

ORD. N° : 1813

ANT.

 1. Resolución Exenta N° 044/2019, de la Comisión de Evaluación de la Región Metropolitana de Santiago, de fecha 23 de enero de 2019.

Carta AM 2019/025, de Alto Maipo SpA, de fecha 11 de febrero de 2019.

 Ord. N° 0281 del SEA RM, de fecha 15 de febrero de 2019.

4. Ord. N° 0497 del SERNAGEOMIN, de fecha 26 de febrero de 2019.

5. Ord. N° 0396 del SEA RM, de fecha 08 de marzo de 2019.

MAT.

: Solicita antecedentes.

SANTIAGO, 14 0CT 2019

A: NELSON SAIEG PAEZ
REPRESENTANTE LEGAL
ALTO MAIPO SPA

DE: DIRECTORA REGIONAL DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL SECRETARIA COMISIÓN DE EVALUACIÓN REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Junto con saludar, en el marco del proceso de revisión excepcional de la Resolución Exenta N° 256/09, de fecha 30 de marzo de 2009, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago, que califica ambientalmente favorable el "Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp. N°105" (en adelante "RCA N° 256/09"), iniciado mediante la Resolución Exenta N° 044/2019, de fecha 23 de enero de 2019, de la Comisión de Evaluación de la Región Metropolitana de Santiago, comunico a Ud. que su presentación individualizado en el ANT.2, requiere de antecedentes adicionales, para efectos de emitir un pronunciamiento en los términos requeridos, por lo que le solicitamos acompañar los siguientes antecedentes:

1. Descripción del proyecto o actividad

- 1.1. Se solicita al Titular presentar en una tabla los considerandos de la RCA N° 256/09 y la relación con las partes, obras y acciones propuestas para el control y manejo de los afloramientos de aguas en los túneles del Proyecto, así como las partes, obras y acciones relacionadas con el impacto no previsto que fueron definidas para dicho objetivo en la Resolución Exenta N° 29/ROL D-001-2017, de fecha 06 de abril de 2018, de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante la "Res. Ex. N° 29), que aprueba el programa de cumplimiento y suspende el procedimiento sancionatorio en contra de Alto Maipo SpA.
- 1.2. Se solicita presentar la cartografía digital, en formato KMZ, y por separado, las partes y obras de la RCA N° 256/09, del presente proceso de revisión de la RCA, y de la Res. Ex. N° 29, relacionadas con el impacto no previsto. Asimismo, se solicita señalar si se han realizado modificaciones a las obras superficiales y subterráneas del Proyecto, como ubicación de las plantas de tratamiento de aguas afloradas o de RILes, trazado de los túneles, piques, ventanas, entre otras, con respecto a lo aprobado en la RCA N° 256/09 (punto 2.2.3 y Anexo 11 del EIA).



Adicionalmente, considerando que la longitud y ubicación (presencia de estructuras) de los túneles pueden afectar el nivel de afloramiento de agua, se solicita presentar los antecedentes necesarios para acreditar la ubicación de los túneles del Proyecto mediante el uso de técnicas de exploración (como *Airborne radar*, técnicas sísmicas, entre otras) y justificar técnicamente la metodología utilizada, considerando las características de la zona de emplazamiento y la profundidad de las obras subterráneas.

- 1.3. Se solicita presentar un cronograma actualizado de las partes y obras subterráneas del Proyecto, a saber, túneles, chimeneas de equilibrio, ventanas, cavernas de máquinas, entre otras, indicando el estado de avance y su ubicación en un plano, a escala adecuada. Asimismo, se solicita incluir el programa de cierre de la fase de construcción, considerando las obras que no se encuentran en la RCA N° 256/09, como las plantas de tratamiento de aguas afloradas, indicando las acciones contempladas y su duración.
- 1.4. Respecto de la excavación de los túneles, se solicita señalar y describir el método de excavación que se utilizar o se utilizarán en cada túnel (*Drill & Blast*, TBM abierta o cerrada), indicando los equipos, maquinarias e insumos necesarios. Además, se solicita señalar las diferencias de cada método de excavación en el control de los afloramientos de agua.
- 1.5. En los antecedentes presentados en el "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas afloradas del PHAM", indican que la medida de control de infiltraciones utilizada actualmente, es decir el grouting, no ha sido suficiente para detener los afloramientos en los túneles y, debido a lo anterior, el Titular considera el aumento de la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas afloradas para su posterior descarga a los cauces superficiales más cercanos.

Al respecto en el punto 4.1 del Anexo 45 de EIA señala que:

"En principio, se pueden establecer criterios para limitar las filtraciones máximas permitidas en un cierto tramo de túnel, y luego establecer los métodos de control a aplicar. Estos métodos pueden ser:

- Inyección sistemática de la roca.
- Revestimiento de concreto normal o armado e inyecciones de consolidación entre la roca y el concreto.
- Revestimiento de concreto con membrana impermeable. En casos extremos, la membrana podría reemplazarse por revestimiento en acero.

Durante la excavación, para prevenir filtraciones en sectores donde se anticipen problemas y se puedan controlar anticipadamente, se realizan sondajes de exploración y si es necesario se aplican inyecciones."

Adicionalmente, en el punto 10 del Capítulo 7 de la Adenda N° 2 del EIA señala que:

"La capacidad de las piscinas se ha calculado considerando la contingencia máxima de filtraciones totales acumuladas a lo largo del frente de excavación del túnel, evacuadas por la ventana respectiva, esto es, una tasa de 1 L/seg/km de excavación

Otra situación distinta a lo planificado, por razones constructivas, requiere impermeabilización del frente de excavación mediante inyecciones, eliminando filtraciones."

Considerando lo anterior, se solicita al Titular señalar las medidas de control de los afloramientos que ha implementado durante la fase de construcción, y analizar la implementación de las medidas de control que no se han aplicado u otras que no fueron señaladas durante el proceso de evaluación del EIA, que permitan prevenir, limitar o eliminar los afloramientos en los túneles. Además, se solicita señalar si se considera implementar medidas de control adicionales para eliminar los afloramientos en los túneles antes del inicio de la fase de operación.

1.6. En el Capítulo 8 del informe del modelo hidrogeológico que se presenta en el Anexo B del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamientos de aguas afloradas del PHAM", se señala que: "Como resultado de la evaluación de estos escenarios, se concluyó que los caudales de aguas afloramiento, expresados en términos de caudales medios mensuales y estimados en los portales de los sistemas de túneles, disminuyen notablemente al aplicar la medida de control, ya que los caudales simulados para el escenario 2 fueron considerablemente menores que para el escenario 1.". Sin embargo, de acuerdo a los resultados que se presentan en la Figura 7-3 a la Figura 7-11 del citado Informe, se observan que al final del período de simulación, habrá un caudal de afloramiento en todos los portales del Proyecto, de hasta 50 l/s, aproximadamente, en algunos casos (portal VL4 y L1). Al respecto, se solicita señalar si se considera



implementar medidas de control para eliminar los afloramiento en los túneles antes del inicio de la fase de operación.

- 1.7. En relación del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas afloradas del PHAM", se tienen las siguientes observaciones:
 - 1.7.1. En el Capítulo 4 del citado Informe se señala que se pueden producir eventos de descargas de contingencia y que dicha descarga cumplirá con lo establecido en el D.S. Nº 90/2000, del MINSEGPRES, de acuerdo al flujograma de la Figura 1. Al respecto, se solicita describir cómo la descarga de contingencia cumplirá con la norma de emisión establecida en el citado Decreto.
 - 1.7.2. Se solicita ampliar e indicar la cantidad de eventos de descarga de contingencia que se han producido durante la fase de construcción del Proyecto y una descripción de cada evento, que incluya, a lo menos, el túnel o portal, ubicación del sector de afloramiento, caudal de descarga y el cuerpo receptor. Asimismo, se solicita ampliar y describir el proceso y regla de operación para la neutralización del pH.
 - 1.7.3.Respecto de la descripción general del manejo de las aguas de afloramiento que se presenta en el punto 4.1 y Figura 1 del citado Informe, se solicita ampliar y presentar lo siguiente:
 - 1.7.3.1. Descripción de los canales y tuberías utilizadas para la conducción de las aguas de afloramiento hacia las plantas de tratamiento (dimensiones, capacidad y tipo de material utilizado).
 - 1.7.3.2. Descripción del sistema de bombeo, incluyendo una descripción de cada componente (dimensiones, capacidad y tipo de material), la cantidad de sistemas de bombeo por túnel (distancia entre cada sistema) y un diagrama del funcionamiento del sistema.
 - 1.7.3.3. Indicar la cantidad de sistemas de bombeo actuales y proyectado en cada túnel y presentar un registro fotográfico de los sistemas que se encuentran en funcionamiento indicando la fecha y hora de cada fotografía y su ubicación.
 - 1.7.3.4. Descripción de las plantas de tratamiento, incluyendo una descripción de las obras para cada etapa de tratamiento de las aguas (dimensiones, capacidad y tipo de material), la superficie utilizada, capacidad de tratamiento en cada sector, el sistema de medición de caudal y de la calidad del agua (parámetros que se miden en línea), las coordenadas UTM (datum WGS84, huso 19S), y la cartografía digital, en formato KMZ, de cada una de las plantas de tratamiento y presentar un registro fotográfico de las plantas de tratamiento en funcionamiento o en construcción, indicando la fecha y hora de cada fotografía y su ubicación.
 - 1.7.3.5. Descripción del sistema de conducción de las aguas tratadas hacia su punto de descarga (dimensiones, capacidad y tipo de material), las obras construidas en los cursos de aguas donde son descargadas las aguas tratadas, las coordenadas UTM (datum WGS84, huso 19S) y la cartografía digital, en formato KMZ, de los puntos de descarga y un registro fotográfico de cada uno de los puntos de descarga, indicando la fecha y hora de cada fotografía.
 - 1.7.3.6. Asimismo, se solicita aclarar si se realizaron modificaciones al sistema de conducción y los puntos de descarga debido a que se generó un mayor afloramiento de agua en los túneles y se solicita señalar si se contempla modificar dicho sistema, en consideración al aumento de la capacidad de las plantas de tratamiento.
 - 1.7.4.En la columna "Estimación Capacidad Operacional por Portal (l/s)" de la Tabla 3 del citado Informe, para el portal VL7/VL8 se indica la siguiente simbología "-". Al respecto, se solicita aclarar el significado de la nomenclatura adoptada.
 - 1.7.5. Respecto del tratamiento de RILes que se señala en el Capítulo 7 del citado Informe, se solicita aclarar y ampliar, según corresponda, considerando lo siguiente:
 - 1.7.5.1. Considerando que se estima un aumento en los afloramientos de agua en los túneles, se solicita ampliar y actualizar la estimación de RILes que generará el Proyecto en los frentes de trabajo e indicar si será necesario la construcción de nuevas plantas de tratamiento de RILes o la modificación de los puntos de descarga.



- 1.7.5.2. Se solicita relacionar cada una de las plantas que se señalan en la Tabla 4 del citado Informe con la ubicación de las plantas de tratamiento señaladas en la Tabla 3.3.2.2, de la sección 3.3.2 del EIA, e indicar si se construyeron plantas de tratamiento de RILes adicionales a lo autorizado en la RCA N° 256/09.
- 1.7.5.3. Se solicita presentar en una tabla las coordenadas UTM (datum WGS84, huso 19S), y la cartografía digital, en formato KMZ, de los puntos de descarga de cada planta de tratamiento de RILes. Asimismo, se solicita presentar un registro fotográfico de cada uno de los puntos de descarga, indicando la fecha y hora de cada fotografía.
- 1.8. En relación del documento "Procedimiento de cementación de pre y post excavación", se tienen las siguientes observaciones:
 - 1.8.1.En el Capítulo 1 del citado Documento, se señala que "(...) Adicionalmente, en función de los diferentes rangos de afloramiento se determinará el uso de medidas alternativas para el control de afloramiento, tal como el uso de revestimientos en base a concreto o acero." Al respecto, se solicita señalar y justificar los rangos de afloramiento de agua definidos para el uso de revestimientos en base a concreto o acero. Adicionalmente, considerando que el caudal promedio en el primer semestre del 2018 es de 159 l/s (Tabla 4-7 del Anexo B del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas afloradas del PHAM"), y se estima un caudal promedio de afloramiento de hasta 769 l/s (Tabla 2 del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas afloradas del PHAM"), se solicita al Titular justificar que no se considere el uso de revestimientos en base a concreto o acero u otras medidas de control para limitar o eliminar los afloramientos en los túneles.
 - 1.8.2.En relación a la definición de las inyecciones que se indica en el Capítulo 4, se solicita al Titular señalar qué aspectos de lo propuesto no fueron aplicados durante la excavación de los túneles con afloramientos de aguas. Adicionalmente, se solicita señalar las diferencias entre el procedimiento propuesto y lo establecido en la RCA N° 256/2009.
 - 1.8.3.En la letra a) del Capítulo 4 del citado Documento señala que: "En el caso de los túneles excavados con TBM (abierta o cerrada) estos sondajes serán realizados siempre y cuando las condiciones geológicas lo permitan y no comprometa el avance de la misma.". Al respecto, se solicita al Titular modificar lo señalado anteriormente, de forma que siempre se realicen los sondajes exploratorios, que permitan determinar los antecedentes necesarios para la implementación de las acciones de impermeabilización de los túneles. Cabe destacar que en la citada letra, se señala que: "De este modo los sondajes exploratorios constituyen la fuente de información para determinar los antecedentes para la definición de inyecciones i), ii), y iii) del listado anterior."
 - Asimismo, considerando que el Titular ha señalado que los afloramientos de agua se deben "a la presencia de estructuras geológicas que conectan el túnel con el sistema de roca" (punto 4.3.2.2 del Anexo B del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamientos de aguas afloradas del PHAM"), se solicita implementar en todos los sectores con presencia de estructuras geológicas, el pregrouting u otro método de impermeabilización en forma previa a la realización de los sondajes exploratorios y al avance de la excavación.
 - 1.8.4.La letra a) del Capítulo 5 del citado Documento señala: "Este considera los umbrales de afloramiento compatibles con el avance de la excavación de forma segura para los trabajadores, equipos y estabilidad del túnel respectivo.". Al respecto, se solicita ampliar e indicar los umbrales de afloramiento de aguas en los túneles que son compatibles con la seguridad de los trabajadores, equipos y la estabilidad del túnel.
- 1.9. En relación del documento "Plan de contingencia de aguas de afloramiento", se tienen las siguientes observaciones:
 - 1.9.1.Considerando que el afloramiento de agua en los túneles no corresponde a una situación de riesgo o contingencia y para evitar la confusión con el plan de contingencias y de emergencias que señala el literal j) del artículo 18 del D.S. N° 40/2012, del MMA, se solicita modificar el nombre del documento, así como el uso de la palabra "contingencia" en la descripción del procedimiento de acción para los 3 niveles de caudal de afloramiento de agua en los túneles.
 - 1.9.2.En el punto 5.2.3 letra f) del citado Documento se señala que: "Una vez se produzca una descarga de contingencia se deberá realizar dentro de los dos días siguientes un



monitoreo del cuerpo receptor de la descarga en puntos representativos de la columna de agua del cuerpo receptor, ubicados preferentemente a una distancia de 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo del punto de descarga" (énfasis agregado). Al respecto, el plazo de dos días indicado es muy extenso considerando la velocidad de escurrimiento del agua superficial. Lo anterior, el monitoreo deberá realizarse en un plazo no mayor a 1 hora de ocurrida la descarga hasta su término, a intervalos máximos de 1 hora, con el objetivo de verificar los efectos de la descarga sobre la calidad de las aguas del cuerpo receptor. El Titular deberá proponer los parámetros fisicoquímicos y las técnicas de medición que permitan cumplir con la frecuencia indicada en el lugar de descarga (se recomienda la medición de, a lo menos, SST, pH, CE, OD, turbiedad, color y alcalinidad). Adicionalmente, se deberá dar aviso inmediato a la SMA y a los usuarios que se encuentren aguas abajo de la descarga y se solicita presentar un procedimiento para mantener informado a la Autoridad y a la comunidad sobre el estado de la descarga.

- 1.9.3.Respecto de las características de activación del nivel 3 (superación de la capacidad de las plantas de tratamiento o descarga de contingencia), que se presentan en la Tabla 1, se solicita modificar el avance condicionado por la detención del avance de la excavación para evaluar la situación. Asimismo, se solicita ampliar y describir las acciones que se implementarán para detener los afloramientos en un estado de operación del nivel 3.
- 1.9.4.Respecto del transporte de agua a otras plantas de tratamiento, se solicita al Titular ampliar y describir la citada acción, indicando las partes y obras necesarias, un cronograma de esta acción, y el posible trazado, en caso que el transporte de agua sea por tuberías.
- 1.9.5. Respecto del reporte señalada en la letra i) del punto 5.2.3 del citado Documento, se solicita que el informe preliminar sea enviado a la SMA en un plazo no mayor a 24 horas desde el inicio del evento. En cuanto a los resultados de laboratorio, los informes deberán ser enviados a la SMA, a más tardar, el segundo día hábil después de la emisión de los resultados por parte del laboratorio, y deberá contener los resultados de las variables analizadas, los informes emitidos por el laboratorio, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.

2. Determinación y justificación del área de influencia del proyecto o actividad

- 2.1. Se solicita al Titular presentar una nueva determinación y justificación del área de influencia de las componentes hidrología e hidrogeología, considerando los antecedentes solicitados en el presente documento y los criterios señalados en los capítulos 3 y 4 de la guía "Área de influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" (SEA, 2017).
- 2.2. En relación al informe del modelo hidrogeológico que se presenta en el Anexo B del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamientos de aguas afloradas del PHAM", se tienen las siguientes observaciones:
 - 2.2.1.En el modelo conceptual presentado en el Capítulo 3 del citado Informe, se solicita ampliar y presentar los antecedentes técnicos necesarios para determinar el origen de las aguas afloradas en cada uno de los túneles del Proyecto y su relación con los cauces superficiales y el acuífero sedimentario. Para lo anterior, se deberá considerar antecedentes geológicos, hidrogeológicos, calidad del agua y la composición isotópica del agua.
 - 2.2.2.En el punto 3.1 del citado Informe se señala que "(...) las divisorias de aguas superficiales son representativas de las divisorias hidrogeológicas del sistema rocoso (...)". Al respecto, se solicita ampliar y presentar los argumentos técnicos que sustenten aquella afirmación, considerando que generalmente, los límites hidrológicos no se condicen con los límites hidrogeológicos, en particular, en rocas que presentan un alto grado de tectonismo y fracturamiento.
 - 2.2.3.Se solicita mejorar la distribución de las etiquetas de la Figura 3-1 del citado Informe, de forma que se distingan claramente los trazados de los túneles, en particular del túnel Las Lajas.
 - 2.2.4. Se solicita aclarar los trazados (varias polilíneas) que aparecen junto a los túneles Las Lajas y Alfalfal II en la Figura 3-2 del citado Informe.
 - 2.2.5.En el punto 3.2 del citado Informe se señala que "No obstante, existen sectores con mayor potencial hidrogeológico, formados principalmente por depósitos de relleno no



consolidado, sedimentos fluviales, aluviales, glaciares, glacio-fluviales, lacustres y aluvionales, conformando así un sistema acuífero acotado en las zonas con depósitos más recientes y superficiales. Los valles de los ríos Maipo, Colorado, Yeso y Volcán presentan estas características hidrogeológicas que permiten el desarrollo de un sistema acuífero (...)".

Al respecto, se solicita ampliar y presentar los argumentos técnicos que descarten o acrediten la presencia de glaciares de roca en el área de influencia del Proyecto, en consideración que, según lo observado en imágenes satelitales, existen evidencias geomorfológicas de la presencia de glaciares de roca, en particular, en algunos puntos sobre el trazado del túnel El Volcán.

Asimismo, se solicita justificar técnicamente la no inclusión de los sectores de esteros y quebradas afluentes a los citados ríos como parte de la unidad hidrogeológica de depósitos sedimentarios, en consideración que, según lo observado en imágenes satelitales, se observan esteros y quebradas con presencia de vegetación y una potencia lateral que permite inferir la presencia de acuíferos asociados a dichos cauces superficiales que se encuentran dentro del área de estudio.

- 2.2.6.En relación a la Figura 3-3 del citado Informe, se solicita aclarar si la unidad de roca se definió como una sola unidad o si existe alguna diferenciación entre las distintas formaciones geológicas que afloran en el área de estudio, en particular la formación Lo Valdés, que se encuentra subvertical y con un alto tectonismo asociado.
- 2.2.7.Respecto de las condiciones de borde conceptuales señaladas en el punto 3.3 del citado Informe:
 - a) En relación al límite del dominio, se señala que "(...) se asume que no existen conexiones hidráulicas entre la unidad de roca en el dominio definido con sistemas de roca fuera de éste (...)". Al respecto, se solicita incorporar un mapa geológico que incluya el mapeo de estructuras que permita justificar técnicamente lo señalado.
 - b) Se solicita ampliar y presentar una descripción de la interacción río-acuífero de los ríos en el área de estudio, a saber, río Maipo, río Colorado, río Yeso y río Volcán. Para lo anterior, se solicita presentar los antecedentes utilizados para identificar las zonas de recuperación y pérdida del río y para estimar el caudal que aflora o infiltra hacia el acuífero en cada cauce.
 - c) Se solicita ampliar y presentar una descripción de la interacción entre los tres cuerpos de agua en el área de estudio, a saber embalse El Yeso, Laguna Lo Encañado y Laguna Negra con el acuífero. Para lo anterior, se solicita presentar los antecedentes utilizados para determinar la elevación media de los cuerpos de agua y para la estimación de la recarga al acuífero.
 - d) En relación a la salida del Río Maipo, se solicita ampliar y presentar los antecedentes que justifiquen la condición de borde de salida del dominio del área de estudio con una equipotencial de 780 msnm.
- 2.2.8.El punto 3.4 del citado Informe se señala que "(...) se cuenta con un total de 68 sondajes con información que permiten caracterizar la conductividad hidráulica en el dominio definido para la zona de estudio (...)". Se solicita ampliar e incluir un análisis de los distintos valores obtenidos según tipo de ensayo para la estimación de los parámetros hidráulicos, además de individualizar en una figura los distintos puntos según el tipo de ensayo realizado en cada uno de ellos.
- 2.2.9.Se solicita presentar la cartografía digital, en formato KMZ, con la ubicación de los sondajes del Proyecto con información hidrogeológica y los derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas, indicando el tipo de ensayo realizado y la conductividad hidráulica estimada.
- 2.2.10. En relación a la Figura 3-6 y Figura 3-7 del citado Informe, se solicitar presentar un análisis de los resultados obtenidos con los ensayos en roca fracturada y en roca sana o con menor grado de fracturamiento.
- 2.2.11. En relación a la Figura 3-8 del citado Informe, se solicita presentar por separado una figura con las formaciones y otra con los tipos de roca y adjuntar la cartografía digital, en formato KMZ, de las formaciones y tipos de roca presentes dentro del dominio del área de estudio. Lo anterior, en consideración que se mezclan las formaciones geológicas con tipos de roca y alteración hidrotermal. Adicionalmente, se solicita aclarar las diferencias entre las zonas de relleno con las zonas donde se identifican acuíferos en rellenos sedimentarios indicados en la Figura 3-4 del citado Informe.



- 2.2.12. En el punto 3.4 del citado Informe se señala que "(...) las pruebas hidráulicas presentadas en el Anexo 2, no poseen registros del coeficiente de almacenamiento, de manera que se adoptaron valores obtenidos de la literatura (...)". Al respecto, se solicita ampliar y presentar los argumentos técnicos para no efectuar pruebas de bombeo con pozo(s) de observación para obtener estimaciones del coeficiente de almacenamiento. Asimismo, se solicita justificar técnicamente los rangos de coeficiente de almacenamiento definidos, en particular para las unidades de roca (UH-2 y UH-3), considerando los antecedentes geológicos e hidrogeológicos en el área de estudio.
- 2.2.13. En el punto 3.5 del citado Informe se señala que "La primera unidad hidrogeológica UH1, corresponde a los depósitos no consolidados que conforman el acuífero del relleno sedimentario... corresponde a una unidad permeable, con un rango de permeabilidades que varía ente 1,2x10-1 a 5,6x10-1 m/d". Se solicita ampliar y presentar un análisis de la conductividad hidráulica estimada, junto con los antecedentes disponibles, que justifiquen técnicamente los valores obtenidos para la unidad UH1, en particular, en los sondajes con baja conductividad hidráulica.
- 2.2.14. En la Figura 3-9 del citado Informe, se solicita indicar los valores obtenidos en los sectores donde hay predominio de rocas fracturadas, separados de los sectores de roca sana o con poco grado de fracturamiento.
- 2.2.15. En relación a la unidad hidrogeológica UH-2, se solicita ampliar y presentar los antecedentes geológicos, geofísicos y de mediciones de conductividad hidráulica para justificar técnicamente el límite de 200 m de profundidad con respecto al nivel de terreno, para esta unidad y para extender este límite a toda el área de estudio.
- 2.2.16. En el punto 3.5 del citado Informe se señala, sobre la unidad UH-4, que "(...) A partir del estudio de SRK (2017) y de los valores mayores de los ensayos de permeabilidad, se estimó que la conductividad para esta unidad hidrogeológica varía entre 1x10-3 y 1x10-1 m/d". Al respecto, se solicita ampliar y describir los ensayos de permeabilidad realizados en las fracturas, presentar un mapa, a escala adecuada, y la cartografía digital, en formato KMZ, con la ubicación de los ensayos y las estructuras donde se realizaron los ensayos y adjuntar el estudio citado de SRK (2017).
- 2.2.17. Se solicita presentar el esquema de habilitación y la estratigrafía de los pozos con derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas y los pozos pertenecientes al Titular en el área de estudio, indicar la unidad hidrogeológica que corresponde los niveles registrados y analizar la consistencia entre la conductividad hidráulica estimada y la estratigrafía del pozo.
- 2.2.18. En la Figura 3-10 del citado Informe, se solicita indicar el tipo de estructura que corresponde cada una de las líneas negras (fallas normales, inversa, de rumbo, lineamiento, entre otras).
- 2.2.19. En el punto 3.6.1 del citado Informe se señala: "Cabe mencionar, que la información de profundidad del nivel estático disponible en los expedientes se ubica en el relleno sedimentario del río Maipo, entre las localidades de El Manzano y San Gabriel. Si bien, esta información fue medida entre 1985 y 2007, se considera representativa de la condición actual, por cuanto la demanda de aguas subterráneas en la parte alta del relleno sedimentario del río Maipo es baja en relación a la cantidad de agua que dispone el sistema (...)". Al respecto, se solicita presentar antecedentes actualizados de niveles de agua subterránea en el área de estudio que permitan verificar que los niveles en el acuífero sedimentario del río Maipo no han variado con respecto a los años 1985 y 2007.

Cabe señalar que existe información de niveles de agua subterráneas en los pozos de los APR Melocotón y San Alfonso que se encuentran en el estudio SIT DGA N° 390 "Diagnóstico de calidad de aguas subterráneas en la Región Metropolitana-complementario diagnóstico plan maestro de recursos hídricos Región Metropolitana de Santiago" (2016). Considerando lo anterior, se solicita incorporar la citada información en la línea de base de hidrogeología y en la calibración del modelo numérico.

2.2.20. Respecto de la información presentada en la Tabla 3-4 del citado Informe, se solicita señalar el motivo de una sola medición del nivel estático en el pozo de monitoreo SAM-09.

Adicionalmente, se solicita actualizar la información de niveles de agua subterránea de los pozos de monitoreo del Proyecto.



- 2.2.21. En relación a los tres criterios utilizados para generar el mapa de curvas equipotenciales del acuífero del relleno sedimentario (punto 3.7 del citado Informe), se solicita:
 - a) Respecto del segundo criterio, aclarar si el contacto roca-relleno se utilizó como dato de nivel piezométrico o como límite para definir cada curva.
 - b) Respecto del tercer criterio, presentar los antecedentes que permitan verificar que en todo los tramos de los ríos Maipo, Colorado, Yeso y Volcán, la interacción río-acuífero sea una condición del acuífero aportando al río y no al revés, es decir, que el río esté aportando agua al acuífero o que se presente una desconexión entre ellos y, por tanto, no sea aplicable este criterio para el trazado de las curvas equipotenciales.
- 2.2.22. En el punto 3.7 del citado Informe se señala que "(...) dentro del sistema hidrogeológico de estudio, no existe una explotación importante del acuífero, de manera que es posible afirmar que se encuentra en relativo equilibrio (...).". Al respecto, se solicita presentar antecedentes hidrológicos (evolución de la recarga) e hidrogeológicos que permitan justificar técnicamente lo indicado sobre el estado de relativo equilibrio del acuífero.
- 2.2.23. Adicionalmente, en el punto 3.7 del citado Informe se señala que "(...) En total se cuenta con 20 registros de niveles de agua subterránea, distribuidos a lo largo del dominio. Para los pozos de derechos de agua obtenidos desde los expedientes de la DGA, se consideró el nivel registrado durante la prueba de bombeo, mientras que para los pozos de monitoreo mensual se consideró el nivel promedio de la serie histórica (...)". Al respecto, se solicita describir la metodología utilizada para definir las curvas equipotenciales que se presentan en la Figura 3-18 del citado Informe, mediante la interpolación y extrapolación de datos de 20 pozos que no se encuentran ubicados homogéneamente dentro del área de estudio y presentar un análisis de la validez técnica de la cantidad de datos utilizados, considerando la extensión del área de estudio. Asimismo, se solicita precisar qué valor de nivel de agua subterránea de las pruebas de bombeo fue utilizado en cada pozo con derecho de agua y justificar técnicamente el uso del promedio de la serie histórica de los pozos de monitoreo del Proyecto.
- 2.2.24. Se solicita presentar un mapa, a escala adecuada, y la cartografía digital, en formato KMZ, de las curvas equipotenciales que se presentan en la Figura 3-18 del citado Informe, e incluir los pozos utilizados, con su respectiva cota piezométrica y las direcciones de flujo del agua subterránea.
- 2.2.25. En el punto 4.1 del citado Informe se señala que "El sistema de roca más somero, es capaz de recibir una recarga proveniente del aporte pluvial y nival. Este sistema que presenta un bajo nivel de permeabilidad, hace que el agua de recarga se conduzca por fracturas hasta las quebradas de los mismos sistemas de roca aportando al flujo base de dichas quebradas". Al respecto, se solicita presentar un mapa, a escala adecuada, con la ubicación de las fracturas que recargan a las quebradas, en particular, en las zonas aledañas a los túneles en construcción, además de una estimación de sus constantes elásticas.
- 2.2.26. En el punto 4.2.1 del citado Informe se señala que "Para la determinación del balance hídrico global de los sistemas sedimentarios definidos como UH-1 y para los subsistemas de los ríos Colorado, Yeso, Volcán y Maipo, se utiliza toda la información de los citados caudales con el fin de verificar la presencia de afloramientos netos a través de los cauces principales, dado que el balance en el sistema sedimentario considera que existe una recarga superficial que proviene desde los aportes pluviales y nivales que ocurren durante el año y esta entrada al sistema hidrogeológico se manifiesta como flujo base". Al respecto, presentar los argumentos técnicos para no incluir en el balance hídrico, la evaporación, la evapotranspiración, la recarga subterránea lateral y los aportes subterráneos tanto de sistemas glaciares como de glaciares en roca.
- 2.2.27. Se solicita presentar la cartografía digital, en formato KMZ, de los puntos de medición de caudal de la campaña de aforo.
- 2.2.28. En el punto 4.2.2 del citado Informe, respecto de la fórmula utilizada para estimar la recarga del sistema sedimentario ($R_s = \alpha \cdot Q_P + \beta \cdot Q_N$), se solicita ampliar y presentar los argumentos técnicos para asignar un 15% para ambos coeficientes (α y β).
 - Adicionalmente, se solicita presentar la serie de datos utilizada, en una planilla de cálculo en formato Excel, y una descripción de la metodología para la estimación de la recarga en el relleno sedimentario de cada subsistema.



- 2.2.29. En el punto 4.2.3 del citado Informe se señala que: "(...) existen 33 derechos de aprovechamiento de agua subterránea constituidos (DGA, 2018), cuyo caudal anual promedio de extracción es de 243 L/s (...)". Al respecto se solicita aclarar y rectificar lo anterior, en consideración que al sumar los caudales indicados en la Tabla 4-3, sin considerar el dren superficial, se obtiene 204,95 l/s. Asimismo, se solicita señalar cómo fue incluido en el balance hídrico conceptual el dren superficial asociado al expediente NR-1302-800000.
- 2.2.30. Se solicita presentar la cartografía digital, en formato KMZ, con la ubicación de los derechos de aguas subterráneas otorgados que se indican en la Tabla 4-3 del citado Informe. Adicionalmente, se solicita indicar el motivo de la ausencia de coordenadas en algunos derechos presentes en la citada tabla y se solicita determinar su ubicación.
- 2.2.31. En el punto 4.2.4 del citado Informe se señala que "(...) En la Figura 4-5 se presenta una vista en planta de la sección en donde se realiza el cálculo, la flecha azul indica la dirección del flujo subterráneo y en la línea negra segmentada se indican los 2.000 m en donde se realizó la estimación del gradiente hidráulico.". Al respecto, se solicita incluir en la citada figura los pozos utilizados (indicar nombre y cota piezométrica) para definir las curvas equipotenciales en el segmento donde se estimó el gradiente hidráulico.
- 2.2.32. En relación a los datos de la Tabla 4-4 del citado Informe, donde se presentan valores de conductividad bajos a muy bajos para las distintas unidades hidrogeológicas, se solicita analizar y comparar los datos de conductividad hidráulica que se encuentran cercanos al sector donde se estima la descarga del flujo subterráneo con los valores de K mín., K medio y K máx. reportados para cada unidad hidrogeológica Adicionalmente, se solicita justificar técnicamente el uso del mismo gradiente para las 3 unidades hidrogeológicas.
- 2.2.33. En el punto 4.3.1 del citado Informe, se solicita justificar técnicamente los valores de los coeficientes α y β definidos para cada tipo de comportamiento de recarga en la unidad de roca.
 - Adicionalmente, para el caso del Tipo III, señala que "(...) La diferencia entre el flujo base aforado y la recarga estimada, se considera como aporte glaciar, ya que, en el periodo de abril, si bien no hay aporte pluvial o nival, la componente glaciar puede aportar entre un 25 a 90% de los flujos superficiales medidos (Castillo, 2015)". Al respecto, se solicita justificar técnicamente el rango del aporte glaciar, y especificar la magnitud de dicho aporte que se obtiene al realizar el balance entre el flujo base y la recarga estimada. Adicionalmente, se solicita justificar técnicamente la ausencia de la recarga en las zonas de rocas fracturadas correspondientes a la UH4.
- 2.2.34. En el punto 4.3.2.1 del citado Informe se señala que "(...) en aquellos sistemas que contienen fuente glaciar, un porcentaje importante del flujo base es alimentados por el deshielo glaciar (Castillo, 2015), por lo que esta componente debe ser considerada para estimar el flujo base subterráneo. De esta forma, aquellas cuencas en donde el área glaciar aportante es importante, como por ejemplo El Estero La Engorda, Quebrada Morales o El Estero Aucayes entre otras, la magnitud del caudal superficial, se ve fuertemente influenciado por el aporte glaciar del sistema, de manera que la recarga es un porcentaje menor del aforo realizado". Al respecto, se solicita ampliar y presentar una estimación de la magnitud de los afloramientos asociada a la recarga subterránea producto del aporte glaciar, así como el porcentaje asociado a dicha recarga para cada subcuenca.
- 2.2.35. En el punto 4.3.2.2 del citado Informe se señala que "A medida que se avanza en la construcción de los túneles, se registran afloramientos de agua al interior de estos, según lo presentado en el Anexo 3, estos afloramientos se deben a la presencia de estructuras geológicas que conectan el túnel con el sistema de roca (...)". Al respecto, se solicita presentar un mapa, a escala adecuada y la cartografía digital, en formato KMZ de los tramos de cada túnel donde se presentaron afloramientos de aguas y analizar su correlación con estructuras que puedan tener manifestación superficial o subterránea.

Además, en el citado punto señala que "En los portales de los túneles, se cuenta con flujómetros volumétricos que registran el caudal que está saliendo desde el interior de éstos, lo que permite contar con una estimación del caudal total aflorado de cada túnel a medida que se progresa en el avance de excavación". Al respecto, se solicita presentar una estimación del volumen y del caudal, a escala mensual y anual de los afloramientos históricos de agua en cada túnel.



- 2.2.36. En relación a la evolución temporal de los caudales medios mensuales de descarga en cada portal que se presentan en la Figura 4-9 hasta la Figura 4-17 del citado Informe, se solicita presentar un análisis de las variaciones del caudal en cada portal, indicando si se deben al avance de la excavación, un aumento o disminución de los afloramientos de agua en el túnel, o algún otro efecto.
- 2.2.37. En relación al balance hídrico conceptual presentado en el punto 4.4 del citado Informe, se solicita:
 - a) Actualizar los valores estimados de las recargas y descargas, considerando las observaciones del presente documento.
 - b) Justificar técnicamente el factor de uso promedio de un 50% para los derechos otorgados de agua subterráneas en el área de estudio. Asimismo, se solicita aclarar la ausencia del derecho NR-1302-800000 en el balance hídrico.
 - c) En consideración que, para la estimación del balance hídrico se utilizó las mediciones de una campaña de aforo, se solicita realizar otras campañas de aforo, con el objeto de complementar la estimación del aporte del sistema de roca y validar el balance hídrico conceptual estimado y el balance hídrico que entrega el modelo numérico.
- 2.2.38. En el punto 5.1 del citado Informe se señala que "El dominio de modelación se emplaza, mayoritariamente, en un sistema de roca, con condiciones hidrogeológicas de baja permeabilidad. En este sistema de roca se ha identificado que la parte superficial corresponde a una roca fracturada y bajo los 200 metros se encontraría una roca de menor permeabilidad con características de basamento impermeable. Ambos sistemas podrían eventualmente ser conectados mediante fallas, que corresponde al mecanismo de ingreso de aguas de afloramiento en los sistemas de túneles del proyecto. En una menor proporción, es factible encontrar el acuífero sedimentario, asociado a los principales sistemas de drenaje vinculados a los ríos Colorado, Yeso, Volcán y Maipo (...)". Al respecto, considerando la importancia de las estructuras geológicas en los afloramientos de agua en los túneles, se solicita presentar un estudio estructural de detalle actualizado, que incluya la información geológica generada durante la excavación de los túneles, que permita caracterizar la tectónica regional y local de la zona donde se emplaza los túneles del Proyecto, aportar antecedentes sobre la dirección de flujo que escurre por las estructuras, y que eventualmente sean afectadas por la excavación y las acciones de impermeabilización de los túneles. Adicionalmente, se solicita ampliar y presentar una descripción de las unidades hidrogeológicas en sedimentos presentes sobre los túneles del Proyecto.
- 2.2.39. En la relación al estudio hidrológico que se presenta en el Anexo 1 del citado Informe, se tienen las siguientes observaciones:
 - 2.2.39.1. En relación al punto 3.1 del citado Estudio, se solicita presentar los argumentos técnicos para no incluir dentro del análisis de caudales las estaciones fluviométricas río Olivares antes junta Río Colorado y río Colorado antes junta río Olivares para determinar el caudal entrante al sistema.
 - 2.2.39.2. En relación al punto 4.2 del citado Estudio, se solicita presentar los argumentos técnicos para no considerar los sectores de roca fracturada (UH4) como zonas de recarga distintas al sistema rocoso. Asimismo, se solicita presentar los argumentos técnicos para no considerar el embalse El Yeso y las lagunas Lo Encañado y Negra como zonas de recarga.
 - 2.2.39.3. En el punto 4.3 del citado Estudio, se solicita presentar una figura con la ubicación de los puntos de captación y restitución de las centrales El Alfalfal, Maitenes y del Proyecto.
 - 2.2.39.4. En el punto 4.3.1 del citado Estudio se señala que: "En el dominio del sistema, el río Colorado tiene su origen algunos metros agua debajo de la confluencia entre el río Olivares y el río Colorado (...)". Al respecto, se solicita presentar los argumentos técnicos para no considerar la hoya hidrográfica del río Colorado como parte del dominio del sistema, y que en la cabecera de la subcuenca se observa la presencia de glaciares y glaciares de roca, en consideración que forman parte del caudal superficial de entrada (ver Tabla 4-1).

Asimismo, se solicita el mismo análisis para las sub-subcuencas de los ríos Yeso y El Volcán (En la Tabla 4.2 y Tabla 4-3 del citado Estudio se consideran como parte del caudal superficial de entrada).



- 2.2.39.5. En relación a lo presentado en la Tabla 4-6 del citado Estudio, se solicita realizar el mismo análisis para los glaciares de roca presentes en el área de estudio, en consideración que, de acuerdo a la revisión cartográfica, se observa la presencia de glaciares de roca sobre los túneles del Proyecto.
- 2.2.39.6. En relación a lo presentado en la Figura 4-7 del citado Estudio, se solicita los argumentos técnicos para no considerar la evapotranspiración y el caudal subterráneo entrante (en particular por la componente de aporte glaciar subterráneo), en la ecuación del balance hídrico.
- 2.2.40. En relación al estudio de propiedades hidrogeológicas que se presenta en el Anexo 2, se tienen las siguientes observaciones:
 - 2.2.40.1. Se solicita ampliar y presentar un análisis de la conductividad hidráulica en las zonas de roca fracturada, con énfasis en los resultados obtenidos en las pruebas de bombeo en comparación con los otros ensayos realizados y/o recopilados.
 - 2.2.40.2. En relación al punto 2.2 del citado Estudio, se solicita adjuntar los reportes técnicos de los métodos geofísicos utilizados que permiten justificar técnicamente la determinación y distribución en todo el área de estudio del límite entre la roca alterada y sana a 200 m bajo el nivel de superficie.
 - 2.2.40.3. En relación al punto 2.3 del citado Estudio, se solicita señalar si existen más pozos con información de niveles de agua subterránea en los sectores del área de estudio que no presenta información de niveles (por ejemplo, en los sondajes de exploración que se señalan en la Tabla 2-1) y presentar los argumentos técnicos para no realizar una piezometría de los acuíferos en roca meteorizada (UH2) y en roca fracturada (UH4).
 - Adicionalmente, en los sectores sin información de niveles piezométricos (acuífero en el relleno sedimentario, en roca meteorizada y roca fractura), se solicita utilizar métodos geofísicos (como TEM, *Airborne TEM*, técnicas magnetotelúrica, entre otras), que permitan verificar los resultados que entrega la calibración del modelo numérico y presentar una justificación del método utilizado, considerando las características geológicas e hidrogeológicas del área de estudio.
 - 2.2.40.4. En relación al Capítulo 6 del citado Estudio, se solicita presentar los antecedentes de la interpretación de los métodos geofísicos, en particular, se requiere conocer si los métodos fueron calibrados con información de estratigrafía y niveles estáticos medidos en los sondajes de exploración.
 - 2.2.40.5. En relación a lo presentado en la Figura 6-2 del citado Estudio, se solicita adjuntar la leyenda de colores para las resistividades presentadas en el perfil EM-4.
- 2.2.41. En relación al estudio geológico que se presenta en el Anexo 3 del citado Estudio, se tienen las siguientes observaciones:
 - 2.2.41.1. Respecto a la Figura 3-2 del citado Anexo, se solicita presentar un plano, a escala adecuada, y que la leyenda sea legible, del mapa geológico que muestra la citada figura. Asimismo, se solicita la inclusión de las formaciones y unidades en la leyenda de la Figura 3-3 y Figura 3-4 del citado Anexo.
 - 2.2.41.2. Respecto al punto 5.1 del citado Anexo, se solicita presentar los argumentos técnicos utilizados en la diferenciación de los distintos dominios estructurales.
 - 2.2.41.3. A lo presentado en la Figura 4-1 del citado Anexo, se solicita mejorar el mapeo estructural, en particular, en las zonas donde los túneles del Proyecto cruzan estructuras. Cabe señalar que es necesario determinar las familias de estructuras, reportando, cuando sea posible, el tipo y la cinemática de las estructuras, con énfasis, en las fallas que han presentado una mayor presencia de agua. Adicionalmente, se solicita incluir mediciones de rumbo y manteo de las fallas en los perfiles presentados en la Figura 5-2 a la Figura 5-5 del citado Anexo.
- 2.2.42. En relación de la caracterización hidroquímica que se presenta en el Anexo 4, se tienen las siguientes observaciones:
 - 2.2.42.1. En el punto 2.1 del citado Anexo, se solicita ampliar y presentar la información de la hidroquímica de los estudios señalados en una tabla, y en una planilla en formato Excel, indicando, a lo menos, la fuente de la información y el punto de monitoreo y su ubicación. Asimismo, se solicita presentar



- información actualizada de la hidroquímica en la zona de estudio, incorporando los informes de monitoreo de calidad del agua presentados a la SMA.
- 2.2.42.2. Se solicita ampliar y detallar el proceso de obtención del total de los registros de datos de calidad del agua por sector y por variable, explicar la diferencia del número de registros de cada variable en el mismo sector, información de las estaciones de monitoreo consideradas y los supuestos o criterios de exclusión de datos si corresponde.
- 2.2.42.3. En relación a lo presentado en el punto 2.1 del citado Anexo, se solicita adjuntar los estudios utilizados para el análisis y caracterización de la calidad del agua en el área de influencia, a saber: "Estudio de Origen de Aguas Túneles Proyecto Alto Maipo" (SRK, 2017) e "Información de Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas" (PHAM, 2018). Asimismo, se solicita presentar los datos de calidad de agua de los citados estudios en una planilla de cálculo, en formato Excel.
- 2.2.42.4. En relación al punto 3.1 y la Figura 3-16 del citado Anexo, se solicita una interpretación de la variabilidad de los valores obtenidos de pH, conductividad eléctrica y sulfato en cada uno de los sectores: Maipo, Colorado, Yeso y El Volcán. En particular, se solicita realizar una caracterización hidrogeoquímica en todos los sectores donde se ha producido un mayor afloramiento de agua por estructuras y complementar el análisis con la composición isotópica del agua, como deuterio, oxigeno, entre otros, que permitan determinar el origen de las aguas afloradas en los túneles, las zonas de recarga del agua presente en las estructuras, y la posible conexión que pueda existir entre dichas aguas con el acuífero sedimentario.
- 2.2.42.5. Se solicita presentar antecedentes sobre la datación de las aguas afloradas en cada uno de los túneles del Proyecto, con el objeto de complementar el análisis del origen de las aguas afloradas, y la relación con los cauces superficiales y el acuífero sedimentario.
- 2.2.42.6. En relación al punto 3.2.2, se observa que, en general, las aguas afloradas en los túneles son del tipo "bicarbonatadas cálcicas a sódicas", a excepción del sector donde se ubica el portal VA4. Al respecto, se solicita una interpretación de la diferencia de la química de las aguas en los distintos sectores donde se presentan los diagramas de Stiff. Además, se solicita describir la metodología estadística y presentar los valores con los cuales fueron construidos los diagramas de Stiff presentados en la Figura 3-17, en una planilla de cálculo, en formato Excel.

3. Plan de cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable

- 3.1. Se solicita incorporar el cumplimiento del D.S. N° 53/2013, del Ministerio de Medio Ambiente, "Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo", indicando la parte, obra o acción a la que aplica, la descripción de la forma y fases en las que se dará cumplimiento a las obligaciones contenidas en el citado Decreto, incluyendo indicadores de cumplimiento y la forma de control y seguimiento.
- 3.2. Se solicita actualizar el cumplimiento del D.S. N° 90/2000, del MINSEGPRES, considerando las descargas de las plantas de tratamiento de aguas afloradas en los túneles e indicar los límites máximos de los contaminantes que cumplirán las descargas a los cauces de agua superficiales.

4. Permisos Ambientales Sectoriales

- 4.1. Se solicita analizar la aplicabilidad de los PAS de competencia de la DGA, en consideración a las observaciones del presente documento. Téngase presente que, en caso que el transporte de aguas a otras plantas de tratamiento sea mediante de tuberías, le serán aplicables los artículos 41° y 171° del Código de Aguas, en caso de atravesar cauces de manera superficial o subterránea.
- 5. Predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad



- 5.1. Se solicita al Titular presentar una predicción y evaluación del impacto de los afloramientos de agua en los túneles del Proyecto y la descarga de las plantas de tratamiento de aguas afloradas y de RILes, sobre los recursos naturales renovables, como aguas superficiales y subterráneas, ecosistemas terrestres (vegas y bofedales, flora y vegetación y fauna en estado de conservación) y acuáticos, entre otros, y sobre los grupos humanos presentes en el área de influencia del Proyecto, presentar una valorización y calificación de los impactos identificados y determinar si constituyen impactos significativos en base a lo establecido en el artículo 11 de la Ley N° 19.300 y en el Título II del D.S. N° 40/2012, del MMA. En el caso del impacto sobre los recursos renovables, se deberá considerar lo señalado en la guía "Efectos adversos sobre recursos naturales renovables" (SEA, 2015) y en el caso de la calidad del agua, se deberá considerar el D.S. N° 53/2013, del Ministerio de Medio Ambiente, que "Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo".
- 5.2. Se solicita al Titular presentar un registro fotográfico y en video del estado actual de los túneles y los frentes de trabajo del Proyecto, en donde se pueda observar claramente las paredes y las filtraciones existentes, así como las marcas de los pK. Asimismo, se solicita incorporar en el registro, las otras obras subterráneas (chimeneas de equilibrio, ventanas, cavernas de máquinas, entre otras).
- 5.3. En relación a la metodología de estimación de la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas afloradas que se presenta en el Anexo A del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamientos de aguas afloradas del PHAM", se tienen las siguientes observaciones:
 - 5.3.1.En relación al Capítulo 3 del citado Anexo, se solicita ampliar y presentar en una tabla, los caudales de afloramiento de agua estimados en los túneles durante el proceso de evaluación del EIA aprobado mediante la RCA N° 256/09, y del presente proceso de revisión de la citada RCA. Al respecto, se deberá considerar lo señalado en el punto 3.3 del Anexo 45 del EIA:

"En general, la información apunta a que las posibilidades de constituir acuíferos en roca con una sobrecarga de más de 250 m son pocas. El agua que se infiltre bajo esa profundidad sólo podría hacerlo a través de fallas o fracturas subverticales profundas, con algún relleno de material permeable.

En general se estima que esta situación puede darse en casos aislados, que reúnen condiciones muy particulares.

En los túneles del proyecto estas condiciones podrían presentarse en los primeros 1.200 m del túnel El Volcán y entre el km 2.0 y 5.0 del túnel Alfalfal II desde su portal de aguas arriba. Estas zonas expuestas a filtraciones potenciales serán tratadas aplicando los métodos de impermeabilización previstos en el proyecto, los cuales apuntan a limitarlas, tanto en lo que dice relación con aquellas filtraciones que ingresen al túnel como aquellas que pudieran egresar."

Y lo señalado en la respuesta al punto 10 del capítulo 7 de la Adenda N° 2:

"La capacidad de las piscinas se ha calculado considerando la contingencia máxima de filtraciones totales acumuladas a lo largo del frente de excavación del túnel, evacuadas por la ventana respectiva, esto es, una tasa de 1 L/seg/km de excavación.

Otra situación distinta a lo planificado, por razones constructivas, requiere impermeabilización del frente de excavación mediante inyecciones, eliminando filtraciones."

Asimismo, se solicita estimar la magnitud de los afloramientos de agua en cada túnel, considerando el volumen de agua aflorada estimada en el EIA, y el volumen de agua aflorada hasta la fecha y proyectada.

- 5.3.2.En la Tabla 4.1 y Tabla 4.2 del citado Anexo no fueron considerados los portales VA1 y VL8 del túnel Alfalfal II y Las Lajas, respectivamente, además, no se presentan los datos en los portales VL2 y VL7. Al respecto, se solicita ampliar y presentar la información faltante.
- 5.3.3.En el punto 4.3 del citado Anexo se señala que: "Sin perjuicio de la eventual ocurrencia de eventos inesperados producto de las propias condiciones de la variabilidad geológica, la proyección es que continúe disminuyendo la tasa de afloramiento promedio en el túnel Las Lajas en el Portal L1 hasta llegar a niveles similares a los ya alcanzados en los túneles que presentaron afloramientos durante su desarrollo y que hoy están con su excavación terminada. Es de destacar que, a la fecha las reducciones de las tasas de afloramiento semestral en el Portal L1 han



bajado significativamente.". Al respecto, lo señalado no es consistente con la actualización de los afloramientos de aguas presentados en el punto 7.2 del Anexo B del citado Informe, en donde se estima una tendencia al alza de los caudales aflorados, por ejemplo, en el Portal L1, el caudal promedio en el primer semestre de 2018 es de 45 l/s, y se proyecto un caudal medio mensual de 183 l/s. Considerando lo anterior, se solicita aclarar lo señalado en el citado punto.

- 5.4. En relación al informe del modelo hidrogeológico que se presenta en el Anexo B del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamientos de aguas afloradas del PHAM", se tienen las siguientes observaciones:
 - 5.4.1.En el punto 3.6.2 del citado Informe se señala que: "Finalmente, en la Figura 3-16 se presenta la serie temporal de registros de profundidad del nivel estático a nivel mensual del pozo SAM-12. Este se encuentra ubicado en el sector del portal L1, muy cercano al río Maipo. Para este pozo se cuenta con un registro continuo a nivel mensual desde marzo de 2016 a julio de 2018, con profundidades del nivel estático que oscilan entre 6 y 8 m."; posteriormente señala que: "Debido a la cercanía con el río Maipo, en la Figura 3-17 se presenta una comparativa entre la profundidad del nivel estático medida en SAM-12 y el caudal medio mensual registrado en la estación fluviométrica río Maipo en El Manzano, de la DGA. En el gráfico, se ilustra la conexión existente entre el pozo SAM-12 y el río Maipo, de manera que se puede establecer que el acuífero del relleno sedimentario del río Maipo está fuertemente influenciado por el régimen observado superficialmente en el cauce.". Al respecto, el pozo SAM-12, que se encuentra en el relleno sedimentario del río Maipo (Sector 9, definido en el EIA) y a menos de 10 m del río Maipo, no es un punto adecuado para el análisis del impacto del afloramiento de agua en los túneles del Proyecto sobre el acuífero, debido a que estaría influenciado por los aportes del citado río. Considerando lo anterior, se deberá utilizar otro pozo de monitoreo que permita analizar el posible impacto de los afloramientos de agua en los túneles sobre el acuífero sedimentario.
 - 5.4.2. En el punto 5.2 del citado Informe se señala que "A partir de la información del proyecto, basado en información de geofísica, geología y permeabilidades de las unidades geológicas, es posible identificar una unidad hidrogeológica de baja a nula permeabilidad (UH-3), por debajo de los 200 metros desde el terreno. Sin embargo, este medio que en una caracterización hidrogeológica correspondería a un basamento, ha sido representado en el modelo para representar la interacción del túnel y las estructuras (UH-4), que se ha supuesto conectan el sistema profundo con el sistema subsuperficial (UH-2), como una condición más desfavorable". Al respecto, se solicita actualizar, en los casos que correspondan, la geometría del modelo numérico en consideración a las observaciones del presente documento sobre la profundidad de las unidades hidrogeológicas y las estructuras presentes en el área de estudio y presentar los argumentos técnicos para utilizar la UH-3 para representar la interacción de cada túnel con las estructuras.

Asimismo, se solicita aclarar que la conexión entre la UH-2 y UH-3 por medio de estructuras corresponda a una condición más desfavorable, en consideración que en el punto 4.3.2.2 indica que los afloramientos de agua se deben a la presencia de estructuras que conectan el túnel con el sistema de roca.

- 5.4.3.En la Figura 5-1 del citado Informe se observa que no se incluyeron en la discretización de la malla del modelo numérico todas las estructuras y quebradas o esteros presentes en el área de estudio. Al respecto, se solicita presentar los argumentos técnicos para no incorporar la totalidad de las estructuras y cauces superficiales en el modelo numérico.
- 5.4.4.En relación a la Figura 5-2 del citado Informe, se solicita presentar una imagen que muestre la topografía en 3 dimensiones, y adjuntar la imagen LIDAR utilizada para definir la topografía del área de estudio. Adicionalmente, se solicita señalar la superficie abarcada con la imagen LIDAR y con el modelo de elevación digital de SRTM, indicando además la resolución de ambas imágenes, y la proporción respecto de la superficie total del área de estudio.
- 5.4.5.En relación al punto 5.4 del citado Informe, donde se describen las condiciones de borde definidas en el modelo numérico, se solicita:
 - a) Justificar técnicamente el uso de la condición de borde del tipo dren para representar el río Maipo, Río Colorado, Río Yeso y Río El Volcán, considerando las observaciones del presente documento sobre la interacción río-acuífero. Adicionalmente, se solicita describir la metodología y los antecedentes utilizados



- para definir los parámetros de la condición de borde (cota del dren y conductancia).
- b) Justificar técnicamente el uso de la condición de borde de altura constante en los tres cuerpos de agua, considerando las observaciones del presente documento sobre la interacción de los cuerpos de agua con el acuífero.
- c) Justificar técnicamente el único valor de conductividad hidráulica utilizado para las estructuras (UH-4), en consideración que existen estructuras que conducen más agua que otras, de acuerdo a los caudales registrados de los afloramientos en los túneles.
- 5.4.6.En relación a la Tabla 5-1 del citado Informe, se solicita actualizar, en los casos que correspondan, los rangos de conductividad hidráulica y almacenamiento para cada unidad hidrogeológica.
- 5.4.7.En relación a la Figura 5-6 del citado Informe, donde se presenta la zonificación de la conductividad hidráulica en las capas del modelo numérico, se solicita:
 - a) Incluir las conductividades definidas para la capa 2.
 - b) Presentar los argumentos técnicos para definir las zonas de conductividad (geológicos, geomorfológicos, estructurales, entre otros)
 - c) Justificar técnicamente el valor de conductividad hidráulica de 0,01 m/d para la mayoría de las estructuras del modelo numérico, en consideración que existen estructuras que conducen más agua que otras, de acuerdo a los caudales registrados de los afloramientos en los túneles.
- 5.4.8.En la Figura 5-7 del citado Informe, se solicita incluir una leyenda que permita vincular los valores presentados en la Tabla 5-2 con las zonas definidas en la citada figura.
- 5.4.9.En la Tabla 6-1 del citado Informe, se indica que el número de datos utilizado en el proceso de calibración es 19. Al respecto se solicita aclarar lo anterior, en consideración que en el punto 3.7 señala que se utilizaron 20 datos para definir las curvas equipotenciales en el área de estudio.
- 5.4.10. En la Figura 6-3 del citado Informe, se solicita indicar en el gráfico, el nombre del punto de medición de cada dato de caudal de flujo base subterráneo.
- 5.4.11. En relación a los resultados de la calibración en régimen permanente, se solicita presentar en una tabla, los niveles de agua subterránea y caudales de flujo base subterráneo medidos y los calculados con el modelo numérico, junto con el error asociado a cada dato utilizado.
- 5.4.12. En relación al punto 6.2.2 del citado Informe, se solicita analizar el grado de incertidumbre en la estimación del flujo base subterráneo en las subcuencas con presencia de glaciares que entrega el modelo numérico, considerando que en la Figura 6-3 del citado Informe se observa que en la mayoría de los casos el modelo numérico calibrado subestima los caudales medidos. Además, se solicita estimar el porcentaje de aporte de los glaciares al flujo base subterráneo en cada una de las subcuencas.
- 5.4.13. En el punto 6.2.3 del citado Informe, se solicita presentar un análisis de la calibración en régimen transiente de los datos de niveles en los pozos de monitoreo del Proyecto que se indican en la Tabla 3-4 del citado Informe.
- 5.4.14. En el punto 6.2.3 del citado Informe, se solicita presentar un gráfico en que se indique la conductancia calibrada junto con la longitud de cada túnel del Proyecto y la posición de cada falla que atraviesan el túnel, con el objeto de revisar la consistencia entre los valores de la conductancia calibrada y las fallas existentes. Asimismo, se solicita justificar técnicamente la variabilidad del valor de la conductancia calibrada, en consideración que se definió una zona de conductividad para representar la unidad UH-2 y otra zona para representar la unidad UH-3, con un solo valor de conductividad hidráulica en cada zona, a excepción de los sectores con presencia de fallas.
- 5.4.15. Se solicita presentar datos actualizados de niveles de agua subterránea en los pozos de monitoreo del Proyecto, los caudales medio mensual de afloramiento de agua registrado en cada portal y las observaciones del presente documento sobre los niveles de agua subterránea, en particular, en los sectores sin información, y analizar en forma cuantitativa y cualitativa, la predicción que entrega el modelo numérico. En caso que se requiera una nueva calibración del modelo numérico, se deberá indicar y justificar técnicamente las modificaciones implementadas al modelo inicial.



Asimismo, se solicita mejorar los resultados de la calibración transiente, en consideración que la diferencia máxima de niveles observados y calibrados es de 1.606 m, según lo indicado en la Figura 6-2 del citado Informe, y a la cantidad de datos de niveles y de pozos utilizados en la calibración (17).

- 5.4.16. En relación a la Figura 6-14 del citado Informe, se solicita señalar la capa del modelo de las curvas equipotenciales. Adicionalmente se solicita aclarar conceptualmente si se asume la conexión entre las distintas unidades hidrogeológicas definidas en el modelo conceptual.
- 5.4.17. En relación al balance hídrico que se presenta en el punto 6.4 del citado Informe, se solicita:
 - a) Presentar un análisis entre el balance hídrico del modelo conceptual que se presenta en el punto 4.4 del citado Informe y del modelo numérico.
 - b) Justificar técnicamente la ausencia de la extracción asociada a los derechos de agua subterránea, incluida el derecho asociado a un dren superficial, en la calibración del modelo y en el balance hídrico.
 - c) Señalar si la componente "Afloramiento en sistemas de embalses", corresponde al afloramiento por el embalse El Yeso o considera, además, los otros cuerpos de agua. Adicionalmente, se solicita justificar técnicamente el caudal entregado por el modelo numérico, en consideración que en el modelo conceptual no se presenta una descripción de la interacción entre los cuerpos de agua y el acuífero.
 - d) Señalar cómo se obtuvo el balance hídrico del año 2018 que se presenta en la Tabla 6-2 del citado Informe.
 - e) Aclarar la diferencia del caudal de drenaje del sistema señalado en el punto 6.4 (188 l/s), con lo indicado en la Tabla 6-2 (197 l/s) del citado Informe.
- 5.4.18. En relación a los escenarios de simulación que se presentan en el Capítulo 7 del citado Informe, se solicita actualizar la estimación de los afloramientos de agua en los túneles y el radio de influencia considerando las observaciones del presente documento y el avance actual de la excavación de los túneles.
- 5.4.19. En relación al punto 7.1, se solicita aclarar si cada escenario incluye la fase de operación, y se solicita presentar, para dicha fase, una estimación de los impactos del Proyecto sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos, entre la zona de las bocatomas y la descarga al río Maipo.
 - Asimismo, en relación a la definición del valor de conductancia, se solicita ampliar y adjuntar el estudio del efecto en la reducción de la permeabilidad citado (PHAM, 2018), describir la metodología utilizada en el citado Estudio para determinar la "eficiencia" de la medida de control en cada tramo de los túneles, y la metodología utilizada para definir dicho parámetro en el cálculo de la conductancia para cada escenario. Adicionalmente, se observa en la Tabla 7-1 que la eficiencia de la medida de control varía entre un 24% (Túnel L1, tramo 0+750.0) hasta un 97% (Túnel L1, tramo 0+379.0), al respecto, se solicita ampliar y señalar las causas de la variabilidad en la eficiencia de la medida de control en cada túnel y si se contempla implementar alguna acción para aumentar la eficiencia en aquellos tramos con baja eficiencia.
- 5.4.20. En relación al punto 7.3 del citado Informe, se solicita utilizar en la evaluación del radio de influencia por efecto de la construcción de los túneles, la modelación con track de partículas, en concreto, en aquellas zonas de los túneles donde se presenten estructuras geológicas con posibles conexiones entre las unidades de roca con la unidad de relleno sedimentario.
- 5.4.21. En la Figura 7-12 y Figura 7-13 del citado Informe muestran el radio de influencia al final de la fase de construcción (año 2023) por el afloramiento de aguas en los túneles del Proyecto. Al respecto, se solicita ampliar el período de simulación, con el objeto de estimar la extensión máxima del radio de influencia y el tiempo de recuperación de los niveles piezométricos hasta la situación sin Proyecto. Además, se solicita adjuntar una figura con curvas de isodescensos mayores a 1 m, indicando el máximo descenso estimado en cada radio de influencia y analizar el impacto sobre los usos existentes y la vegetación presente en cada área.
- 5.4.22. Se solicita presentar un análisis de sensibilidad de la conductividad hidráulica y del coeficiente de almacenamiento en las zonas con mayor incertidumbre, particularmente, aquellas asociadas a la unidad de roca (UH3) y las estructuras geológicas (UH4), considerando el rango definido en el modelo conceptual, y el escenario ambientalmente más desfavorable, y analizar el efecto sobre los caudales



- de afloramiento en cada túnel y el radio de influencia. Para lo anterior, se deberá considerar lo señalado en el punto 3.4 de la "Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA" (SEA, 2012).
- 5.4.23. En relación a las referencias utilizadas en el estudio hidrogeológico, se solicita adjuntar los estudios que fueron realizados por el Titular y los otros documentos, en caso que sea posible. Asimismo, se solicita describir los objetivos y alcances de la referencia "Análisis de efectividad de grouting" (Tapia, 2018) y, en caso que sea posible, presentar dicho documento.
- 5.4.24. Se solicita entregar los archivos digitales de la calibración y los escenarios de simulación realizados con el modelo numérico para su revisión.
- 5.4.25. En relación de la caracterización hidroquímica que se presenta en el Anexo 4 del citado Informe, se tienen las siguientes observaciones:
 - 5.4.25.1. En relación a los resultados del diagrama de Stiff del portal VA4 que se presentan en el punto 3.2.2 del citado Anexo, señala que: "(...) el túnel VA4, presentó las aguas de mayor presencia iónica y de tipo sulfatada cálcica. Esto se puede atribuir a la influencia del estero El Manzanito sobre las características fisicoquímicas de las aguas afloradas en el túnel VA4". Al respecto, se solicita determinar el impacto del Proyecto sobre el estero El Manzanito. Para lo anterior, se deberá presentar una estimación de la magnitud (volumen de agua) y duración de la disminución de agua en el citado cuerpo de agua y sobre el río El Yeso por efecto de la infiltración de agua en el túnel Alfalfal II.
 - 5.4.25.2. En relación a lo señalado en el Capítulo 4 del citado Anexo:
 - "• Las aguas subterráneas en el Área del Modelo presentan baja Conductividad Eléctrica, baja concentración de Sulfatos y pH básico. Se pueden dar excepciones locales en ciertos sectores, debido a la presencia de estructuras geológicas (fracturas o contactos litológicos), como en el sector El Colorado. Otro caso particular es el sector El Volcán y El Yeso, el cual presentan cierta dependencia de las infiltraciones de las aguas de esteros cercanos, como La Engorda y El Manzanito, respectivamente.
 - A pesar de esto, se corrobora una baja a nula conexión entre las aguas subterráneas del sector de los túneles del proyecto con respecto a las aguas superficiales de los cauces principales, fundamentada en la diferencia con respecto a los parámetros de Conductividad Eléctrica, pH y Concentración de Sulfatos.
 - Se solicita incorporar en el análisis de la hidroquímica, la composición isotópica y la datación del agua, con el objeto de complementar las conclusiones presentadas sobre las conexiones entre las aguas subterráneas en el sector de cada túnel con los cauces superficiales y el acuífero sedimentario.
- 5.4.26. Se solicita al Titular validar y actualizar, en caso que corresponda, la metodología de estimación de los afloramientos en los túneles, la capacidad de las plantas de tratamiento y las medidas de control con una frecuencia de 6 meses, o cuando el afloramiento de aguas en los túneles sea mayor a lo estimado. Lo anterior deberá ser presentado a la SMA, junto con las acciones que se implementarán, en un plazo no mayor a 1 mes posterior al término del período correspondiente o desde el inicio de un evento de afloramiento mayor a lo estimado.
- 5.4.27. Se solicita al Titular la construcción de piezómetros y el monitoreo de niveles piezométricos en la unidad de roca, con el objeto de verificar los niveles piezométricos estimados por el modelo numérico durante la fase de operación del Proyecto. Al respecto, se deberá justificar técnicamente la cantidad y ubicación de los piezómetros propuestos, así como la frecuencia y extensión del monitoreo de los niveles.
 - Además, se deberá indicar la frecuencia de entrega de los informes a la SMA con el análisis de los datos obtenidos del monitoreo de los piezómetros y lo estimado en el modelo numérico, y el plazo de entrega del informe con la actualización del modelo numérico, junto con los archivos digitales necesarios para su revisión, en los casos que correspondan.
- 5.5. En relación del documento "Procedimiento de cementación de pre y post excavación", se tienen las siguientes observaciones:
 - 5.5.1.En el Capítulo 1 del citado Documento señala que: "Los trabajos para el control de ingreso de agua y consolidación del macizo rocoso, ejecutados por el contratista,



contemplan principalmente la inyección de lechadas de cemento y/o productos químicos durante la excavación de las obras(...)". Posteriormente, en el punto 6.1.1 señala que: "(...) Los productos químicos, a utilizar en la etapa 1, corresponden a espumas expansivas y/o resinas (...)". Al respecto, se solicita analizar y presentar antecedentes respecto del impacto de la utilización del grouting sobre la calidad de las aguas afloradas, en el efluente de las plantas de tratamiento y en el cauce natural donde son descargadas las aguas de afloramiento tratadas, considerando la composición de los productos (cementos y otros compuestos químicos), según sus respectivos hojas de seguridad.

6. Plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes

- 6.1. En el Capítulo 8 del informe del modelo hidrogeológico que se presenta en el Anexo B del "Informe de actualización de la capacidad de las plantas de tratamientos de aguas afloradas del PHAM", se concluye que:
 - a) Las medidas de control para disminuir el ingreso de aguas subterráneas son efectivas para disminuir considerablemente la magnitud de los afloramientos al interior de los túneles.
 - b) Los efectos de los afloramientos de agua en los túneles quedarían contenidos dentro del sistema de roca y no habría afectación en el sistema del relleno sedimentario, donde se ubican los derechos de aprovechamiento de terceros.
 - c) No existiría disminución de los caudales superficiales de las subcuencas analizadas, producto de los afloramientos de agua en los túneles.

Al respecto, se solicita al Titular presentar un plan de seguimiento de las variables hidrológicas (cauces superficiales) e hidrogeológicas (niveles de agua subterránea, caudal de las vertientes, entre otras) que permita verificar lo señalado anteriormente y se remitan los informes a la SMA, con una frecuencia anual, en un plazo no mayor a un mes posterior al término del período correspondiente.

- 6.2. En relación del documento "Plan de Seguimiento y Monitoreo de Aguas Afloradas desde los túneles del PHAM", se tienen las siguientes observaciones:
 - 6.2.1.En la letra b) del punto 3.1 del citado Documento se indica las variables fisicoquímicas propuestas para el monitoreo de la calidad del efluentes de las plantas de tratamiento de aguas afloradas, y en el pie de página señala que: "Selección de parámetros se basó en la Res. Ex. Nº 734/2016 de la SMA, que fija el Programa de Monitoreo Provisional de la calidad del efluente generado por las Plantas de Tratamiento de Riles del PHAM, incluyendo el parámetro Conductividad Eléctrica.". Al respecto, en consideración que el efluente de las plantas de tratamiento será descargada a un cuerpo de agua superficial, se deberá monitorear las variables establecidas en el D.S. Nº 90/2000, del MINSEGPRES, incluida la conductividad eléctrica.
 - 6.2.2.En la letra c) del punto 3.1 del citado Documento señala que: "En caso de existir excedencia de los límites establecidos, se realizará el remuestreo correspondiente (...)". Al respecto, se solicita señalar las acciones que se implementarán en caso que se confirmen las excedencias respecto de los límites de la Tabla N° 1 del D.S. N° 90/2000, del MINSEGPRES.
 - 6.2.3. Se solicita incorporar la medición de la composición isotópica en el monitoreo de las aguas afloradas, con el objeto de complementar el monitoreo propuesto y detectar posibles cambios en el origen de las aguas.
 - 6.2.4.Se solicita incorporar en el plan de seguimiento de la fase de operación del Proyecto, la medición de caudal, con conexión en línea y acceso público, en el punto de captación y descarga de cada túnel, con el objeto de verificar posibles infiltraciones durante operación de las centrales. Para lo anterior, se deberá considerar la Resolución Exenta 174, de fecha 4 de febrero del 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que aprueba el "Instructivo técnico para la conexión en línea de sistemas de monitoreo de la Superintendencia del Medio Ambiente".
- 6.3. Se solicita presentar las características del plan de seguimiento propuesto, según lo señalado en la siguiente tabla:

Fase en que aplica: [Construcción, operación o cierre]

Variable ambiental: [XXX] [Indicar la variable ambiental objeto de seguimiento. Por ejemplo, caudales de aguas superficiales, niveles de aguas subterránea,



	lidad de aguas subterráneas, calidad del aire. do posible ya que no hay subcategorías (por		
Impacto asociado	[Indicar el nombre del impacto objeto del seguimiento.]		
Medida(s) asociada(s)	[Indicar nombre de la(s) medida(s) que corresponda]		
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	[Es más general que la "variable ambiental". Si la variable ambiental es calidad de aguas superficiales, el componente sería "agua"]		
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	[Indicar coordenadas UTM, Datum WGS84 y Huso correspondientes para cada punto de control o polígono (zona), además de una descripción general de la ubicación]		
Parámetros a monitorear	[Especificando unidades de medida]		
Límites permitidos o comprometidos	[Especificando unidades de medida]		
Duración y frecuencia de la medición	Duración: [XXX] Frecuencia: [XXX]		
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	[Si el método o procedimiento aplica a un grupo de parámetros, se puede hacer la descripción de forma agrupada. Por ejemplo, decir que los parámetros de calidad del agua se medirán según la NCh N°409]		
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Plazo: [XXX] Frecuencia: [XXX]		
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente, a través de su página web		
Referencia a los antecedentes presentados para mayores detalles	[Identificar sección, parte o capítulo de los documento presentados, según corresponda]		

7. Otras consideraciones relacionadas con el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto

7.1. Se solicita al Titular presentar a la SMA, en un plazo no menor a 30 días hábiles antes del inicio de la fase de operación del Proyecto, un informe con los antecedentes necesarios para acreditar el estado de los afloramientos en cada túnel. Para lo anterior, se deberá presentar registros fotográficos o en video de cada túnel, donde se pueda apreciar el estado de las paredes de cada túnel, los registros de caudal de las aguas afloradas, entre otros.

8. Información pública

- 8.1. Se solicita al Titular aclarar la longitud total de cada túnel que funcionará como dren y como una fuente (presión interna mayor que la presión del agua subterránea) durante la fase de operación del Proyecto.
- 8.2. Se solicita al Titular analizar la efectividad de los métodos de control de las infiltraciones establecidos en la RCA N° 256/2009 y en el Plan de Cumplimiento aprobado por la SMA sobre los caudales de afloramiento en los túneles del Proyecto.
 Asimismo, se solicita al Titular señalar si se ha aplicado sistemáticamente los métodos de control de filtraciones establecidos en la citada RCA en todo el túnel L1, en aquellas zonas que aún existan afloramientos y presentar una estimación de la variación de los caudales aflorados en el tiempo, con respecto a la situación actual.
- 8.3. Se solicita al Titular presentar una determinación y justificación del área de influencia de la componente hidrología e hidrogeología, considerando el afloramiento de aguas en los túneles del Proyecto, los cauces superficiales, el acuífero sedimentario y rocoso y las observaciones del presente documento.



- 8.4. Se solicita al Titular presentar una caracterización de la permeabilidad de cada una de las zonas donde se emplazan los túneles del Proyecto, separados por subcuenca hidrográfica. Asimismo, se solicita presentar las mediciones realizadas en terreno, las coordenadas UTM, datum WGS84, huso 19S, de los puntos de medición y la cartografía digital, en formato KMZ.
- 8.5. Se solicita al Titular presentar un estudio hidrológico, geológico e hidrogeológico de cada subcuenca dentro del área de influencia del Proyecto, como la subcuenca del estero San José, estero El Manzano, entre otras, que deberá contener, a lo menos:
 - a) Caracterización del caudal superficial y subterráneo.
 - b) Caracterización de la interacción río-acuífero o estero-acuífero.
 - c) Identificación y caracterización de las formaciones geológicas e hidrogeológicas.
 - d) Caracterización de los niveles del acuífero.
 - e) Capacidad del acuífero.
 - f) Recarga superficial y subterránea al acuífero.
 - g) Mapa a escala adecuada (a lo menos 1:50.000) del área de estudio.

Se deberán presentar los antecedentes y análisis solicitados separados por cada subcuenca. Asimismo, se deberá considerar lo señalado en el punto 3.2 de la "Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA" (SEA, 2012), y los estudios y documentos que se han realizado en el área de influencia, como:

- a) La Resolución Exenta N° 529, del 10 de abril de 2018, de la Dirección General de Aguas.
- b) Informe SDT N° 367, de 2015, de la Dirección General de Aguas.
- c) Registros de caudal (DGA, Aguas Andinas, entre otras).
- d) Documentos técnicos presentados durante el proceso sancionatorio, ROL D-001-2017, entre otros estudios realizados por el Titular.
- 8.6. Se solicita al Titular complementar el "Estudio de Origen de Aguas Túneles Proyecto Alto Maipo", de SRK Consulting, con los antecedentes necesarios que permitan cumplir con el objetivo de "determinar el origen de las aguas que afloran en los túneles del proyecto y conocer su relación con las aguas superficiales en el entorno". Asimismo, en relación al citado estudio, se solicita aclarar lo siguiente:
 - a) En el punto 2), se indica que "las aguas filtradas en los túneles son de tipo dulce y bicarbonatadas cálcicas, al igual que las aguas superficiales locales (esteros y vertientes) formadas a partir de las precipitaciones y deshielos"; es decir, existe relación con aguas superficiales del entorno. Luego, en el tercer numeral indica que "las aguas de filtraciones muestreadas en los túneles, no tienen relación con las aguas que contienen los ríos del sector", desconociendo la relación que guardan las quebradas con los ríos.
 - b) La interacción río-acuífero, considerando que en el punto 4) indica que en el "sector cercano al portal del túnel L1, el que, a lo menos hasta los pk 220, es recargado por una mezcla que incluyen flujos mínimos provenientes del río Maipo y las precipitaciones locales" y posteriormente señala que: "las aguas filtradas a los túneles no provienen de los ríos del sector".
 - c) Si la fuente de los afloramiento de aguas en el túnel L1 corresponde al Estero El Manzano, en consideración a lo señalado en la página 22 del estudio "Las aguas infiltradas en el túnel L1 se caracterizan por tener un valor cercano al 100% de bicarbonato en los aniones, mientras que en los cationes varían con una tendencia de cálcicas a sódicas al profundizar el túnel con leves diferencias (L1-798), teniendo una similitud con las aguas del Estero Manzano (MANZANO) que son del tipo bicarbonatadas cálcicas-sódicas", y en las conclusiones señala que "Las muestras tomadas desde pk 400 a pk 1.000 (seis muestras) presentan un contenido isotópico similar que el Estero Manzano lo que sugiere un mismo origen local. El contenido isotópico es diferente al de las muestras tomadas en los Ríos Colorado y Maipo. Estas muestras son de baja conductividad eléctrica y del tipo bicarbonatadas cálcicas, salvo la tomada en el pk 790, que triplica la conductividad y es del tipo bicarbonatada sódica, siendo la razón de su mayor salinidad la continua interacción entre estas aguas almacenadas con lento movimiento y niveles específicos (estructuras) que permiten la variación en su calidad.", y posteriormente señala que: "Las aguas filtradas en los túneles son de tipo dulce (baja conductividad eléctrica) y bicarbonatadas cálcicas, al



igual que las aguas superficiales locales (esteros y vertientes) formadas a partir de las precipitaciones y deshielos."

d) La fuente de las aguas almacenadas en el macizo rocoso, considerando que el estudio señala que: "Las aguas de filtraciones muestreadas desde los túneles L1, VL4, VL7, V1, VA4, V5 y VA1 no tienen relación con las aguas que contienen los ríos del sector y su recarga proviene de precipitaciones locales que se infiltran al terreno por medio de estructuras, niveles de mayor fracturación o contacto entre eventos volcánicos".

Adicionalmente, se solicita al Titular un estudio similar en el sector ubicado entre Las Lajas y la quebrada Guayacán, y cuyas muestras sean analizadas por la Universidad de Arizona, como ocurrió en el "Estudio de Origen de Aguas Túneles Proyecto Alto Maipo, junio 2017", con el objetivo de determinar si existe relación con las aguas afloradas en el túnel Las Lajas.

- 8.7. Se solicita al Titular analizar el cumplimiento del Proyecto con lo establecido en el D.F.L. Nº 1122/1981, que fija texto del Código de Aguas, por el afloramiento de aguas en los túneles del Proyecto, las acciones de control y manejo implementadas hasta la fecha y las propuestas en el presente proceso y los impactos sobre derechos de aguas de terceros.
- 8.8. Se solicita al Titular presentar el registro del volumen o caudal de agua descargada al río Maipo debido a los afloramientos en el túnel L1 durante todo el período de ocurrencia. Al respecto, se solicita presentar la información en un gráfico, a escala adecuada y los registros en una planilla de cálculo, en formato Excel.
- 8.9. Se solicita al Titular presentar una predicción y evaluación del impacto ambiental del Proyecto, en consideración a lo establecido en el artículo 5 y los literales b), c), d) y f) del artículo 6, ambos del D.S. N° 40/2012, del MMA, por la descarga de aguas de la planta de tratamiento de aguas afloradas y de RILes sobre la calidad del agua en los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- 8.10. Se solicita al Titular presentar una predicción y evaluación del impacto ambiental del Proyecto, en consideración a lo establecido en el literal b), c) y g) del artículo 6 del D.S. N° 40/2012, del MMA, por el afloramiento de aguas en los túneles durante la fase de construcción y operación, sobre:
 - a) El volumen o caudal y la calidad de las aguas de los cursos de aguas superficiales (ríos y esteros) en cada subcuenca (como el río El Yeso, río El Colorado, río El Volcán, río Maipo, estero El Manzano, estero San José y sus afluentes: estero del Medio, estero las Quinguas, estero Coironal y Palitos, entre otros).
 - b) El volumen o caudal y la calidad del agua en el acuífero en cada subcuenca y los impactos sobre el macizo rocoso, especialmente, en el sector hidrogeológico Estero El Manzano (realizado por un organismo independiente, como el Centro de Recursos Hídricos de la Universidad de Talca, contener suficientes piezómetros instalados en la citada zona para que sus resultados sean representativos del estado de las capas freáticas, y deberá contener las medidas de mitigación al macizo rocoso, junto con su respectivo plan de monitoreo y seguimiento ambiental, a lo menos, durante los primeros diez años de operación del Proyecto). Asimismo, se deberá considerar el impacto de la infiltración de las aguas en los túneles en comparación a la situación sin Proyecto (descarga por afloramientos naturales).
 - c) La flora y vegetación (vegas o humedales, como Pedernalillo, La Tetona, Cerrilladas, Los Llanos, Cajón del Rosario, Laguna Barrosa, Cajón Santa Teresa, Vega Quemada, Cajón del Calabozo, Cajón de Los Palitos, entra otras, vegetación ripariana en los cauces naturales y artificiales, entre otros ecosistemas).
 - d) La fauna (terrestre y acuática) en el área de influencia del Proyecto.

Asimismo, se deberá analizar los impactos ambientales del Proyecto sobre:

- a) Las vertientes de los pies del cerro Piuquencillos (Cajón de los Turistas) los Llanos, Las Cerrilladas y el Cajón de la Laguna Barrosa que alimentan el Estero del Medio.
- b) Los afloramientos de agua subterránea que alimentan las vertientes y Vegas de Pedernalillo y La Tetona, y que dan origen al Estero las Quinguas.



- c) Los cursos de agua que fluyen desde las vertientes del Cerro y meseta Los Peladeros, el Cajón Santa Teresa, la Vega Quemada y del Cajón del Calabozo y que dan origen al Estero el Coironal y Quebrada Los Palitos.
- d) La estabilidad del lecho del Estero El Manzano, considerando la profundidad y el afloramiento de aguas en el tramo del túnel Las Lajas ubicado bajo el citado estero.

En la predicción y evaluación del impacto ambiental del Proyecto se deberá considerar los posibles efectos del cambio climático y en el escenario ambientalmente más desfavorable.

- 8.11. Se solicita al Titular presentar una predicción y evaluación del impacto ambiental del Proyecto, en consideración a lo establecido en el literal a) del artículo 7 del D.S. Nº 40/2012, del MMA, por el afloramiento de aguas en los túneles durante la fase de construcción y operación del Proyecto, sobre la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo y superficial utilizado por los grupos humanos en el área de influencia (como la localidad El Manzano, San José de Maipo, entre otras). Para lo anterior, se deberán considerar los siguientes cauces y cuerpos de agua superficiales:
 - a) Estero El Manzano (por la construcción del tramo túnel L-1).
 - b) Estero San José y sus afluentes (Estero del Medio, el Estero las Quinguas, el Estero Coironal y Palitos, entre otras).
 - c) Quebrada El Añil.
 - d) Laguna Negra, Laguna Lo Encañado, Embalse El Yeso y acueducto.
 - e) Canal El Manzano, que son captadas gravitacionalmente del Río colorado.
 - f) Canal Cruz Roja.
 - g) Canal Comunero o San José.
 - h) Canal Morenino.
 - i) Canal Maurino.
 - j) Canal La Palita.
 - k) Acueducto Caletones.
 - Sistemas de Agua Potable Rural existentes que abastecen a las instalaciones y personal del Santuario Lagunillas, Centro de Educación Parque Likandes, Población Santa María del Estero, pueblo de San José de Maipo, entre otras.

Asimismo, el Titular deberá considerar las actividades que desarrollan los grupos humanos en el área de influencia, como la actividad agrícola, ganadera, apícola, recreacional (balnearios), entre otras y los derechos de aguas superficial y subterráneo constituidos en el área de influencia y en la predicción y evaluación del impacto ambiental del Proyecto se deberá considerar los posibles efectos del cambio climático.

- 8.12. Se solicita al Titular presentar una predicción y evaluación del impacto ambiental del Proyecto, en consideración a lo establecido el artículo 8 del D.S. N° 40/2012, del MMA, por el afloramiento de aguas en los túneles del Proyecto sobre las áreas protegidas, como el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas, en particular, sobre las vegas de Pedernalillo, La Tetona, Cerrilladas, Los Llanos, Cajón del Rosario, Laguna Barrosa, Cajón Santa Teresa, Vega Quemada, Cajón del Calabozo, y Cajón de Los Palito.
- 8.13. Se solicita al Titular presentar una predicción y evaluación del impacto ambiental del Proyecto, en consideración a lo establecido en el artículo 9 del D.S. Nº 40/2012, del MMA, por el afloramiento de aguas en los túneles del Proyecto sobre los balnearios de acceso gratuito ubicados en el área de influencia del Proyecto, como en las zonas de El Manzano, Puente Del Río Yeso, Río Volcán, entre otros y sobre el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas. Para lo anterior, se deberá considerar la guía para la evaluación de impacto ambiental del valor turístico (SEA, 2017) y valor paisajístico (SEA, 2019).
- 8.14. Se solicita al Titular implementar medidas de mitigación o acciones asociadas a los impactos ambientales que genera el afloramiento de agua en los túneles sobre los cursos de agua superficiales y el acuífero en el área de influencia del Proyecto. Para lo anterior, se deberá considerar, entre otras medidas o acciones, la impermeabilización total de los diferentes tramos de los túneles del Proyecto durante la actual construcción, el revestimiento del túnel Alfalfal II, en el tramo ubicado en la subcuenca estero San José, el uso de revestimiento de acero o membrana impermeable, que disminuya el afloramiento a



una tasa de 1 l/s/km, que corresponde a la tasa señalada por el Titular durante la evaluación ambiental del Proyecto (de acuerdo a lo señalado en la respuesta 10 del capítulo 7 de la Adenda 2 del EIA del "Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo") y la detención de la construcción de los túneles hasta que el caudal de afloramiento de aguas sea igual o menor a lo estimado en el EIA del Proyecto y a la realización de un estudio hidrogeológico de detalle y la evaluación de los impactos de la construcción del túnel en la cuenca alta del Estero San José y el área del Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas.

- 8.15. Se solicita al Titular presentar medidas de compensación o acciones asociadas a los impactos ambientales del Proyecto por el afloramiento de agua en los túneles sobre la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo para el uso por parte de los grupos humanos en el área de influencia del Proyecto. Para lo anterior, deberá considerar la magnitud, duración y extensión de los impactos ambientales que genera el afloramiento de agua en los túneles.
 - En consideración a lo anterior, el Titular deberá considerar, entre otras medidas o acciones, el abastecimiento de recursos hídricos a los usuarios afectados en forma permanente, a costo del Titular.
- 8.16. Se solicita al Titular presentar una descripción de los flujómetros utilizados, indicando su precisión, y adjuntar las fichas técnicas.
- 8.17. Considerando los impactos ambientales del afloramiento de aguas en los túneles del Proyecto, de acuerdo a los antecedentes presentados por el Titular en el presente proceso de revisión de la RCA Nº 256/09 y los antecedentes presentados en el expediente D-001-2017, por el proceso sancionatorio de la SMA a la citada RCA, como el "Estudio de Origen de Aguas Túneles Proyecto Alto Maipo" (SRK, 2017), se solicita instalar las siguientes estaciones de monitorio de caudal y calidad de agua:
 - a) Dos estaciones de monitoreo de caudal y sensores de calidad de agua en el estero El Manzano: una en la desembocadura del estero con el Río Maipo, y otra ubicado, a lo menos, un kilómetro aguas arriba del cruce del túnel con el estero.
 - b) Una estación de monitoreo de caudal y sensores de calidad de agua inmediatamente aguas abajo de la estación Maitenes en el río Colorado, en consideración que, de acuerdo al "Estudio de Origen de Aguas Túneles Proyecto Alto Maipo" (SRK, 2017), los afloramientos en los túneles provienen de los esteros y vertientes de esos sectores, cuyas aguas están siendo interceptadas y sacadas de su ubicación original antes de llegar hasta el río Colorado.
 - c) Una estación de monitoreo de caudal y sensores de calidad de agua en el río Maipo, inmediatamente aguas abajo del pueblo de San José y antes de la bocatoma de la Central Hidroeléctrica de Coyanco, en consideración que en este tramo del río estaría siendo impactado por los afloramientos de agua en los túneles del Proyecto.
 - d) Dos estaciones de monitoreo de caudal en el estero Manzanito, desagüe de las lagunas Negra y Lo Encañado, uno en el nacimiento del estero y el otro antes de la confluencia con el río El Yeso, debido a que las aguas de las citadas lagunas estarían siendo infiltradas en una sección del túnel Alfalfal II.
 - e) Estaciones de medición de caudal en la salida de las obras ubicadas en el río Colorado.
 - f) Se solicita al Titular la instalación de piezómetros para el monitoreo del nivel freático cercano a cada pozo con derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas; así como también la instalación de sensores de calidad de las aguas en cada uno de ellos, en un número suficiente para que sean representativos del área desde el punto de vista metodológico.

Adicionalmente, se solicita al Titular que el plan de seguimiento ambiental tenga una duración de, a lo menos, los primeros diez años de la fase de operación del Proyecto y que las estaciones de monitoreo de caudal y de calidad de las aguas sean cedidas a la Dirección General Aguas.



Finalmente, la respuesta a este oficio deberá expresarse a través de una nueva presentación, la que deberá entregarse en 4 ejemplares, otorgándose un plazo hasta el 03 de febrero de 2020.

Si requiere de un plazo mayor al otorgado para responder, éste podrá extenderse, lo cual deberá comunicarlo por escrito a este Servicio, dentro del plazo que tiene para responder al presente oficio. Debe tenerse presente que posteriormente a esta fecha, se reanudará el proceso de revisión de la RCA N° 256/09.

Sin otro particular, se despide atentamente

ANDELKA VRSALOVIC MELO
DIRECTORA REGIONAL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
SECRETARIA COMISIÓN DE EVALUACIÓN
REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

KOV/JMM/CHSL

C.c.:

- Marcela Mella Ortiz.
- DGA, Región Metropolitana de Santiago.
- SERNAGEOMIN, Dirección Nacional.
- Expediente del Proyecto de Revisión de RCA.

De: Maria Villarroel

Enviado el: martes, 15 de octubre de 2019 11:38

Para: mgarcia@geute.cl; msoler@geute.cl; cuentaccrm@gmail.com

Asunto: Notificación **Datos adjuntos:** Ord. N°1813.pdf

Estimada señora

Marcela Mella Ortiz

Junto con saludar notifico a usted, el oficio Ord. N°1813, correspondiente al proceso de revisión de la Resolución Exenta N°256/09, de fecha 30 de marzo de 2009, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago, que califica ambientalmente favorable el "Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp.N°105".

Saludos cordiales.



Maria Teresa Villarroel

Secretaria Departamento Jurídica y Pertinencias Servicio de Evaluación Ambiental Región Metropolitana

(56-2) 29569141 Miraflores 178, piso 3.

www.sea.gob.cl

📥 Por favor no imprima este e-mail a menos que sea necesario.





Miraflores 178, piso 3, Santiago Centro Fono: (56-2) 956 9100 sea.gob.cl



N°65

16/10/2019

Envío de Carta Certificada <u>Área Jurídica</u> Servicio de Evaluación Ambiental Región Metropolitana de Santiago

N _o	NOMBRE	DIRECCIÓN	Resolución	FECHA
1	Señor Nelson Saieg Paez Representante legal Alto Maipo SpA	Av. Rosario Norte N° 532, Piso 19 Las Condes	Ord. N°1813	14/10/2019

SEA R.M.
MIRAFLORES 178
PISO 3 SANTIAGO