la operación del sistema de control de infiltraciones, mediante el Sistema de Control de Extracciones de la Dirección General de Agua (DGA). El reemplazo de los pozos ubicados en el área de crecimiento del muro podría no ejecutarse o ejecutarse de manera parcial, dependiendo de los resultados de concentración de sulfato que se registren en la zona de confluencia del acuífero de la quebrada Ramadillas con el flujo subterráneo proveniente de la Quebrada La Brea.</p> <p>Respecto del cumplimiento de la mitigación del impacto en la alteración de la calidad de agua subterránea en el acuífero de Ramadillas, el indicador de cumplimiento es el registro y reporte de las concentraciones de sulfato medida en un conjunto de pozos localizados aguas abajo de la confluencia de las quebradas La Brea y Ramadillas. Las características del seguimiento de la concentración de sulfato (estaciones, frecuencia, metodología, etc.) se presentan en el Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9 del EIA). Se considera que se logrará dar cumplimiento al indicador de la medida MM-1 cuando las concentraciones de sulfato medidas en los transectos de seguimiento indiquen que se mantiene una tendencia por debajo de los umbrales de referencia definidos para las respectivas transectas de seguimiento (ver Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad - Anexo 9-D del Capítulo 9 Plan de Seguimiento Ambiental del presente EIA). Estos umbrales han sido definidos para asegurar que no se alteren las condiciones basales de calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas. Para lograr el cumplimiento de este indicador, se considera la implementación de las medidas de mitigación MM-1 y MM-2 de manera complementaria (la descripción de la medida MM-2 se presenta en la Ficha Resumen de la medida MM-2).</p>

## 7.3.2 Medida de Mitigación MM-2: Optimización del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea

### 7.3.2.1 Antecedente general

La medida de mitigación MM-2 busca optimizar la eficiencia de extracción de agua en los pozos de bombeo que forman parte del sistema de control de infiltraciones potenciado, a partir del reemplazo de un número entre dos (2) y cinco (5) pozos de recuperación o remediación, dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea. El reemplazo de los pozos se hará sobre aquellos que presentan menor rendimiento de bombeo, ejecutándose durante los dos primeros años de operación del presente proyecto. La medida MM-2 considera que el número total de pozos de recuperación y remediación operativos en Quebrada La Brea no será mayor a 19. Por otra parte, el número total de pozos operativos podría ser menor a 19, en el caso de que se verifique una eficiencia de extracción que permita alcanzar los criterios de cumplimiento que se indican en este capítulo.

### 7.3.2.2 Objetivo de la medida

Esta medida está orientada a la mitigación del impacto ICAST-1 Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea.

El objetivo de la medida de mitigación MM-2 es optimizar el sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, incrementando la extracción de infiltraciones en la Quebrada La Brea, con la finalidad de disminuir las concentraciones en la pluma de sulfato que se presenta en el acuífero de Ramadillas aguas abajo de la confluencia el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea, y asegurar que no se altere la calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas.

### 7.3.2.3 Justificación

La implementación de la medida MM-2 se justifica a partir de los antecedentes reportados en el informe del Modelo Hidrogeológico Numérico Quebrada Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 Predicción y Evaluación de Impactos), donde los resultados indican la necesidad de extracción de caudales adicionales a los que se extrae desde los pozos de remediación y recuperación que conforman la medida de mitigación anterior (MM-1), para lograr el objetivo de la mitigación del impacto ICAST-1 Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea.

Las extracciones simuladas en el Escenario 2 (Esc 2) y Escenario 3 (Esc 3) del modelo numérico de quebrada Ramadillas asumen la condición más conservadora para las infiltraciones del depósito de lamas, a partir de las estimaciones del estudio “Estimación de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea” (Arcadis, 2020), que se presenta como Apéndice B del informe del Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada La Brea (Anexo 4-E del Capítulo 4 Predicción y Evaluación de Impactos).

En el Esc 2, la concentración de sulfato en ciertos pozos del sistema de control de infiltraciones potenciado se ve reducida inicialmente en los primeros años de operación del presente proyecto, sin embargo, luego volvería a presentarse un incremento de las concentraciones hasta concentraciones cercanas a los umbrales de alerta máximos (UAM) definidos en el Plan de Seguimiento (Capítulo 9 del presente EIA). Esto indica que la sola ejecución de MM-1 no es suficiente para alcanzar el objetivo de mitigación para asegurar que la calidad del agua en el acuífero de Ramadillas no sea alterada a partir del punto representado por el pozo POR-06 y hacia aguas abajo de este, por lo tanto, sería necesaria la implementación de una medida de mitigación adicional a la cual se denomina MM-2.

Con el Esc 3, que simula la optimización del sistema de control de infiltraciones mediante el aumento de las extracciones en 20 L/s en total, se observa que las concentraciones de sulfato en el acuífero de Ramadillas se mantendrán por debajo de los umbrales definidos en el Plan de Seguimiento Ambiental (Cap. 9 del presente EIA)

e incluso alcanzarían concentraciones más bajas a los umbrales, dentro de los rangos registrados en la línea base del periodo Pre-operacional.

La medida MM-2, que es adicional y complementaria a la medida MM-1, considera que el reemplazo entre dos (2) y cinco (5) pozos de recuperación o remediación permitirá incrementar los caudales de extracción entre 8 a 10 l/s, con lo cual se considera lograr el cumplimiento de los umbrales definidos para las transectas de seguimiento (ver Cap. 9 del presente EIA) y asegurar que las concentraciones de sulfato en el acuífero de Ramadillas, en la transecta correspondiente al pozo POR-06, se mantendrá por debajo del umbral de referencia máximo de cumplimiento (URMc) definido para dicha transecta y los demás pozos de seguimiento existentes aguas abajo, resguardándose la no afectación del acuífero de Ramadillas hacia aguas abajo.

En el caso que se presente una condición de contingencia, que alcance algún umbral de alerta definido en las distintas transectas de seguimiento definidas el Capítulo 9, Plan de Seguimiento, se contempla la ejecución de medidas o acciones de contingencia adicionales para resguardar el cumplimiento de las concentraciones por debajo de los umbrales definidos, las que son detalladas en el Anexo 9-D del Capítulo 9.

### 7.3.2.4 Caracterización

La medida MM-2 corresponde al reemplazo entre dos (2) y cinco (5) pozos de remediación o recuperación del sistema de control de infiltraciones en Quebrada La Brea, por nuevos pozos donde se prevea una mayor eficiencia para la extracción de infiltraciones. El reemplazo de pozos se llevará a cabo dentro del polígono definido como Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea. Los pozos que serán reemplazados se seleccionarán de aquellos que hayan presentado menores caudales de extracción de agua por bombeo, en comparación al resto de pozos de recuperación y remediación existentes.

Los resultados obtenidos a partir de la modelación de los Escenarios 2 y 3 que se reportan en el informe del modelo hidrogeológico numérico de Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA), permite concluir la efectividad proyectada de la medida MM-2 y su suficiencia para alcanzar los objetivos de no afectación aguas abajo del pozo POR-06.

La ubicación específica de los pozos de reemplazo al interior del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea se definirá luego de culminada la fase de estudios para la habilitación de los pozos, en función del mayor conocimiento que se tenga disponible en ese momento de las características hidrogeológicas de Quebrada La Brea. El reemplazo de los pozos se ejecutará durante los dos (2) primeros años de operación del presente proyecto, luego de obtenida la aprobación ambiental mediante RCA. Las fechas específicas dependerán también de los estudios para habilitación de los pozos.

La definición de los sectores donde se construirán los pozos de reemplazo, dependerá de la información hidrogeológica más actualizada con la que se cuente al momento de ejecutar la medida.

### 7.3.2.5 Indicador de Cumplimiento

Respecto del reemplazo de los dos (2) a cinco (5) pozos de recuperación o remediación que se propone para la optimización del sistema de pozos de bombeo que forman parte del sistema de control de infiltraciones del depósito de lamas, los indicadores de cumplimiento son:

- Verificación de la construcción de entre dos (2) y cinco (5) pozos, en reemplazo de pozos de recuperación o remediación existentes, que reporten menor eficiencia de extracción de agua. Para este propósito, al término del segundo año de operación del Proyecto se entregará un informe a la autoridad competente (SMA y DGA), con el registro de los antecedentes que permitan constatar la ejecución de los estudios y la construcción de los respectivos pozos.

- Verificación de la ejecución de los bombeos en los nuevos pozos de reemplazo, mediante registro y reporte de los caudales extraídos en los pozos de bombeo que se mantengan vigentes durante la operación del sistema de control de infiltraciones, mediante el Sistema de Control de Extracciones de la Dirección General de Agua (DGA).

Respecto del cumplimiento de la mitigación del impacto en la alteración de la calidad de agua subterránea en el acuífero de Ramadillas, el indicador de cumplimiento es el siguiente:

- Concentración de sulfato: Se llevará un registro y reporte de las concentraciones de sulfato medida en un conjunto de pozos localizados aguas abajo de la confluencia de las quebradas La Brea y Ramadillas. Las características del seguimiento de la concentración de sulfato (estaciones, frecuencia, metodología, etc.) se presenta en el Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9 del EIA). Se considera que se dará cumplimiento al indicador de la medida MM-2 cuando las concentraciones de sulfato medidas en los transectos de seguimiento indican que se mantiene una tendencia por debajo de los umbrales de referencia definidos para las respectivos transectas de seguimiento (ver Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad - Anexo 9-D del Capítulo 9 Plan de Seguimiento Ambiental del presente EIA). Estos umbrales han sido definidos para asegurar que no se alteren las condiciones basales de calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas. Para lograr el cumplimiento de este indicador, se considera la implementación de las medidas de mitigación MM-1 y MM-2 de manera complementaria (la descripción de la medida MM-1 se presenta en la Sección 7.3.1).

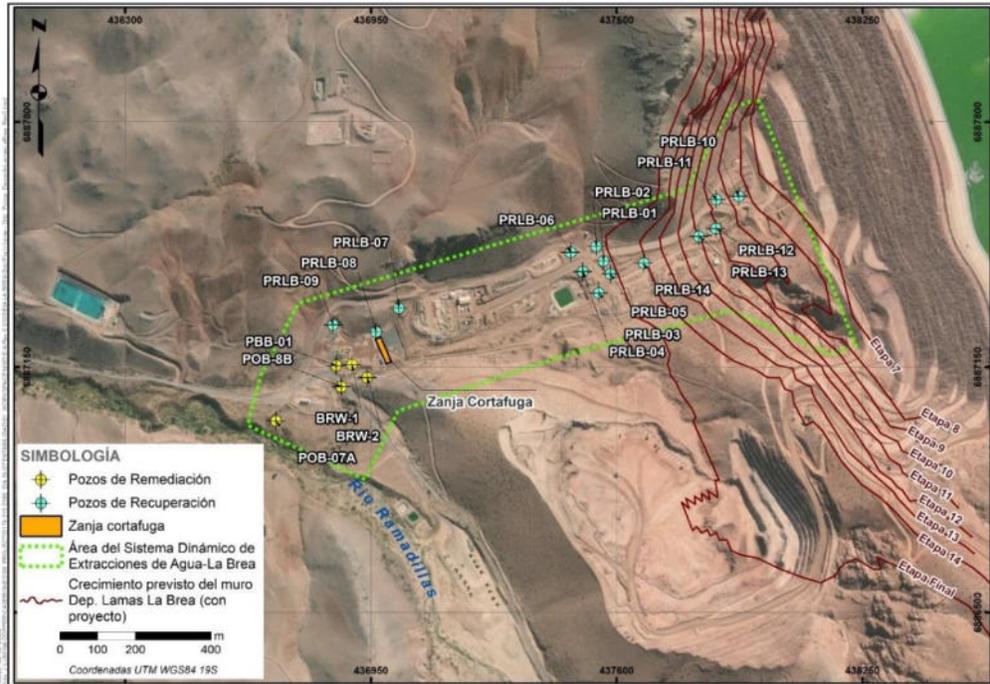
### 7.3.2.6 Ficha Resumen de Medida de Mitigación MM-2

Ficha 7.2: Ficha Resumen de Medida de Mitigación MM-2

<b>Nombre de la Medida</b>	<b>MM-2: Optimización del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea</b>
<b>Componente</b>	Calidad del Agua Subterránea
<b>Fase del Proyecto</b>	Operación y cierre
<b>Impacto ambiental asociado</b>	ICAST-1: Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea
<b>Tipo de medida</b>	Mitigación
<b>Objetivo de la medida</b>	El objetivo de la medida de mitigación MM-2 es optimizar el sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea, incrementando la extracción de infiltraciones en la Quebrada La Brea, con la finalidad de disminuir las concentraciones en la pluma de sulfato que se presenta en el acuífero de Ramadillas y asegurar que no se altere la calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas.
<b>Descripción de la medida</b>	<p>La medida MM-2 corresponde al reemplazo de entre dos (2) y cinco (5) pozos de remediación o recuperación del sistema de control de infiltraciones en Quebrada La Brea. Los pozos que serán reemplazados se seleccionarán de aquellos que hayan presentado menores caudales de extracción de agua por bombeo, en comparación al resto de pozos de recuperación y remediación existentes, y se reemplazarán en ubicaciones donde se prevea una mayor eficiencia para la extracción de infiltraciones. El reemplazo de pozos se llevará a cabo dentro del polígono definido como Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea presentado en la Ficha Resumen de la medida MM-1.</p> <p>La ubicación específica de los pozos de reemplazo al interior del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea se definirá luego de culminada la fase de estudios para la habilitación de los pozos, en función del mayor conocimiento que se tenga disponible en ese momento de las características hidrogeológicas de Quebrada La Brea.</p> <p>El reemplazo de los pozos se ejecutará durante los dos (2) primeros años de operación del presente proyecto, luego de obtenida la aprobación ambiental mediante RCA. Las fechas específicas dependerán también de los estudios para habilitación de los pozos.</p> <p>La definición de los sectores donde se construirán los pozos de reemplazo, dependerá de la información hidrogeológica más actualizada con la que se cuente al momento de ejecutar la medida.</p>

Nombre de la Medida	MM-2: Optimización del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea																																															
<b>Justificación de la medida</b>	<p>La implementación de la medida MM-2 se justifica a partir de los antecedentes reportados en el informe del Modelo Hidrogeológico Numérico Quebrada Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 Predicción y Evaluación de Impactos), donde los resultados indican la necesidad de extracción de caudales adicionales a los actuales desde los pozos de remediación y recuperación contemplados en la medida MM-1, para lograr el objetivo de la mitigación del impacto ICAsT-1 Alteración de la calidad de agua subterránea del acuífero Ramadillas, en la zona de confluencia con el flujo subterráneo de la Quebrada La Brea.</p> <p>La medida MM-2 considera que el reemplazo entre dos (2) y cinco (5) pozos de recuperación o remediación permitirá incrementar los caudales de extracción entre 8 a 10 l/s, con lo cual se logrará dar cumplimiento a los umbrales definidos para las transectas de seguimiento que se proponen en el Capítulo 9 – Plan de Seguimiento Ambiental y asegurar que las concentraciones de sulfato en la transecta correspondiente al pozo POR-06, se mantendrá por debajo del umbral de referencia máximo de cumplimiento (URMc) definido para resguardar la no afectación del acuífero de Ramadillas hacia aguas abajo de esta transecta.</p>																																															
<b>Lugar de implementación de la medida</b>	<p>Quebrada La Brea, aguas abajo del Depósito de Lamas La Brea, dentro del polígono identificado como “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea (ver Tabla 7-8 y Figura 7-4).</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 7-8: Coordenadas de ubicación del “Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea”</b></p> <table border="1" data-bbox="391 1142 1466 1875"> <thead> <tr> <th data-bbox="391 1142 659 1234" rowspan="2">Vértices</th> <th colspan="2" data-bbox="659 1142 1466 1188">Coordenada UTM (WGS-84)</th> </tr> <tr> <th data-bbox="659 1188 1008 1234">Este</th> <th data-bbox="1008 1188 1466 1234">Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td data-bbox="391 1234 659 1281">1</td><td data-bbox="659 1234 1008 1281">436.769</td><td data-bbox="1008 1234 1466 1281">6.887.173</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1281 659 1327">2</td><td data-bbox="659 1281 1008 1327">436.838</td><td data-bbox="1008 1281 1466 1327">6.887.325</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1327 659 1373">3</td><td data-bbox="659 1327 1008 1373">436.892</td><td data-bbox="1008 1327 1466 1373">6.887.247</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1373 659 1419">4</td><td data-bbox="659 1373 1008 1419">436.939</td><td data-bbox="1008 1373 1466 1419">6.887.261</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1419 659 1465">5</td><td data-bbox="659 1419 1008 1465">437.056</td><td data-bbox="1008 1419 1466 1465">6.887.368</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1465 659 1512">6</td><td data-bbox="659 1465 1008 1512">437.500</td><td data-bbox="1008 1465 1466 1512">6.887.519</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1512 659 1558">7</td><td data-bbox="659 1512 1008 1558">437.722</td><td data-bbox="1008 1512 1466 1558">6.887.492</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1558 659 1604">8</td><td data-bbox="659 1558 1008 1604">437.943</td><td data-bbox="1008 1558 1466 1604">6.887.737</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1604 659 1650">9</td><td data-bbox="659 1604 1008 1650">438.000</td><td data-bbox="1008 1604 1466 1650">6.887.602</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1650 659 1696">10</td><td data-bbox="659 1650 1008 1696">437.894</td><td data-bbox="1008 1650 1466 1696">6.887.384</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1696 659 1743">11</td><td data-bbox="659 1696 1008 1743">437.768</td><td data-bbox="1008 1696 1466 1743">6.887.343</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1743 659 1789">12</td><td data-bbox="659 1743 1008 1789">437.374</td><td data-bbox="1008 1743 1466 1789">6.887.207</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1789 659 1835">13</td><td data-bbox="659 1789 1008 1835">436.861</td><td data-bbox="1008 1789 1466 1835">6.887.076</td></tr> <tr><td data-bbox="391 1835 659 1875">14</td><td data-bbox="659 1835 1008 1875">436.769</td><td data-bbox="1008 1835 1466 1875">6.887.173</td></tr> </tbody> </table>	Vértices	Coordenada UTM (WGS-84)		Este	Norte	1	436.769	6.887.173	2	436.838	6.887.325	3	436.892	6.887.247	4	436.939	6.887.261	5	437.056	6.887.368	6	437.500	6.887.519	7	437.722	6.887.492	8	437.943	6.887.737	9	438.000	6.887.602	10	437.894	6.887.384	11	437.768	6.887.343	12	437.374	6.887.207	13	436.861	6.887.076	14	436.769	6.887.173
Vértices	Coordenada UTM (WGS-84)																																															
	Este	Norte																																														
1	436.769	6.887.173																																														
2	436.838	6.887.325																																														
3	436.892	6.887.247																																														
4	436.939	6.887.261																																														
5	437.056	6.887.368																																														
6	437.500	6.887.519																																														
7	437.722	6.887.492																																														
8	437.943	6.887.737																																														
9	438.000	6.887.602																																														
10	437.894	6.887.384																																														
11	437.768	6.887.343																																														
12	437.374	6.887.207																																														
13	436.861	6.887.076																																														
14	436.769	6.887.173																																														

**Nombre de la Medida** MM-2: Optimización del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea



**Figura 7-4: Ubicación del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea y proyección de crecimiento del muro.**

**Forma y oportunidad de implementación**

Forma: Construcción y reemplazo de entre dos (2) y cinco (5) pozos de bombeo de recuperación o remediación, dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracción de Agua – La Brea. La operación de los nuevos pozos de reemplazo se realizará en conjunto con el resto de pozos de recuperación y remediación que forman parte del sistema de control infiltraciones en quebrada La Brea.

Oportunidad: Durante la fase de operación, en los dos (2) primeros años luego de obtenida la aprobación ambiental mediante RCA.

Durante la fase de cierre, el presente Proyecto considera mantener operativo un sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean definidos en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.

Nombre de la Medida	MM-2: Optimización del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea
Indicador de cumplimiento	<p>Respecto del reemplazo de los dos (2) a cinco (5) pozos de recuperación o remediación que se propone para la optimización del sistema de pozos de bombeo que forman parte del sistema de control de infiltraciones del depósito de lamas, los indicadores de cumplimiento son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verificación de la construcción de entre dos (2) y cinco (5) pozos, en reemplazo de pozos de recuperación o remediación existentes, que reporten menor eficiencia de extracción de agua. Para este propósito, al término del segundo año de operación del Proyecto se entregará un informe a la autoridad competente (SMA y DGA), con el registro de los antecedentes que permitan constatar la ejecución de los estudios y la construcción de los respectivos pozos.</li> <li>■ Verificación de la ejecución de los bombeos en los nuevos pozos de reemplazo, mediante registro y reporte de los caudales extraídos en los pozos de bombeo que se mantengan vigentes durante la operación del sistema de control de infiltraciones, mediante el Sistema de Control de Extracciones de la Dirección General de Agua (DGA).</li> </ul> <p>Respecto del cumplimiento de la mitigación del impacto en la alteración de la calidad de agua subterránea en el acuífero de Ramadillas, el indicador de cumplimiento es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <u>Concentración de sulfato:</u> Se llevará un registro y reporte de las concentraciones de sulfato medida en un conjunto de pozos localizados aguas abajo de la confluencia de las quebradas La Brea y Ramadillas. Las características del seguimiento de la concentración de sulfato (estaciones, frecuencia, metodología, etc.) se presenta en el Plan de Seguimiento Ambiental (Capítulo 9 del EIA). Se considera que se dará cumplimiento al indicador de la medida MM-2 cuando las concentraciones de sulfato medidas en los transectos de seguimiento indican que se mantiene una tendencia por debajo de los umbrales de referencia definidos para las respectivos transectas de seguimiento (ver Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del Recurso Hídrico – Calidad - Anexo 9-D del Capítulo 9 Plan de Seguimiento Ambiental del presente EIA). Estos umbrales han sido definidos para asegurar que no se alteren las condiciones basales de calidad del agua subterránea a partir del pozo POR-06, ubicado aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas. Para lograr el cumplimiento de este indicador, se considera la implementación de las medidas de mitigación MM-1 y MM-2 de manera complementaria (la descripción de la medida MM-1 se presenta en la Ficha Resumen de la medida MM-1).</li> </ul>



**[golder.com](http://golder.com)**

**ANEXO 9-D**  
**Actualización del Plan de Monitoreo Robusto del**  
**Recurso Hídrico – Calidad**  
**Cuencas La Brea y Ramadillas**

SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE



# Índice

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>1</b>
<b>3.0</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>2</b>
<b>4.0</b>	<b>PMR CALIDAD - QUEBRADAS LA BREA BAJA Y RAMADILLAS – ASOCIADO AL DEPÓSITO DE LAMAS</b> .....	<b>3</b>
4.1	Zonas de Seguimiento Ambiental y Objetivos de Control .....	3
4.2	Red de Monitoreo.....	4
4.3	Parámetros de Monitoreo.....	8
4.4	Frecuencia de Monitoreo .....	9
4.5	Duración de Monitoreo .....	9
4.6	Método de Medición .....	10
4.7	Umbrales de Cumplimiento y Alerta .....	10
4.7.1	Umbrales para Zona de No Afectación.....	11
4.7.2	Umbrales de Alerta para Zona de Seguimiento del Impacto.....	13
4.8	Criterios y Acciones de la Alerta Temprana y Alerta de Contingencia .....	16
4.8.1	Hito de inicio del PMR y de la aplicación de alertas .....	16
4.8.2	Criterios y acciones de alerta temprana .....	16
4.8.3	Criterios y acciones de contingencia .....	19
4.8.4	Medidas de contingencia .....	19
4.9	Reportes a la Autoridad .....	22
<b>5.0</b>	<b>PMR CALIDAD - QUEBRADA LA BREA ALTA – ASOCIADO AL DEPOSITO DE LASTRE</b> .....	<b>23</b>
5.1	Red de Monitoreo.....	24
5.2	Parámetros de Monitoreo.....	26
5.3	Frecuencia del Monitoreo.....	26
5.4	Duración de Monitoreo .....	27
5.5	Método de Medición .....	28
5.6	Umbrales de Alerta Temprana y Referencia Máxima.....	28
5.7	Criterios y Acciones de la Alerta Temprana y Alerta de Remediación .....	30

5.8	Reportes a la Autoridad .....	31
-----	-------------------------------	----

## TABLAS

Tabla 1: Red de seguimiento de calidad de aguas sector La Brea Baja y Ramadillas – Asociado al Depósito de Lamas La Brea.....	7
Tabla 2: Parámetros de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea.....	8
Tabla 3: Frecuencias de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea.....	9
Tabla 4: Duración del seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea, según fase del proyecto.....	9
Tabla 5: Descripción general del procedimiento o método de medición para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea.....	10
Tabla 6: Umbrales de Referencia Máxima de cumplimiento (URMc) para el pozo POR-06. ....	12
Tabla 7: Umbral de Alerta Máxima (UAM) y Umbral de Alerta Temprana (UAT) estimados para sulfato en la Zona de Seguimiento del Impacto. ....	14
Tabla 8: Red de seguimiento de calidad de aguas sector La Brea Alta – Asociado al Depósito de Lastre .....	25
Tabla 9: Parámetros de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre. ....	26
Tabla 10: Frecuencias de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre. ....	26
Tabla 11: Duración del seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre, según fase del proyecto.....	27
Tabla 12: Descripción general del procedimiento o método de medición para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre .....	28
Tabla 13: Umbrales de Alerta Temprana y de Referencia Máximos en quebrada La Brea Alta .....	29

## FIGURAS

Figura 1: Sección del modelo numérico La Brea en POB-06B (vista desde aguas arriba de la sección), donde se proyecta la transecta 1. ....	15
Figura 2: Flujograma con criterios de activación y acciones de alerta para PMR Calidad - La Brea Baja y Ramadillas - asociado a Depósito de Lamas.....	18
Figura 3: Estaciones de Monitoreo de Calidad – aguas abajo del Depósito de Lastre .....	24

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El presente documento actualiza el Plan de Monitoreo Robusto parte Calidad (PMR Calidad) para la quebrada La Brea. La actualización tiene por objetivo ajustar el PMR Calidad existente<sup>1</sup> a las adecuaciones que incorpora el proyecto propuesto en el presente EIA.

Las modificaciones propuestas se refieren a lo siguiente:

- PMR Calidad para el sector La Brea Baja, asociado a las modificaciones del presente Proyecto sobre el Depósito de Lamas La Brea y su sistema de control de infiltraciones.
- PMR Calidad para el sector Ramadillas, con el objetivo de incluir a la red de monitoreo nuevos pozos asociados al Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) del proyecto.
- PMR Calidad para el sector La Brea Alta, asociado al monitoreo del Depósito de Lastre, en virtud de ciertas acciones expresamente establecidas en el Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento Refundido (en adelante, PdC) que ha presentado MLCC ante la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), con fecha 26 de noviembre de 2019, en el marco del proceso administrativo sancionatorio D-018-2019.

## 2.0 ANTECEDENTES

El “PMR Calidad 2015” consiste en un plan de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en el entorno del proyecto Caserones formulado con el objetivo de identificar de manera temprana cualquier desviación en las condiciones proyectadas y materializar de manera efectiva medidas de control y mitigación. La información generada se utiliza para activar un Plan de Alerta Temprana (PAT) en caso de que se adviertan variaciones significativas en la composición de las aguas (Etapa AT Estado de Alerta). Este PAT contempla acciones de monitoreo adicional e investigación del origen del evento. Si las desviaciones alcanzan umbrales predeterminados denominados Umbrales de Referencia Máxima (URM) se gatillan medidas de remediación para el control y remediación de una eventual alteración significativa de cuerpos hídricos receptores (Etapa REM Activación Plan de Remediación).

Los antecedentes relacionados a la autorización del PMR actualmente vigente se expresan en el numeral 9.2 del Capítulo 9, Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales Relevantes, del presente EIA.

Respecto a la actualización de la parte del PMR asociado al Depósito de Lamas, esta se basa en la condición de activación permanente de la Etapa de Remediación (Etapa REM) en la quebrada La Brea debido a mayores infiltraciones en comparación a las proyectadas originalmente en el EIA del Proyecto Caserones (RCA N° 013/2010). Además de la activación de los 5 pozos de remediación que consideraba el PMR, gatilló la construcción de 14 pozos de bombeo adicionales para la recuperación de las infiltraciones, con lo cual se potenció el sistema de control de infiltraciones del depósito de lamas en la quebrada La Brea, totalizando 19 pozos de remediación y/o recuperación de aguas infiltradas.

De esta manera, se estima que la Etapa REM en la quebrada La Brea, asociada al depósito de lamas, permanecerá activada de manera permanente durante toda la fase de operación de la Faena Minera Caserones, con la finalidad

---

<sup>1</sup> Aprobado mediante Oficio Ordinario N°302/2016 de la DGA Región Atacama.

de alcanzar y mantener las concentraciones de sulfato por debajo de los umbrales definidos, objetivo que se propone en el presente capítulo para el seguimiento de esta variable ambiental relevante.

La sección del PMR vinculado al Depósito de Lastre se actualiza en consideración a la acción N° 2 (ID 2) del Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento (PdC), asociada al cargo N° 1 del proceso sancionatorio, estableciendo el compromiso de MLCC para el “Reforzamiento del PMR Calidad, asociado al Depósito de Lastre, mediante el ingreso en el SEIA y la obtención de la RCA respectiva”. Con el objeto de reforzar el PMR Calidad (2015), se amplía los puntos y parámetros de seguimiento para la activación de acciones y manejo asociados al Depósito de Lastre.

Antecedentes adicionales que justifican la actualización del PMR asociado al Depósito de Lamas y Depósito de Lastre se presentan en el Capítulo 9 del presente EIA.

### 3.0 OBJETIVO

El presente documento expone la versión actualizada de la sección Quebrada La Brea para el Depósito de Lamas y Depósito de Lastre del PMR Calidad aprobado por la Autoridad, detallando los aspectos del plan de seguimiento ambiental de la variable calidad de aguas en torno al proyecto Caserones.

En lo específico, se presenta el seguimiento correspondiente de los sectores de quebrada La Brea Alta, quebrada La Brea Baja y se incorpora la quebrada Ramadillas, según se describe en el presente documento.

## 4.0 PMR CALIDAD - QUEBRADAS LA BREA BAJA Y RAMADILLAS – ASOCIADO AL DEPÓSITO DE LAMAS

### 4.1 Zonas de Seguimiento Ambiental y Objetivos de Control

Se definen zonas de seguimiento ambiental de acuerdo con objetivos específicos de control. Las zonas y objetivos se han definido en coherencia con los antecedentes de Línea de Base (Capítulo 3) y la Predicción y Evaluación de Impacto Ambiental (Capítulo 4).

**Zona I – Zona de Manejo y Control de Infiltraciones Depósito de Lamas La Brea:** Ubicada en la subzona La Brea Baja. Esta zona se localiza aguas abajo del muro del depósito de lamas, donde se realiza el manejo y recuperación de aguas en los drenes del muro y, aguas abajo, se ejecutan labores de monitoreo y contención de infiltraciones provenientes del depósito de lamas a través del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea.

**Zona II – Zona de Seguimiento del Impacto:** Comprende la zona de confluencia del acuífero de Ramadillas con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea, hasta aproximadamente 4,5 km aguas abajo de la confluencia de ambas quebradas (ver plano en Anexo 9-E), incluyendo el sector donde se produce la mezcla de ambos flujos hasta su mezcla completa. En esta zona se verifica la efectividad de las medidas de control ejecutadas en la Zona I. Incluye monitoreos en puntos próximos a los pozos de bombeo, situados desde la confluencia entre ambas quebradas y aguas abajo en quebrada Ramadillas, aportando información para el control de la efectividad del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea.

**Zona III – Zona de No Afectación.** Parte baja de la cuenca río Ramadillas hasta aguas arriba de la confluencia con río Pulido. En esta zona se ejecutan labores de monitoreo con el objetivo de verificar la mantención de las condiciones de Línea de Base de la calidad de las aguas subterráneas y descartar impactos no previstos como consecuencia de la operación del proyecto.

La infraestructura de monitoreo en la quebrada La Brea Baja y Ramadillas considera los siguientes objetivos de control:

- i) **Pozos de Observación (PoOb):** Pozos de observación con el fin de mejorar el entendimiento del sistema. Esta categoría incluye pozos aguas arriba del depósito de Lamas y en quebrada río Ramadillas aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Brea y aguas abajo de la Zona de No Afectación. Esta categoría de puntos incluye también los pozos de monitoreo multinivel.
- ii) **Pozos de Cumplimiento (PoC):** Pozos en el inicio de la Zona III - Zona de No Afectación, representativos del límite entre la Zona de Seguimiento del Impacto y Zona de No Afectación.
- iii) **Pozos de Remediación (PoRe):** Pozos habilitados para bombeo aguas abajo de la zanja cortafugas en la quebrada La Brea Baja, y que forman parte del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea, que es parte del sistema de control de infiltraciones del depósito de lamas.
- iv) **Pozos de Eficiencia de Remediación (PoEf):** Estos pozos se ubican en la Zona de Seguimiento del Impacto, aguas abajo de la confluencia de las quebradas La Brea y Ramadillas, y tienen el objetivo de monitorear la calidad y nivel del agua subterránea aguas abajo del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea, de modo de verificar que las medidas de mitigación implementadas se comportan de la manera prevista. El seguimiento de los datos monitoreados en estos pozos permitirá determinar si el sistema

se comporta conforme a lo esperado o si las tendencias gatillan alertas y acciones subsecuentes, según los criterios y acciones de contingencia que se describen detalladamente en el presente documento.

- v) **Estaciones Superficiales (ESup):** Para complementar el conocimiento del comportamiento químico de las aguas se mantienen los muestreos de aguas superficiales que MLCC ha realizado desde la fase de exploración del proyecto para apoyar el análisis de eventuales eventos de alteraciones de la calidad de las aguas, considerando la interacción de intercambio de flujo entre el río Ramadillas y el acuífero.
- vi) **Estaciones operacionales (EOp):** Estaciones que permiten monitorear la calidad de agua de las aguas del Depósito de Lamas La Brea.

## 4.2 Red de Monitoreo

La Tabla 1 lista los puntos de monitoreo asociados al Depósito de Lamas La Brea que conforman el Plan de Seguimiento Ambiental. Existen algunos puntos de control considerados en el presente PMR Calidad asociado al Depósito de Lamas que ya forman parte del PMR Calidad 2015, asociados al monitoreo de otras instalaciones como el Depósito de Arenas y Relleno Sanitario. Cabe mencionar que dichos puntos de control siguen teniendo sus funciones definidas en el PMR Calidad 2015 para las instalaciones mencionadas y en este PMR se asignan funciones adicionales para el seguimiento de la calidad aguas abajo del Depósito de Lamas.

Respecto a los puntos de control definidos en el PMR 2015, se tienen las siguientes consideraciones:

- Se agregan estaciones adicionales para monitorear la calidad de agua, aguas arriba del depósito de lamas en la quebrada Roco (pozo MNB-4 y estación superficial LM-31) y aguas arriba de la confluencia entre quebrada La Brea y quebrada río Ramadillas (pozos P3-TR y WE-01).
- Los 5 pozos de remediación se mantienen sin cambios: BRW-01, BRW-02, PBB-01, POB-08B y POB-07A.
- Los 3 pozos de monitoreo asociados a la eficiencia de remediación se mantienen sin cambios: PBB-07, POB-06B y WE-01.
- En la quebrada Ramadillas se implementarán cuatro (4) transectas, compuestas en total por once (11) pozos (3 pozos existentes y 8 pozos aún por construir), que complementan los actuales puntos de monitoreo. Las Transectas 1, 2 y 3 monitorearán de forma integral los flujos subterráneos en la Zona II – Zona de Seguimiento de Impacto, que es donde ocurre la mezcla de las aguas provenientes de las quebradas La Brea y Ramadillas (con contenidos distintos de sulfato). La transecta 4 se implementará en la Zona III – Zona de No Afectación, con el objetivo de confirmar que no se generará afectación de la quebrada Ramadillas desde esta transecta hacia aguas abajo.
- Aguas abajo, en la Zona III – Zona de No Afectación, se agregan los pozos WE-03, WE-09 y POR-07.
- Los puntos de monitoreo de aguas superficiales en el sector La Brea, se complementan considerando el seguimiento y control de las aguas superficiales entorno a las transectas T1, T2 y T3.

En la Tabla 1 se presentan los puntos de monitoreo, en la cual se especifica la zona de seguimiento ambiental, nombre, tipo de punto y sus coordenadas. Igualmente, las ubicaciones de las estaciones de monitoreo se presentan en el plano del Anexo 9-E del Capítulo 9 del presente EIA. En el caso de puntos que corresponden a pozos aún no construidos (T1a a T4a) y puntos de observación de aguas superficiales (LM-T1, LM-T2 y LM-T3), se proponen

preliminarmente sus coordenadas, las que serán actualizadas e informadas a la Autoridad Ambiental una vez que las ubicaciones sean confirmadas con un levantamiento en terreno y los pozos sean construidos.

De esta forma, el sistema queda compuesto por los siguientes puntos de monitoreo:

#### **Aguas Arriba de las Instalaciones:**

- Un (1) pozo aguas arriba del depósito de lamas en la subcuenca de la Quebrada Roco (MNB-4).
- Dos (2) pozos en el acuífero del Ramadillas, aguas arriba de la Quebrada La Brea (WE-01 y P3-TR).
- Una (1) estación de muestreo superficial aguas arriba del depósito de lamas en Quebrada Roco (LM-31).
- Una (1) estación de muestreo superficial en el Río Ramadillas, aguas arriba de la confluencia con la Quebrada La Brea (LM-10).

#### **Zona I - Zona de Manejo y Control de infiltraciones:**

- Dos (2) estaciones operacionales que representan la calidad de agua del Depósito de Lamas La Brea, LM-56 (laguna del depósito) y LM-49A (nuevo aforador del dren de captación de infiltraciones), con el fin de realizar un seguimiento de la calidad de agua de las infiltraciones desde el depósito.
- Cinco (5) pozos de remediación correspondientes a BRW-01, BRW-02, PBB-01, POB-08B y POB-07A.
- Tres (3) pozos de observación correspondientes a PBB-07, MNB-5 y MNB-6.

#### **Zona II - Zona de Seguimiento del Impacto:**

De acuerdo con lo reportado en el Modelo Hidrogeológico Conceptual Quebrada Ramadillas (Anexo 4-B del Capítulo 4 del presente EIA), en la zona de confluencia La Brea- Ramadillas, las infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea han producido una pluma de sulfato restringida a la ladera noroeste de quebrada La Brea y confluencia La Brea - Ramadillas, coexistiendo dos flujos subterráneos paralelos correspondientes a la descarga de quebrada La Brea (con las infiltraciones del Depósito de lamas) y el flujo subterráneo proveniente desde Ramadillas.

Debido a que no se cuenta con pozos de monitoreo que permitan monitorear directamente la coexistencia de los dos flujos paralelos, es que se complementará el Plan de Seguimiento Ambiental con tres transectas de seguimiento, constituidas por pozos de Eficiencia de Remediación descritas a continuación.

- La transecta 1 (T1), se proyecta como complemento del pozo existente POB-06B, ubicado en la zona de quebrada Ramadillas, incorporando los pozos T1a, T1b y T1c para evaluar la eficiencia de la remediación. Su objetivo es el monitoreo de la evolución de la pluma de sulfato inmediatamente aguas abajo de la confluencia de las quebradas Ramadillas y La Brea, donde se produce el proceso de mezcla de los flujos subterráneos de ambos sectores.
- La transecta 2 (T2), se proyecta en la quebrada Ramadillas aproximadamente 470 metros aguas arriba del pozo POR-05A y aproximadamente 1,2 km aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas. Esta transecta se compone de los pozos T2a, T2b y T2c, con la finalidad de evaluar la eficiencia de la remediación en cuanto a la evolución de la pluma de sulfato al final de la zona estimada

en que se produce la mezcla de los flujos subterráneos de las quebradas La Brea y Ramadillas y después del angostamiento aluvial existente aguas abajo de la confluencia La Brea-Ramadillas que favorece la interacción río-acuífero con afloramiento de agua subterránea hacia el río Ramadillas.

- La transecta 3, se proyecta como complemento del pozo POR-05A, incorporando el pozo T3a, con la finalidad de evaluar la eficiencia de la remediación en cuanto a la evolución de la pluma de sulfato en la quebrada Ramadillas, aguas abajo de la zona en la que se produce la mezcla de los flujos subterráneos de las quebradas La Brea y Ramadillas.
- Adicional a la estación de muestreo superficial del PMR 2015 (LM-27), cada transecta cuenta con una estación superficial (LM-T1, LM-T2 y LM-T3) para medir caudales superficiales en el río Ramadillas y muestrear la calidad de agua superficial. De esta manera se contará con una red de estaciones superficiales que permite comparar la calidad de agua, aguas arriba de la confluencia con las calidades de agua en el tramo de río Ramadillas que corresponde a la zona de seguimiento de impacto.

### ■ Zona III - Zona de No Afectación:

- Desde el pozo POR-06 hacia aguas abajo, se ha observado que la calidad química se ha mantenido estable en el tiempo, presentando una condición similar a la observada en el periodo pre-operacional hasta la confluencia con el Vizcachas del Pulido. Para este último tramo de la qda. Ramadillas, se ha previsto construir una última transecta (transecta 4 – T4) donde se ubica el pozo POR-06. Complementando al pozo POR-06, se incorpora el pozo T4a, con la finalidad de evaluar la no afectación de la quebrada Ramadillas desde esta transecta hacia aguas abajo, donde se ha definido la Zona III – Zona de No Afectación.
- Aguas abajo del pozo POR-06, se mantienen los pozos WE-03 y WE-09 y se agrega el pozo nuevo POR-07.

En resumen, en la Qda. Ramadillas se implementarán cuatro (4) transectas, compuestas en total por once (11) pozos (3 pozos existentes y 8 pozos aún por construir), que complementan los actuales puntos de monitoreo. Las transectas 1, 2 y 3 monitorearán de forma más integral los flujos subterráneos en la Zona II – Zona de Seguimiento del Impacto, que es donde ocurre la mezcla de las aguas provenientes de las quebradas La Brea y Ramadillas (con contenidos distintos de sulfato). La transecta 4 se implementará al inicio de la Zona III – Zona de No Afectación, con el objetivo de confirmar que no se generará afectación de las aguas subterráneas en la quebrada Ramadillas desde esta transecta hacia aguas abajo.

En el Anexo 9-F del Capítulo 9 del presente EIA se adjunta archivo formato kml con la ubicación preliminar de los puntos de control complementarios en quebrada Ramadillas, los cuales conforman las transectas presentadas en el plano del Anexo 9-E del Capítulo 9 del presente EIA.

**Tabla 1: Red de seguimiento de calidad de aguas sector La Brea Baja y Ramadillas – Asociado al Depósito de Lamas La Brea**

Zona	Nombre	Coordenadas UTM (**)		Tipo		Categoría
		Este	Norte	Superficial	Subterránea	
Aguas Arriba de las instalaciones	MNB-4 (*)	441.352	6.888.661		x	Observación (PoOb)
	WE-01 (*)	437.056	6.886.654		x	Observación (PoOb)
	P3-TR (***)	437.392	6.886.255		x	Observación (PoOb)
	LM-31	441.375	6.888.646	X		Superficial (ESup)
	LM-10 (*)	437.085	6.886.641	X		Superficial (ESup)
Zona I - Zona de Manejo y Control de Infiltraciones	LM-56	438.609	6.887.540	X		Operacional (EOp)
	LM-49A	437.692	6.887.353	X		Operacional (EOp)
	BRW-01 (*)	436.900	6.887.156		x	Remediación (PoRe)
	BRW-02 (*)	436.941	6.887.122		x	Remediación (PoRe)
	PBB-01 (*)	436.856	6.887.154		x	Remediación (PoRe)
	POB-08B (*)	436.872	6.887.098		x	Remediación (PoRe)
	POB-07A (*)	436.699	6.887.007		x	Remediación (PoRe)
	PBB-07 (*)	436.751	6.887.069		x	Observación (PoOb)
	MNB-5 (*)	436.916	6.887.217		x	Observación (PoOb)
	MNB-6 (*)	436.720	6.887.058		x	Observación (PoOb)
Zona II - Zona de Seguimiento del Impacto	POB-06B (*)	436.364	6.887.105		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	T1a	436.351	6.887.053		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	T1b	436.344	6.886.970		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	T1c	436.358	6.886.921		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	T2a	435.380	6.887.781		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	T2b	435.356	6.887.742		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	T2c	435.333	6.887.704		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	POR-05A	434.930	6.887.960		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	T3a	435.003	6.888.019		x	Eficiencia remediación (PoEf)
	LM-T1	436.298	6.887.039	X		Superficial (ESup)
	LM-T2	435.672	6.887.386	X		Superficial (ESup)
	LM-T3	435.039	6.887.927	X		Superficial (ESup)
	LM-27 (*)	435.879	6.887.206	X		Superficial (ESup)

Zona	Nombre	Coordenadas UTM (**)		Tipo		Categoría
		Este	Norte	Superficial	Subterránea	
Zona III – Zona de No Afectación	POR-06	433.078	6.889.244		x	Cumplimiento (PoC)
	T4a	433.150	6.889.327		x	Cumplimiento (PoC)
	POR-07	429.336	6.890.920			Observación (PoOb)
	WE-09 (***)	431.238	6.890.253		x	Observación (PoOb)
	WE-03 (***)	427.224	6.890.435		x	Observación (PoOb)
	LM-05 (***)	426.647	6.890.313	X		Superficial (ESup)

Notas:

(\*) Puntos que se mantienen del PMR Calidad 2015.

(\*\*) Coordenadas en WGS84 H19S. Coordenadas de los pozos adicionales de las transectas (T1a, T1b, T1c, T2a, T2b, T2c, T3a, T4a), al igual que puntos de control superficial (LM-T1, LM-T2, y LM-T3) son preliminares y se confirmarán según condiciones en terreno.

(\*\*\*) Estaciones de monitoreo que también forman parte del PMR Calidad 2015 de la Quebrada Caserones o de Relleno Sanitario.

### 4.3 Parámetros de Monitoreo

Los parámetros que conforman el Plan de Seguimiento se listan en la Tabla 2. En comparación al PMR del año 2015, donde se comprometió el seguimiento de parámetros listados en la NCh1.333, Of.78, en el presente Plan de Seguimiento se incorpora un listado de iones mayoritarios para verificar la representatividad de las muestras con su balance iónico. Se eliminó el parámetro cianuro por no ser un parámetro indicador de afectación por la extracción de cobre; y se reemplazó alcalinidad por bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ).

**Tabla 2: Parámetros de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea.**

Grupo	Parámetros
Físicos*	Aguas subterráneas: Nivel
	Aguas superficiales: Caudal
Fisicoquímicos en terreno*	pH
	Conductividad eléctrica (CE)
	Sólidos Disueltos Totales (SDT)
	Temperatura (T)
Elementos mayoritarios disueltos**	Ca, Mg, Na, K, $\text{HCO}_3$ , $\text{SO}_4$ , Cl
Elementos trazas **	Al, As, Ba, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, F, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Ag, Pb, Se, V, Zn

Nota: \* indica parámetros controlados en terreno.

\*\* indica parámetros controlados en laboratorio.

## 4.4 Frecuencia de Monitoreo

En la Tabla 3 se muestra la frecuencia de monitoreo genérica para todos los puntos que conforman el Plan de Seguimiento.

**Tabla 3: Frecuencias de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea.**

Fase del proyecto	Frecuencia de monitoreo	
	Físicos Fisicoquímicos en terreno Sulfato	Elementos mayoritarios disueltos Elementos trazas
Operación	Mensual	Trimestral
Cierre	Trimestral	Trimestral

Fuente: Elaboración propia.

## 4.5 Duración de Monitoreo

En la Tabla 4 se presenta la duración del Plan de Seguimiento.

**Tabla 4: Duración del seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea, según fase del proyecto.**

Fase del proyecto	Duración del Plan de monitoreo
Operación	Toda la fase de operación del proyecto.
Cierre	Finalizada la operación, se estima una duración de al menos 10 años de monitoreo de la calidad de las aguas. La duración, frecuencia y otros detalles del monitoreo se actualizará consistentemente con el Plan de Cierre y sus futuras actualizaciones.
Post-cierre	10 años después del Cierre. La frecuencia y otros detalles de las medidas de monitoreo de post cierre, serán presentados en su tramitación sectorial.

Fuente: Elaboración propia.

El monitoreo en la fase de cierre se propone mantener durante el periodo que se mantenga activo el sistema de control de infiltraciones en quebrada La Brea, que se ha estimado en 10 años luego del fin de operaciones.

Cabe señalar que, en las fases de cierre y post-cierre la duración y frecuencia de monitoreo del Plan de Seguimiento podrá verse modificada según los compromisos que se definan en el Plan de Cierre y sus futuras actualizaciones, que corresponde al permiso sectorial a presentarse oportunamente al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), en el cual se dará cuenta de los antecedentes generados durante la fase de operación.

## 4.6 Método de Medición

En la Tabla 5 se indican los métodos de medición de los parámetros comprometidos en el Plan de Seguimiento según tipo de cada estación de monitoreo (pozo o estación superficial).

**Tabla 5: Descripción general del procedimiento o método de medición para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lamas La Brea**

Variable	Método de medición		
	Pozos con bomba dedicada (recuperación y remediación)	Pozos sin bomba dedicada	Estaciones superficiales y operacionales
Medidas <i>in situ</i> (pH, CE, T)	Medición en superficie utilizando celda de flujo	Purga del pozo y medición utilizando celda de flujo	Medición directo o en recipiente, según condiciones en terreno
Nivel freático	Pozómetro	Pozómetro	N/A
Caudal	N/A	N/A	Caudalímetro con varias mediciones en una transecta
Analizados en laboratorio	Bombeo y muestreo en superficie	Purga del pozo y muestreo en superficie	Muestreo directo o con recipiente, según condiciones en terreno

Nota: N/A: *no aplica*.

Fuente: Elaboración propia.

Los procedimientos de muestreo, transporte y análisis químicos serán ejecutados por empresas competentes debidamente acreditadas para cumplir con los estándares que fija la SMA.

## 4.7 Umbrales de Cumplimiento y Alerta

Los Umbrales de Alerta Temprana (UAT) y Umbrales de Referencia Máxima (URM) que fueron definidos en el PMR Calidad 2015 para los pozos de remediación BRW-01 y BRW-02 se consideran obsoletos atendido el cambio en la configuración del sistema de control de infiltraciones. Bajo el contexto operacional actual en la Faena Minera Caserones, se considera que la quebrada La Brea Baja, aguas abajo del depósito de lamas, es una zona de actividad operacional donde se realiza el manejo y control de las infiltraciones del depósito de lamas, en el Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea donde operan los pozos de recuperación y remediación. Se considera que la quebrada La Brea Baja mantendrá una calidad química con concentraciones por sobre la línea de base del periodo pre-operacional.

En su lugar y en coherencia con los objetivos del Plan de Seguimiento, se verificará la calidad del agua subterránea en un subconjunto de puntos del Plan de Seguimiento que conforman transectas en el acuífero de Ramadillas, aguas abajo de la confluencia con el flujo subterráneo de la quebrada La Brea:

- Para la **Zona III – Zona de No Afectación**, se define umbrales URM de cumplimiento (URMc) para la transecta T4 (ubicada a la altura del pozo POR-06), para los parámetros incluidos en la NCh1.333.
- Para la **Zona II – Zona de Seguimiento del Impacto**, se definen umbrales de alerta máxima (UAM) y de alerta temprana (UAT) para sulfato, en base de una proyección del URMc de sulfato desde la Zona de No Afectación hacia aguas arriba.

La metodología de la determinación de los umbrales se presenta en el Capítulo 9.3.7 del presente EIA.

#### 4.7.1 Umbrales para Zona de No Afectación

El indicador de éxito de las medidas de mitigación (MM-1 y MM-2, incluidas en el Capítulo 7- Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación” del presente EIA), será la contención o disminución de las concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas, lo que se verifica al mantener las concentraciones observadas en la transecta T4 del pozo POR-06 ubicado en el límite entre la Zona de Seguimiento del Impacto y la Zona de No Afectación.

Para la transecta T4 del pozo de cumplimiento POR-06, se definieron umbrales de referencia máxima de cumplimiento (URMc) para cada parámetro de la NCh 1333.

#### Metodología de determinación de umbrales de referencia máxima de cumplimiento

La presente metodología sigue a la metodología del PMR 2015 con la diferencia de considerar los valores máximos según NCh 1333 en el caso que los URMc calculados sean menores a los valores máximos de dicha norma.

La metodología para el cálculo de los URM fue la misma que la definida para el PMR 2015. Para cada parámetro de calidad de agua para el cual se requiere definir umbrales, se realizó el siguiente análisis:

- Se calcula el primer cuartil (Q1), tercer cuartil (Q3) y mediana (Q2) para los análisis de calidad de agua históricos existentes.
- Se calcula la diferencia entre Q3 – Q1, lo que es conocido como el rango intercuartil (RIC).
- Aquellos valores que se encuentran bajo  $Q1 - 1,5 * RIC$  o sobre  $Q3 + 1,5 * RIC$ , son considerados como outliers suaves, en tanto aquellos valores bajo  $Q1 - 3,0 * RIC$  o sobre  $Q3 + 3,0 * RIC$  son considerados como outliers extremos. De acuerdo con el PMR 2015, se consideraron aquellos outliers que cumplían con el primer criterio.
- Para obtener los umbrales de referencia máximos de cumplimiento (URMc) se calcularon el promedio y la desviación estándar de la distribución. El umbral máximo se calculó con la siguiente fórmula:

$$URMc = \text{Promedio} + 3 \times \text{Desviación estándar.}$$

#### Umbrales de Referencia Máximos de Cumplimiento

Los umbrales de referencia máxima de cumplimiento (URMc) fueron calculados con los datos disponibles para el Área de No Afectación, considerando la información disponible para los pozos WE-03, WE-09, POR-06 y POR-07 del periodo del 03 de mayo 2007 hasta el 28 de febrero 2019. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6: Umbrales de Referencia Máxima de cumplimiento (URMc) para el pozo POR-06.**

Parámetro	Unidades	URMc
pH	s.u.	6,7 – 8,3
CE	μS/cm	1.061
SDT	mg/L	804
SO4	mg/L	345
Al	mg/L	5,0*
As	mg/L	0,1
Ba	mg/L	4,0*
Be	mg/L	0,10*
B	mg/L	0,75*
Cd	mg/L	0,01*
Cl	mg/L	200*
Co	mg/L	0,05*
Cu	mg/L	0,2*
Cr	mg/L	0,1*
F	mg/L	1,0*
Fe	mg/L	47
Li	mg/L	2,5*
Mn	mg/L	0,67
Hg	mg/L	0,001*
Mo	mg/L	0,018
Ni	mg/L	0,2*
Ag	mg/L	0,2*
Pb	mg/L	5,0*
Se	mg/L	0,02*

Parámetro	Unidades	URMc
V	mg/L	0,17
Zn	mg/L	2,0*

Nota: \* indica parámetros cuyos URMc coinciden con las concentraciones máximas de elementos químicos establecidos en Tabla 1 de NCh1333.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.2 Umbrales de Alerta para Zona de Seguimiento del Impacto

Para asegurar la calidad de agua en la transecta T4 compuesta por el pozo POR-06 y el pozo T4a, se definieron umbrales de alerta temprana (UAT) y de alerta máxima (UAM) para las transectas ubicadas aguas arriba en la Zona de Seguimiento del Impacto.

Los datos de los muestreos históricos de agua subterránea indican que el sulfato es un parámetro que no interactúa con la roca del acuífero, es decir, se comporta como una especie conservadora y representa la máxima extensión de las filtraciones del Depósito de Lamas de mejor manera que el resto de los parámetros analizados. Por ende, se seleccionó el parámetro sulfato para evaluar el éxito de las medidas de mitigación. En complemento, el análisis de metales en la zona de la confluencia entre quebrada La Brea y quebrada río Ramadillas, no indica un aumento de las concentraciones de metales en el acuífero de la quebrada Ramadillas en comparación a la calidad de aguas en pozos ubicados en Ramadillas aguas arriba de la confluencia, por lo cual no se consideran como parámetros relevantes para la definición de umbrales.

Usando los resultados del modelo hidrogeológico numérico Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA), para el período de calibración, se extrajeron las concentraciones modeladas de las concentraciones de sulfato (corresponde al sulfato modelado) en la ubicación de las cuatro transectas propuestas. Seguidamente, se calcularon los promedios ponderados de las concentraciones de sulfato para cada transecta, ponderándose por los caudales pasantes simulados para cada celda que conforma la transecta. Con las concentraciones promedios por transecta, se calcularon las razones entre las concentraciones promedios de las tres primeras transectas (T1, T2 y T3) respecto de la cuarta transecta (T4). Las razones calculadas representan factores de escalamiento de las concentraciones modeladas ponderadas. Estos factores de escalamiento se aplicaron sobre el umbral URMc calculado para la transecta T4.

Los umbrales de alerta temprana para sulfato se definieron con la siguiente fórmula:

$$UAT = Promedio + 0,8 \times (UAM - Promedio).$$

Los umbrales de sulfato estimados en las transectas ubicadas aguas arriba de la transecta T4 se muestran en la Tabla 7. En esta tabla se muestra que el factor de escalamiento de T4 a T1 da un 279%, sin embargo, se aplicó un factor de 225%. Esto permitió definir UAT y UAM menores en la transecta T1, siendo más restrictivos y conservadores para tomar acciones preventivas.

**Tabla 7: Umbral de Alerta Máxima (UAM) y Umbral de Alerta Temprana (UAT) estimados para sulfato en la Zona de Seguimiento del Impacto.**

Transecta	Pozo referencial	Concentración modelada promedio ponderado (mg/L)	Escalamiento calculado	Escalamiento aplicado	UAM (mg/L)	UAT (mg/L)	Tiempo (años)
T1	POB-06B	764	279%	225%	776	675	0
T2	-	474	173%	173%	597	519	0,3
T3	POR-05	297	109%	109%	376	327	0,8
T4	POR-06	274	100%	100%	345 (URMc)	300	3,6

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se cuenta con umbrales para el sistema de control en base de las concentraciones de sulfato aguas abajo del pozo de cumplimiento que permite obtener información sobre las futuras concentraciones en la transecta T4 con anticipación, permitiendo reaccionar frente a alguna posible desviación imprevista del comportamiento de las medidas de mitigación.

Además, en la misma tabla se indican los tiempos de viaje estimados a partir del modelo hidrogeológico numérico de la quebrada Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA) para un posible pulso de sulfato desde la transecta T1 hacia las transectas aguas abajo, indicando que la red de pozos de eficiencia de remediación permite tener tiempos de reacción suficientes para implementar medidas de contingencia en el caso que se identifique una desviación de las concentraciones observadas con respecto a lo previsto y se superen los umbrales de alerta. Los criterios y acciones de activación de alertas se describen detalladamente en el apartado 4.8 del presente documento.

La metodología aplicada para calcular las concentraciones ponderadas de sulfato para las transectas sigue a la aplicada para la ponderación de los resultados del modelo numérico y se describe en lo siguiente: El objetivo de las transectas es controlar integralmente la calidad del agua, aguas abajo de la confluencia entre las quebradas La Brea y Ramadillas. Por ende, durante la ejecución del PMR, en las transectas se estimará la concentración promedio ponderada del sulfato. La ponderación se efectuará con el área o sección de flujo atribuibles a cada pozo. Las áreas de cada pozo se determinan como el producto entre el ancho representativo de cada pozo y el espesor saturado del acuífero no consolidado (UH-1), dependiente del nivel freático observado. Así, la concentración promedio ponderada de sulfato en una transecta, es una función dependiente de las concentraciones de sulfato y el nivel freático observado en cada pozo que conforma la transecta, tal como se representa en la siguiente ecuación:

$$[\overline{SO_4}] = \frac{\sum_{i=1}^n [SO_4]_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Donde:

$[\overline{SO_4}]$  = concentración promedio ponderado de sulfato (mg/L) en una transecta,

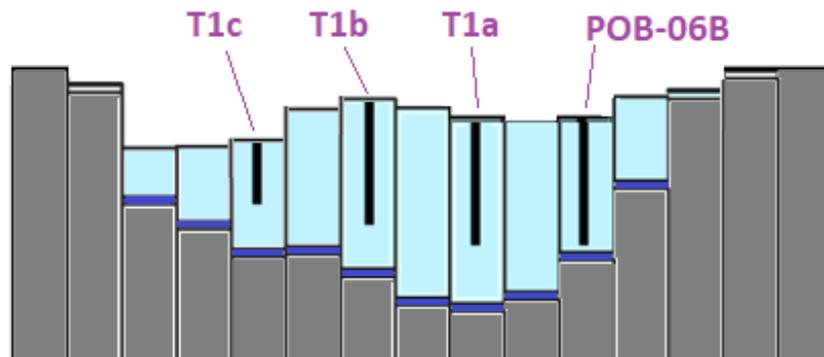
n = número de pozos que conforman una transecta,

$[SO_4]_i$  = concentración de sulfato observado en el pozo *i-ésimo* de una transecta,

$A_i$  = área transversal de flujo subterráneo, atribuible a cada pozo de una transecta (m<sup>2</sup>), y

con  $A_i$  = (ancho) x (espesor del nivel saturado).

Las áreas transversales del acuífero de Ramadillas se obtienen del modelo hidrogeológico numérico de Ramadillas (Anexo 4-E del Capítulo 4 del presente EIA). La Figura 1 muestra un esquema de la sección trasversal donde se proyecta la transecta T1 en POB-06B. Cabe recordar que, los pozos T1a a T1c aún no están construidos y, por lo tanto, su ubicación y ancho representativo de flujo se representa sólo a modo referencial.



**Figura 1: Sección del modelo numérico La Brea en POB-06B (vista desde aguas arriba de la sección), donde se proyecta la transecta 1.**

Fuente: Elaboración propia, 2020

## 4.8 Criterios y Acciones de la Alerta Temprana y Alerta de Contingencia

El PMR Calidad 2015 concibió la ejecución de un plan de alerta y remediación cuando algunos de los parámetros superen los URM que fueron establecidos en dicho documento, en alguno de los pozos de Alerta Temprana y de Remediación. En el presente documento, se ha modificado el sentido de activación o desactivación de este instrumento, entendiéndose que las medidas del Plan de Remediación según PMR 2015 se mantendrán activadas en la quebrada La Brea al menos durante toda la vida útil del presente proyecto. Consecuentemente, el objetivo de la presente actualización del PMR Calidad es alertar en el caso que las concentraciones observadas en la Zona de Seguimiento al Impacto se acerquen o sobrepasen de manera imprevista a los umbrales de alerta definidos en los distintos puntos de seguimiento en esta zona, con el objetivo de evitar potenciales alteraciones de la calidad de agua subterránea en la Zona de No Afectación (a partir de la transecta 4 hacia aguas abajo).

En coherencia con lo que se establece en el PMR Calidad 2015, con la activación de una Alerta Temprana, se inicia un proceso de investigación de las posibles causas del aumento de las concentraciones de los parámetros que gatillan una activación. Si es que corresponde, redefinir las acciones de remediación de los sistemas de bombeo para evitar la permanencia de la desviación y volver a la situación prevista en el presente EIA, es decir, concentraciones de sulfato medidas en los pozos seleccionados como pozos de control de la eficiencia de la remediación, cuyas concentraciones se ajusten a los umbrales definidos para asegurar la no afectación del acuífero de la quebrada Ramadillas desde la transecta T4 hacia aguas abajo.

### 4.8.1 Hito de inicio del PMR y de la aplicación de alertas

El Plan de Seguimiento será implementado por MLCC a partir de la obtención de la RCA que apruebe el EIA “Adecuación Operacional Faena Minera Caserones”. A partir de este hito, también se iniciará la contabilización del periodo de dos (2) años que se propone para la implementación de la Medida de Mitigación MM-2 (Capítulo 7 – Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación”).

La MM-2 incluye el reemplazo de un número entre dos (2) y cinco (5) pozos de recuperación o remediación que presentan menor rendimiento de bombeo, por nuevos pozos donde se prevea una mayor eficiencia para la extracción de infiltraciones, los cuales se ubicarán dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea. El periodo de dos años para la implementación de la MM-2 incluye el tiempo para desarrollar los estudios para definir la ubicación de los nuevos pozos, su construcción, habilitación y la puesta en marcha para iniciar los bombeos.

Luego del periodo de dos (2) años de implementación de MM-2, se estiman seis (6) meses para que la optimización del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea refleje el descenso esperado de concentraciones de sulfato, por debajo de los umbrales de alerta temprana (UAT) de las transectas T1 y T2 (ver Tabla 7).

A partir de este plazo total de 2,5 años desde la obtención de la RCA de aprobación del presente EIA, se aplicarán los criterios y acciones de alerta temprana y contingencia que se describen a continuación.

### 4.8.2 Criterios y acciones de alerta temprana

Para la Zona II - Zona de Seguimiento de Impacto, se definen los siguientes criterios de activación/desactivación de la alerta y acciones presentados en forma de un flujograma en la Figura 2 y discutidos en lo siguiente:

- Se activa el Estado de Alerta Temprana cuando durante tres (3) meses consecutivos se observa en las transectas T1 o T2, que las mediciones mensuales de sulfato (como promedio ponderado de cada transecta) exceden el umbral de alerta temprana (UAT). Las concentraciones de sulfato como promedio ponderado se calculan para cada transecta según se describe en la sección 4.7.2. Se verificará si las concentraciones de los pozos de observación del acuífero de Ramadillas ubicados aguas arriba de la quebrada La Brea (WE-01 y P3-TR), presentan concentraciones de magnitud similar, por encima de los umbrales de alerta, ya que, si este fuera el caso, el origen del incremento de concentraciones de sulfato no sería atribuible a las infiltraciones del Depósito de Lamas La Brea.
- En el caso que se active la alerta temprana en una de estas dos transectas, se ejecutan las siguientes acciones:
  - Aumentar frecuencia de monitoreo en las estaciones de monitoreo incluidas en el Plan de Seguimiento Ambiental, desde mensual a quincenal para los parámetros físicos, fisicoquímicos en terreno y sulfato; y de trimestral a mensual en los elementos mayoritarios disueltos y elementos traza.
  - Aumentar la frecuencia de envío de reportes a la Autoridad Ambiental, pasando de semestral a trimestral.
  - Ejecutar un análisis de causa del aumento de las concentraciones en las transectas y revisión de la operación del depósito de lamas y del sistema de control de infiltraciones. Esta actividad tendrá una duración máxima de tres (3) meses luego de activada la alerta. En el caso que el análisis de la causa del aumento de las concentraciones indique que la activación de la Alerta Temprana esté relacionada con algún factor ajeno al Depósito de Lamas La Brea, y el sistema de control de infiltraciones opere eficientemente manteniéndose activa la Alerta Temprana, se mantendrán los ajustes de las frecuencias de monitoreo y frecuencias de envío de reportes a la Autoridad, tal como se describió antes, hasta que se desactive la alerta.
- En el caso de mantenerse por tres (3) meses activado el Estado de Alerta Temprana, es decir, seis meses consecutivos de superación del UAT, y en base a los resultados del análisis de causa, se realizarán las siguientes acciones:
  - Actualizar los modelos hidrogeológicos de La Brea y Ramadillas dentro de un plazo de tres (3) meses, contados desde la verificación del tercer mes de activación de la Alerta.
  - Ejecutar los estudios específicos para definir la ubicación de los pozos de reemplazo complementarios contemplados en la Medida de Contingencia. Esta acción tendrá una duración máxima de seis (6) meses.
- Se desactiva el Estado de Alerta si se registra la siguiente condición:
  - En el caso de mantenerse por tres meses consecutivos concentraciones promedio ponderado de cada transecta que no excedan los respectivos UAT, se desactiva el Estado de Alerta Temprana.

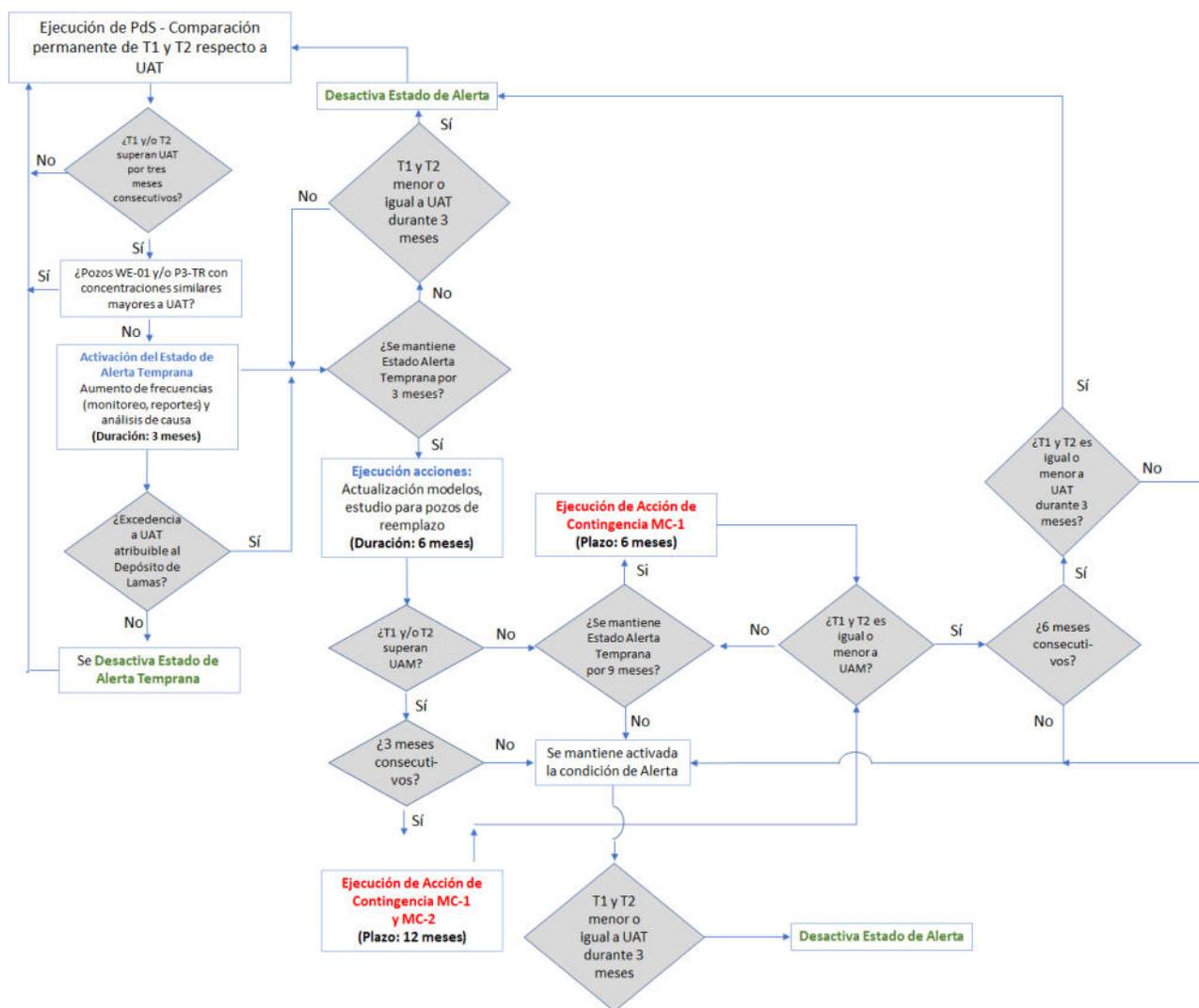


Figura 2: Flujograma con criterios de activación y acciones de alerta para PMR Calidad - La Brea Baja y Ramadillas - asociado a Depósito de Lamas.

### 4.8.3 Criterios y acciones de contingencia

Se activa el Estado de Contingencia en caso se presenten uno de los dos siguientes casos:

- Si se mantiene durante nueve (9) meses activado el Estado de Alerta Temprana, esto significa doce (12) meses consecutivos de superación del UAT de sulfato como promedio ponderado en la transecta T1 o T2, se ejecutan las siguientes acciones:
  - Ejecutar la medida de contingencia MC-1 descrita en la sección 4.8.4 del presente documento.
- Si se registran concentraciones promedio ponderadas de sulfato por sobre los umbrales de alerta máxima (UAM) en alguna de las transectas T1 o T2, durante tres meses consecutivos. En este caso, se ejecutan las siguientes acciones en simultáneo:
  - Ejecutar la medida de contingencia MC-1.
  - Ejecutar la medida de contingencia MC-2.

Las medidas de contingencia MC-1 y MC-2 se describen en la sección 4.8.4 del presente documento.

Se desactiva el Estado de Contingencia si se registran las siguientes condiciones:

- Habiéndose ejecutado MC-1, se verifica que las concentraciones promedio ponderado de sulfato en las transectas T1 y T2, se encuentran por debajo del UAT durante tres meses consecutivos. En este caso, se anulan o restablecen todas las acciones que modificaron la operación normal del sistema de control de infiltraciones potenciado, salvo que se mantendrán activos los bombeos desde los nuevos pozos de recuperación o remediación que optimizaron el sistema, en el caso que se confirme que sean necesarios para mantener las concentraciones por debajo de los UAT.
- Habiéndose ejecutado MC-2, se verifica que las concentraciones promedio ponderado de sulfato en las transectas T1 y T2, se encuentran en alguna de las siguientes condiciones:
  - Por debajo del UAM durante seis (6) meses consecutivos.
  - Por debajo del UAT durante tres (3) meses consecutivos.

En este caso, se evaluará la opción de apagar o desactivar los bombeos desde los nuevos pozos construidos, si los modelos numéricos actualizados indican que el caudal de extracción adicional ya no será necesario para mantener las concentraciones deseadas, por debajo del UAT.

### 4.8.4 Medidas de contingencia

A continuación, se describen las medidas de contingencia (MC) que se ejecutarán según los criterios de alerta descritos en la sección 4.8.3.

## **Medida de Contingencia MC-1: Reemplazo de pozos complementarios del sistema de control de infiltraciones potenciado del Depósito de Lamas La Brea**

### **Objetivo**

La medida de contingencia MC-1 tiene por objetivo abordar una condición de alerta temprana sostenida en el tiempo, mediante la optimización de la eficiencia de extracción de infiltraciones del sistema de control de infiltraciones potenciado, a partir del reemplazo de pozos de recuperación o remediación, dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea.

### **Caracterización**

La medida MC-1 corresponde al reemplazo de pozos de recuperación o remediación que presentan menor rendimiento de bombeo en el sistema de control de infiltraciones potenciado en quebrada La Brea, por nuevos pozos donde se prevea una mayor eficiencia para la extracción de infiltraciones. La medida MC-1 sería complementaria y adicional a la medida de mitigación MM-2, descrita en el Capítulo 7 del presente EIA, en la cual se considera el reemplazo de un número entre dos (2) y cinco (5) pozos de recuperación o remediación que presentan menor rendimiento de bombeo. La MC-1 considera el reemplazo de pozos adicionales y que el número total de pozos de recuperación y remediación operativos en quebrada La Brea será menor o igual a 19.

La decisión de cuáles pozos reemplazar, se tomará en base a la última información hidrogeológica disponible, incluyendo la última versión que se disponga del modelo hidrogeológico numérico de quebrada La Brea y quebrada Ramadillas.

Se considera un plazo de seis (6) meses para ejecutar trabajos de construcción y habilitación de los nuevos pozos de bombeo contemplados en la MC-1.

### **Lugar de implementación de la medida**

La ubicación de los nuevos pozos de reemplazo será dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea, cuyos límites se indican en el Capítulo 7 del EIA.

### **Forma y oportunidad de implementación**

Forma: Construcción, habilitación y reemplazo de pozos de bombeo de recuperación o remediación, dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracción de Agua – La Brea. La operación de los nuevos pozos de reemplazo complementarios se realizará en conjunto con el resto de pozos de recuperación y remediación que forman parte del sistema de control infiltraciones en quebrada La Brea.

Oportunidad: La implementación de la medida MC-1 se realizará de acuerdo con los criterios de activación de las acciones de contingencia descritos en la sección 4.8.3. La operación de los pozos de reemplazo complementarios se mantendrá durante el periodo en el que sean necesarios para que las concentraciones de sulfato promedio ponderado de las transectas T1 y T2, se registren por debajo de los UAT definidos en la sección 4.8.2, durante la fase de operación.

Durante la fase de cierre, el presente Proyecto considera mantener operativo un sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean definidos en el plan de cierre

de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.

## **Medida de Contingencia MC-2: Construcción y operación de pozos de bombeo adicionales para la recuperación de infiltraciones**

### **Objetivo**

La medida de contingencia MC-2 tiene por objetivo abordar una condición de alerta máxima, mediante la implementación de nuevos pozos de bombeo, adicionales a los 19 que forman parte del sistema de control de infiltraciones potenciado. Los pozos de bombeo adicionales se habilitarán dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea.

### **Caracterización**

La medida de contingencia MC-2 corresponde a la construcción y operación de pozos de bombeo adicionales para la recuperación de infiltraciones en quebrada La Brea.

El número y ubicación de los pozos de bombeo adicionales se definirá considerando la experiencia y conocimiento empírico del sistema hidrogeológico La Brea – Ramadillas y los antecedentes aportados por los modelos conceptuales y numéricos que serán actualizados periódicamente. Los pozos se implementarán dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea.

Se considera un plazo de 6 meses para ejecutar trabajos de construcción y habilitación de los nuevos pozos de bombeo.

### **Lugar de implementación de la medida**

La ubicación de los pozos de bombeo adicionales se realizará al interior del Área del Sistema Dinámico de Extracciones de Agua – La Brea.

### **Forma y oportunidad de implementación**

Forma: Construcción y habilitación de pozos de bombeo adicionales, dentro del Área del Sistema Dinámico de Extracción de Agua – La Brea. La operación de los pozos adicionales que conforman la medida MC-2 se realizará en conjunto con el resto de pozos de recuperación y remediación que forman parte del sistema de control infiltraciones en quebrada La Brea.

Oportunidad: La implementación de la medida MC-2 se realizará de acuerdo con los criterios de activación de las acciones de contingencia descritos en la sección 4.8.3. La operación de los pozos de bombeo adicionales se mantendrá durante el periodo en el que sean necesarios para que las concentraciones de sulfato promedio ponderado de las transectas T1 y T2, se registren por debajo de los UAT definidos en la sección 4.8.2, durante la fase de operación.

Durante la fase de cierre, el presente Proyecto considera mantener operativo un sistema de control de las infiltraciones hasta que se verifiquen los objetivos de estabilidad química que sean definidos en el plan de cierre de la faena y sus futuras actualizaciones. En principio, el sistema de control de infiltraciones para la fase de cierre mantendrá el bombeo a través del sistema de pozos de recuperación y remediación, sin embargo, la medida definitiva será confirmada en base a los estudios que se realicen durante la fase de operación, en el contexto de elaboración del plan de cierre y sus actualizaciones.

## 4.9 Reportes a la Autoridad

Respecto de la frecuencia de los reportes, a partir del inicio del proyecto se entregará a la Autoridad Ambiental (SMA) un informe **semestral** que contenga todos los antecedentes generados durante dicho período. La entrega de los informes se hará dentro de un plazo máximo de tres meses después de cumplido cada ciclo. En el caso de que los indicadores de cumplimiento se comporten distinto a lo previsto, según se describe en la sección 4.8.2, se activará el Estado de Alerta, modificándose la frecuencia de entrega de los reportes, pasando de semestral a trimestral.

En cuanto a los contenidos de cada informe, éstos serán consistentes con lo requerido por la Autoridad en la Res. SMA 894/2019 que “Dicta Instrucciones para la Elaboración y Remisión de Informes de Seguimiento Ambiental del Componente Ambiental Agua”.

## 5.0 PMR CALIDAD - QUEBRADA LA BREA ALTA – ASOCIADO AL DEPOSITO DE LASTRE

El PMR original del Depósito de Lastre consideró la operación de un sistema de tratamiento pasivo de calidad de aguas que se activaría si existiera presencia de pH inferiores al mínimo establecido en la Norma Chilena (NCh) 1333 (de 5,5 de pH), lo cual sería detectado a partir del control y seguimiento en la calidad de aguas en un pozo de alerta temprana (PZL-1) ubicado en el curso de la quebrada La Brea Alta y aguas abajo del Depósito de Lastre. En caso de medir valores de pH inferiores a 5,5 se procedería a activar la etapa de remediación mediante la activación del sistema de tratamiento pasivo.

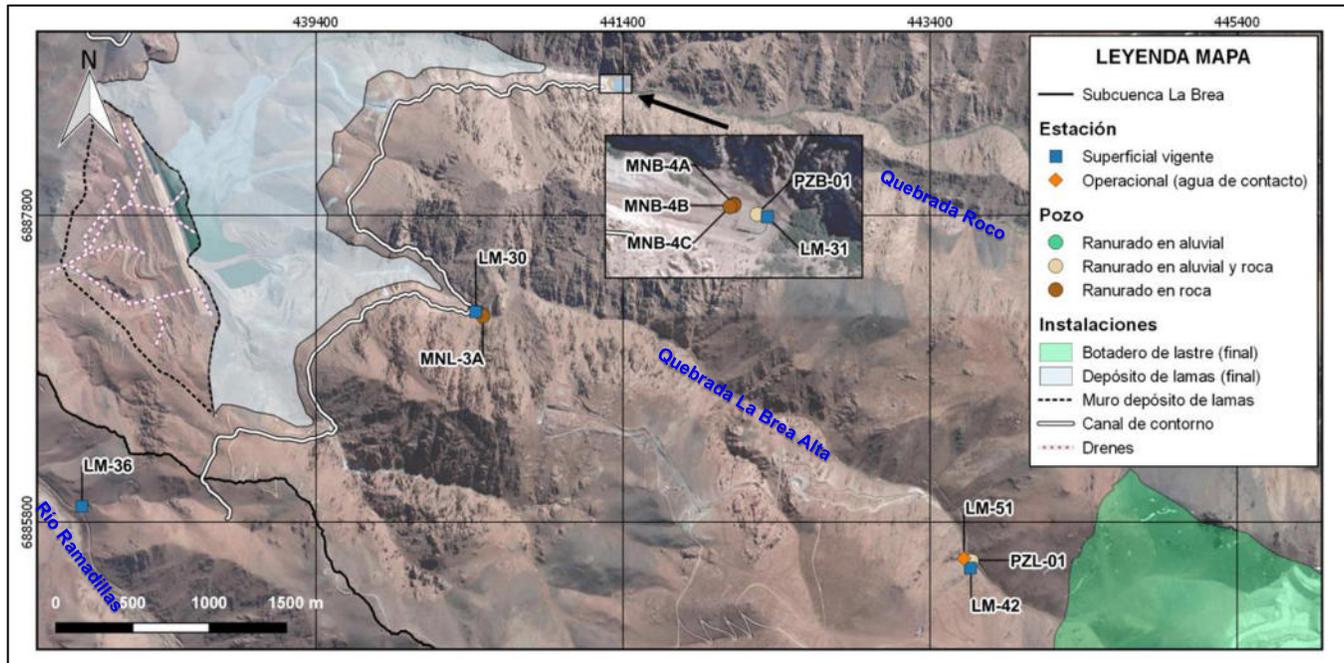
Como parte del sistema de control aguas abajo del Depósito de Lastre, MLCC construyó un muro cortafugas que intercepta el flujo superficial y subsuperficial proveniente del Depósito de Lastre. En caso de medir valores de pH inferiores a 5,5 el agua interceptada por el muro cortafugas sería conducida gravitacionalmente hacia un lecho alcalinizante, de modo de aumentar su pH hasta llevarlo a un valor aceptado por la NCh 1333. Las aguas tratadas serían devueltas a la quebrada La Brea Alta, de donde serían conducidas a través del canal de contorno que desvía las aguas superficiales no contactadas del Depósito de Lamas La Brea y entregadas al Río Ramadillas. Para controlar la eficiencia del sistema de control y tratamiento pasivo, se consideró un pozo de monitoreo multinivel ubicado aguas arriba de la bocatoma IP-A1 (pozo MNL-3).

Durante la ejecución del programa de monitoreo de calidad de aguas, no se ha observado la condición de activación del sistema de tratamiento pasivo, en consideración a que el pH se mantiene sobre el límite establecido, fluctuando entre 5,8 y 8,2 (con un promedio de 7,1).

La quebrada La Brea Alta y quebrada Roco son tributarios de quebrada La Brea en el sector suroriente de la cuenca de quebrada La Brea, y ambas cuentan con estaciones de monitoreo de caudal y calidad superficial, como también pozos de monitoreo de aguas subterráneas (Figura 3). El flujo superficial de ambas quebradas es interceptado y conducido hacia el río Ramadillas, a través del canal de contorno para desvío de aguas superficiales del Depósito de Lamas La Brea.

Si bien las concentraciones en la quebrada La Brea Alta son menores que las observadas en quebrada Roco, la concentración a la salida del canal de desvío (LM-36), antes de la entrega en el río Ramadillas, está determinada mayoritariamente por el efecto que genera la quebrada Roco, dado que el caudal aportante de esta quebrada es significativamente mayor que el que descarga la quebrada La Brea Alta.

La ubicación de los puntos de monitoreo existentes aguas abajo del Depósito de Lastre se muestra a continuación, en la Figura 3.



**Figura 3: Estaciones de Monitoreo de Calidad – aguas abajo del Depósito de Lastre**

La acción N° 2 (ID 2) del Plan de Acciones y Metas, asociada al cargo N° 1 del proceso sancionatorio, establece el compromiso de MLCC para el reforzar el PMR Calidad asociado al Depósito de Lastre, en los siguientes términos:

- Ampliar el monitoreo asociado a esta instalación, incorporando el punto superficial LM-42;
- Incorporar como parámetros relevantes asociados al PMR Calidad para esta instalación, la conductividad eléctrica, sulfato y sólidos disueltos totales;
- Definir umbrales de calidad de aguas asociados a estos parámetros considerando la condición de mezcla entre la calidad de aguas provenientes de la quebrada La Brea Alta y la quebrada Roco, que es necesaria mantener para no generar cambios en la calidad de aguas que descarga al río Ramadillas, y
- Implementar acciones en caso de superar los umbrales definidos.

## 5.1 Red de Monitoreo

La infraestructura de monitoreo en la quebrada La Brea Alta considera las siguientes categorías de monitoreo:

- Puntos de Observación (PoOb).
- Puntos de Alerta Temprana (PoAT).

La Tabla 8 lista los puntos de monitoreo asociados al Depósito de Lastre que complementan y reemplazan el PMR Calidad 2015. Se incorpora el punto LM-36 como punto de alerta temprana del seguimiento de calidad de aguas superficiales y se propone reemplazar el pozo PZL-01 como punto de alerta temprana del seguimiento de calidad de aguas subterráneas, por la estación de muestro LM-51. La estación de muestro LM-51 representa la mezcla

de aguas superficiales y subterráneas que se genera por la presencia del muro cortafugas aguas abajo del Depósito de Lastre.

**Tabla 8: Red de seguimiento de calidad de aguas sector La Brea Alta – Asociado al Depósito de Lastre**

Subsector	Nombre	Coordenada UTM WGS84 H19S		Tipo de fuente		Categoría
		Este	Norte	Superficial	Subterránea	
Quebrada La Brea Alta	MNL-3A (*)	440.486	6.887.143		X	Observación
	LM-51	443.620	6.885.561		X(**)	Alerta Temprana
	PZL-01 (*)	443.670	6.885.545		X	Observación
	LM-30	440.443	6.887.175	X		Observación
	LM-42	443.809	6.885.405	X		Observación
Quebrada Roco	MNB-4A (*)	441.352	6.888.661		X	Observación
	MNB-4B	441.352	6.888.660		X	Observación
	MNB-4C	441.349	6.888.659		X	Observación
	PZB-01	441.370	6.888.653		X	Observación
	LM-31	441.382	6.888.646	X		Observación
Confluencia entre Qda. La Brea Alta y Qda. Roco	LM-36	438.828	6.885.849	X		Alerta Temprana

Notas: (\*) corresponde a puntos que forman parte del PMR Calidad 2015. (\*\*) representa la mezcla entre aguas subterráneas y superficiales retenida por el muro cortafugas.

## 5.2 Parámetros de Monitoreo

Las variables o parámetros que conforman el Plan de Seguimiento se listan en la Tabla 9. En comparación al PMR del año 2015, donde se comprometió el seguimiento de los parámetros listados en la NCh1.333, Of.78, en el presente Plan de Seguimiento se agregó un listado de elementos mayoritarios para poder verificar la representatividad de las muestras con su balance iónico. Se eliminó el parámetro cianuro por no ser un parámetro indicador de afectación por la extracción de cobre; y se reemplazó alcalinidad por bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ).

**Tabla 9: Parámetros de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre.**

Grupo	Parámetros
Físicos*	Aguas subterráneas: Nivel
	Aguas superficiales: Caudal
Fisicoquímicos en terreno (*)	pH
	Conductividad eléctrica (CE)
	Sólidos Disueltos Totales (SDT)
	Temperatura ( $T^\circ$ )
Elementos mayoritarios disueltos (**)	Ca, Mg, Na, K, $\text{HCO}_3$ , $\text{SO}_4$ , Cl
Elementos trazas (**)	Al, As, Ba, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, F, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Ag, Pb, Se, V, Zn

Notas: (\*) indica parámetros controlados en terreno.

(\*\*) indica parámetros controlados en laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.3 Frecuencia del Monitoreo

En la Tabla 10 se muestra la frecuencia de monitoreo genérica para todos los puntos que conforman el Plan de Seguimiento.

**Tabla 10: Frecuencias de monitoreo para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre.**

Fase del proyecto	Frecuencia de monitoreo	
	Físicos Fisicoquímicos en terreno Sulfato	Elementos mayoritarios disueltos Elementos trazas
Operación	Mensual	Mensual
Cierre	Trimestral	Trimestral

Fuente: Elaboración propia.

## 5.4 Duración de Monitoreo

En la Tabla 11 se presenta la duración del Plan de Seguimiento.

**Tabla 11: Duración del seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre, según fase del proyecto.**

Fase del proyecto	Duración del Plan de monitoreo
Operación	Toda la fase de operación del proyecto.
Cierre	Finalizada la operación, se estima una duración de al menos 10 años de monitoreo de la calidad de las aguas. La duración, frecuencia y otros detalles del monitoreo se actualizará consistentemente con el Plan de Cierre y sus futuras actualizaciones.
Post-Cierre	10 años después del Cierre

Fuente: Elaboración propia.

El monitoreo en la fase de cierre se propone mantener durante al menos 10 años luego del fin de operaciones, cuando se realicen las actividades de cierre.

Cabe señalar que, en las fases de cierre y post-cierre la duración y frecuencia de monitoreo del Plan de Seguimiento podrá verse modificada según los compromisos que se definan en el Plan de Cierre y sus futuras actualizaciones, que corresponde al permiso sectorial a presentarse oportunamente al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), en el cual se dará cuenta de los antecedentes generados durante la fase de operación.

## 5.5 Método de Medición

En la Tabla 12 se indican los métodos de medición de los parámetros comprometidos en el Plan de Seguimiento según tipo de cada estación de monitoreo (pozo o estación superficial).

**Tabla 12: Descripción general del procedimiento o método de medición para seguimiento de calidad de aguas – Depósito de Lastre**

Variable	Método de medición	
	Pozos sin bomba dedicada	Estaciones superficiales y operacionales
Medidas <i>in situ</i> (pH, CE, T)	Purga del pozo y medición utilizando celda de flujo	Medición directo o en recipiente, según condiciones en terreno
Nivel freático	Pozómetro	N/A
Caudal	N/A	Caudalímetro con varias mediciones en una transecta
Analizados en laboratorio	Purga del pozo y muestreo en superficie	Muestreo directo o con recipiente, según condiciones en terreno

Nota: N/A: no aplica.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.6 Umbrales de Alerta Temprana y Referencia Máxima

Para el cálculo de los Umbrales de Referencia Máxima (URM) y Umbrales de Alerta Temprana (UAT) se ha utilizado la metodología aprobada en el PMR Calidad 2015. Para los puntos de alerta temprana, los niveles de referencia han sido determinados en función de las concentraciones de calidad de aguas de la quebrada Roco, en cuya área de drenaje no se emplazan partes, obras o acciones de la Faena Minera Caserones y, por tanto, no se encuentra influenciada por su operación. Además, la cantidad de flujo y la calidad de aguas de la quebrada Roco es predominante en la mezcla de aguas que es conducida a través del canal de contorno que desvía las aguas superficiales no contactadas del Depósito de Lamas La Brea y las entrega al Río Ramadillas.

En ausencia de una base de datos robusta para el periodo pre-operacional en la quebrada La Brea Alta, y considerando que las aguas de esta quebrada se mezclan con las aguas de mayor caudal provenientes de la quebrada Roco, se adopta esta información para el cálculo de umbrales de referencia. La información que ha sido utilizada para el cálculo de los umbrales corresponde a los siguientes puntos de control de calidad de aguas:

- Aguas subterráneas: Pozo MNB-4C habilitado en aluvial en la salida de la quebrada Roco. Los umbrales calculados en base a la información registrada en este pozo, servirán de referencia para el seguimiento de la información que se registre en el punto de muestreo LM-51, ubicado en la quebrada La Brea Alta.
- Aguas superficiales: Estación LM-31 ubicado en la salida de la quebrada Roco. Los umbrales calculados en base a la información registrada en esta estación, servirán de referencia para el seguimiento de la información

que se registre en la estación LM-36, ubicada a la salida del canal de desvío de aguas superficiales no contactadas del Depósito de Lamas La Brea, antes de la entrega en el río Ramadillas.

Por representar de mejor manera la calidad de agua que contribuye a la parte de la sub-cuenca de La Brea Alta donde se ubica el Depósito de Lastre, se propone igualmente aplicar el umbral de pH el cual fue definido en base del pH mínimo para agua de riego (NCh1333) a la estación de muestreo LM-51 en lugar del pozo PZL-01.

La Tabla 13 presenta los umbrales de referencia calculados para el seguimiento los puntos de alerta temprana MNL-3A y LM-36. En caso de obtener umbrales de referencia máximos menores a los valores establecidos por la NCh1333, se proponen los límites establecidos por esta norma de referencia.

No se aplican umbrales para CE, SDT, SO<sub>4</sub> y Cl para la estación de muestreo LM-51, entendiendo que las aguas subterráneas de la quebrada La Brea Alta son igualmente interceptadas por los pozos de recuperación y remediación en la salida de la quebrada La Brea Baja.

**Tabla 13: Umbrales de Alerta Temprana y de Referencia Máximos en quebrada La Brea Alta**

Parámetro	Unidades	LM-51		LM-36	
		URM	UAT	URM	UAT
pH	-	Inferior a 5,5	Inferior a 5,8	7,1 - 8,4	7,3 - 8,3
CE	µS/cm	-	-	1532	1429
SDT	mg/L	-	-	1068	1009
SO <sub>4</sub>	mg/L	-	-	785	727
Al	mg/L	5,0*	4,0	5,0*	4,00
As	mg/L	0,10*	0,08	0,10*	0,08
Ba	mg/L	4,0*	3,2	4,0*	3,2
Be	mg/L	0,10*	0,08	0,10*	0,08
B	mg/L	0,75*	0,6	0,75*	0,6
Cd	mg/L	0,01*	0,008	0,01*	0,008
Cl	mg/L	-	-	200*	160
Co	mg/L	0,05*	0,04	0,05*	0,04
Cu	mg/L	0,20*	0,16	0,20*	0,16
Cr	mg/L	0,1*	0,08	0,1*	0,08
F	mg/L	1,0*	0,8	1,06	0,97
Fe	mg/L	32,8	28,2	5,0*	4,0
Li	mg/L	2,5*	2,0	2,5*	2,0
Mn	mg/L	1,3	1,1	1,6	1,4
Hg	mg/L	0,001*	0,0008	0,001*	0,0008
Mo	mg/L	0,01*	0,01	0,016	0,015
Ni	mg/L	0,2*	0,16	0,2*	0,16
Ag	mg/L	0,2*	0,16	0,2*	0,16
Pb	mg/L	5,0*	4,0	5,0*	4,0
Se	mg/L	0,02*	0,016	0,02*	0,016

Parámetro	Unidades	LM-51		LM-36	
		URM	UAT	URM	UAT
V	mg/L	0,15	0,13	0,18	0,15
Zn	mg/L	2,0*	1,6	2,0*	1,6

Nota: \* indica parámetros cuyos URM coinciden con las concentraciones máximas de elementos químicos establecidos en Tabla 1 de NCh1333.  
Fuente: Elaboración propia.

## 5.7 Criterios y Acciones de la Alerta Temprana y Alerta de Remediación

Se definen los siguientes criterios de activación y desactivación de la Alerta y acciones:

- Se activará la etapa de alerta si dos de las últimas tres mediciones (mensuales) están por sobre los valores de los UAT en al menos uno de los parámetros de control definidos para las estaciones LM-36 y LM-51.
- En caso se active la etapa de alerta, se aumentará la frecuencia de muestreo de mensual a quincenal y la frecuencia de los reportes a la autoridad, de semestral a bimestral. En caso de que la estación LM-36 presente valores por encima de los UAT se verificará si la quebrada La Brea Alta (LM-30) presenta flujo y valores también por encima de los UAT, con la finalidad de determinar si las aguas contactadas del Depósito de Lastre son causantes de los valores elevados en LM-36.
- El estado de alerta se desactivará después de no haber observado excedencias del UAT por cuatro meses. Si durante este periodo de observación los valores y concentraciones de parámetros indicativos de alerta disminuyen a valores bajo el UAT, se desactiva el plan de alerta y se restablece el escenario de seguimiento normal definido.

En caso de excedencias de los URM en los puntos de alerta temprana MNL-3A y/o LM-36:

- Se activa la etapa de remediación si el promedio de las últimas ocho (8) mediciones (dos meses) o seis (6) de las últimas ocho (8) mediciones superan el valor URM para al menos uno de los parámetros de alerta definidos en la Tabla 13.
- En caso que se sobrepasen los URM definidos para sulfato u otros elementos mayoritarios, SDT o CE en el agua superficial monitoreada en la estación LM-36, y se confirme que estas concentraciones elevadas tuviesen su origen en la quebrada La Brea Alta, las aguas superficiales de esta quebrada serán conducidas hacia la cubeta del Depósito de Lamas La Brea, mediante la operación de la obra dual existente IP-A1, en su configuración de compuerta cerrada hacia el canal de contorno de aguas de no contacto y abierta hacia la cubeta del depósito de lamas, para posteriormente ser capturadas por el Sistema Dinámico de Extracciones de Aguas Subterráneas implementado en la zona baja de la quebrada La Brea. Cabe mencionar, que en el caso que dichos parámetros sobrepasen los URM definidos en el pozo MNL-3A, estas aguas serán capturadas aguas abajo por el sistema de pozos de recuperación y remediación del sistema de control de infiltraciones en quebrada La Brea (zona baja) y no se requiere acciones adicionales.
- En el caso de pH inferior a su umbral y/o presencia de metales encima de sus respectivos URM en aguas subterráneas (LM-51) o aguas superficiales (LM-36) se usará el sistema de tratamiento pasivo del drenaje ácido del Depósito de Lastre a través del paso por el lecho alcalinizante y descarga a Ramadillas. Se agregará un punto de control adicional en la salida del sistema de tratamiento pasivo en el cual se medirán los mismos parámetros de análisis definidos para los demás puntos de control (Tabla 9).

- En el caso que existan aguas que sean conducidas al Depósito de Lamas La Brea, se repondrá en el punto LM-36 una cantidad de agua equivalente, para ser descargada al río Ramadillas. El agua que se utilizará para dicho fin provendrá de pozos de suministro de agua fresca que MLCC tiene autorizados ambientalmente.

## 5.8 Reportes a la Autoridad

Respecto de la frecuencia de los reportes, a partir del inicio del proyecto se entregará a la Autoridad Ambiental (SMA) un informe **semestral** que contenga todos los antecedentes generados durante dicho período. La entrega de los informes se hará dentro de un plazo máximo de tres meses después de cumplido cada ciclo semestral. En el caso de que los indicadores de cumplimiento se comporten distinto a lo previsto, según se describe en la sección 5.7, se activará una alerta, modificándose la frecuencia de entrega de los reportes, pasando de semestral a bimestral.

En cuanto a los contenidos de cada informe, éstos serán consistentes con lo requerido por la Autoridad en la Res. SMA 894/2019 que “Dicta Instrucciones para la Elaboración y Remisión de Informes de Seguimiento Ambiental del Componente Ambiental Agua”.



**[golder.com](http://golder.com)**