

MINISTERIO DE HACIENDA

OFICINA DE PARTES

RECIBIDO

CONTRALORÍA GENERAL

TOMA DE RAZÓN

RECEPCIÓN

DEPART. JURIDICO		
DEP. T. R. Y REGIST.		
DEPART. CONTABIL.		
SUB DEP. C.CENTRAL		
SUB DEP. E.CUENTAS		
SUB DEP C.P.Y. BIENES NAC.		
DEPART. AUDITORIA		
DEPART. V.O.P., U. y T.		
SUP DEP. MUNICIPAL		

REFRENDACIÓN

REF. POR \$ _____

IMPUTAC. _____

ANOT. POR \$ _____

IMPUTAC. _____

DEDUC. DTO. _____

Proceso SSD N°19447394

EXPEDIENTE VAR-1302-3

REF.: **DECLARA ÁREA DE RESTRICCIÓN** para nuevas extracciones de aguas subterráneas en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado **RÍO COLORADO ALTO**, en la provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago.

D.G.A. N° 61 /
8 de septiembre de 2025
SANTIAGO,

VISTOS:

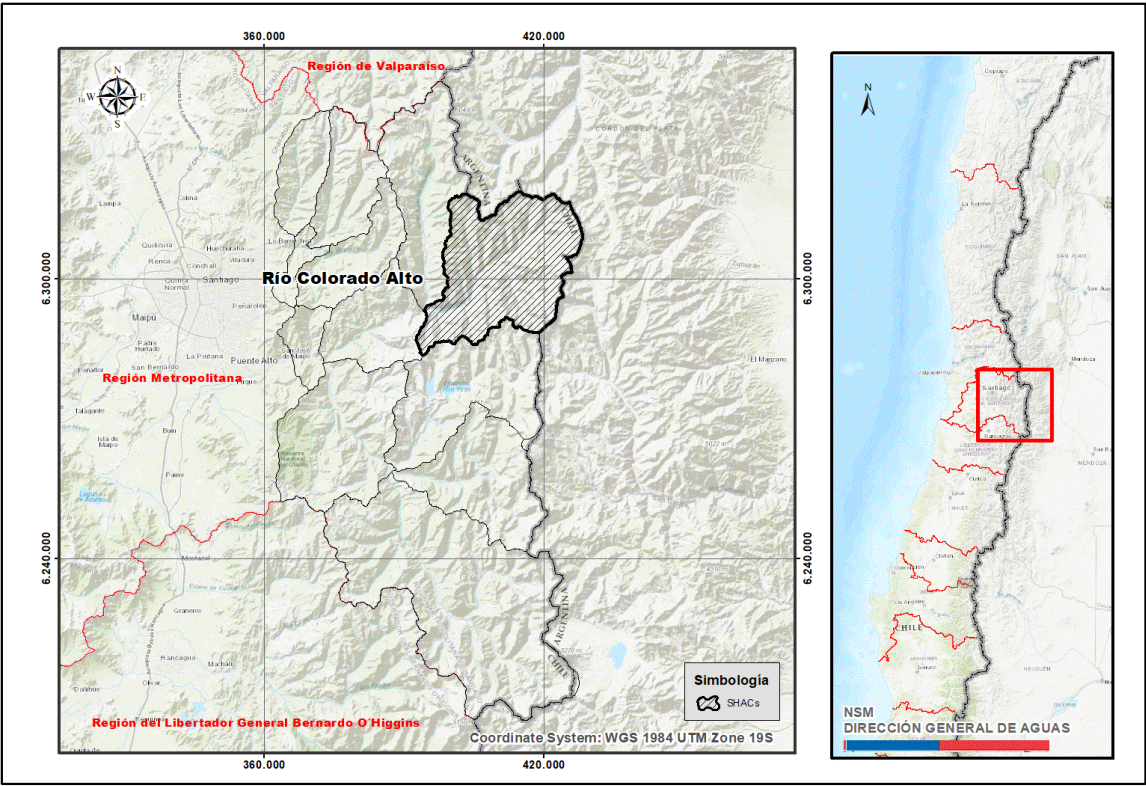
- El Informe Técnico SDT N° 119, de 2007, denominado "Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero Santiago Sur", "Modelación Hidrogeológica de las Cuencas Maipo Mapocho", del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas;
- El Informe Técnico DARH SDT N° 367, de 2015, denominado "Estimación preliminar de la recarga de aguas subterránea y Determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las cuencas altas de la Región Metropolitana", del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas;
- El Informe Técnico DARH SDT N° 506, de 2025, denominado "Reevaluación de los sectores hidrogeológicos aprovechamiento común por el Potencial efecto del Cambio Climático y Estimación de recarga de aguas subterráneas de las cuencas altas de la Región Metropolitana de Santiago";
- El Informe Técnico DARH N° 475, de 18 de agosto de 2025, denominado "Análisis de Disponibilidad de Recursos Hídricos Subterráneos en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto, Provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago", del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas;
- La Minuta Explicativa DARH N° 10, de 27 de junio de 2025, del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas
- Lo dispuesto en los artículos 65, 66, 67, 67 bis y 68 del Código de Aguas;
- Lo establecido en los artículos 30, 31, 33 y 54 del Decreto Supremo N° 203, de 20 de mayo de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, que Aprueba Reglamento Sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas, modificado por el Decreto Supremo N° 224, de 5 de noviembre de 2021, del Ministerio de Obras Públicas;
- Lo prescrito en el Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos, SDT N° 477, de 13 de junio de 2024, aprobado por medio de la Resolución D.G.A. (Exenta) N° 1822, de 26 de junio de 2024;
- La atribución del artículo 300 letra c) del Código de Aguas;

10. La Resolución N° 36, de 19 de diciembre de 2024, de la Contraloría General de la República, que Fija Normas sobre Exención del Trámite de Toma de Razón; y,

CONSIDERANDO:

1. **QUE**, el artículo 65 del Código de Aguas, dispone que: *"Serán áreas de restricción aquellos sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en los que exista el riesgo de grave disminución de un determinado acuífero o de su sustentabilidad, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.*
Cuando los antecedentes sobre la explotación del acuífero demuestren la conveniencia de declarar área de restricción de conformidad con lo dispuesto en el inciso anterior, la Dirección General de Aguas deberá así decretarlo. Esta medida también podrá ser declarada a petición de cualquier usuario del respectivo sector, si concurren las circunstancias que lo ameriten."
2. **QUE**, por su parte, el artículo 66 del mismo cuerpo legal prescribe que: *"Declarada un área de restricción en uno o más sectores del acuífero o en su totalidad, la Dirección General de Aguas no podrá otorgar derechos de aprovechamiento definitivos. De modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, sólo podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él."*
3. **QUE**, el artículo 30 del Decreto Supremo N° 203, de 20 de mayo de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, que Aprueba Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas, establece que: *"La Dirección General de Aguas deberá, mediante resolución fundada, declarar un determinado Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común como área de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas, de oficio o a petición de cualquier usuario del respectivo sector, cuando ocurra al menos una de las siguientes situaciones:*
a) Cuando antecedentes técnicos den cuenta de la existencia de un riesgo de grave descenso de los niveles en una zona del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común que pueda afectar la extracción de aguas subterráneas de derechos de aprovechamiento existentes en ella.
b) La demanda comprometida sea superior a la recarga de éste, ocasionando riesgo de grave disminución de los niveles del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.
c) Los estudios técnicos demuestren que la demanda comprometida provocará una reducción superior al cinco por ciento del volumen almacenado, en un plazo de cincuenta años.
d) Los estudios técnicos indiquen que la demanda comprometida producirá una afección a los caudales de los cursos de aguas superficiales en más de un diez por ciento del caudal medio mensual asociado al ochenta y cinco por ciento de probabilidad de excedencia, durante seis meses consecutivos.
e) Cuando antecedentes técnicos demuestren que el aumento de extracciones en un Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común afecta la disponibilidad sustentable de otro sector.
f) Cuando antecedentes técnicos demuestren que existe riesgo de contaminación por desplazamiento de aguas contaminadas o de la interface agua dulce-salada."
4. **QUE**, de este modo, corresponde a la Dirección General de Aguas efectuar la declaración de área de restricción cuando se cumpla alguna de las situaciones establecidas en el artículo 30 del Decreto Supremo N° 203, de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, sea de oficio o a petición de cualquier usuario del respectivo sector hidrogeológico de aprovechamiento común (en adelante SHAC), debiendo realizarse los análisis correspondientes que determinen el cumplimiento de alguna de las hipótesis señaladas que hacen procedente la declaración de área de restricción.

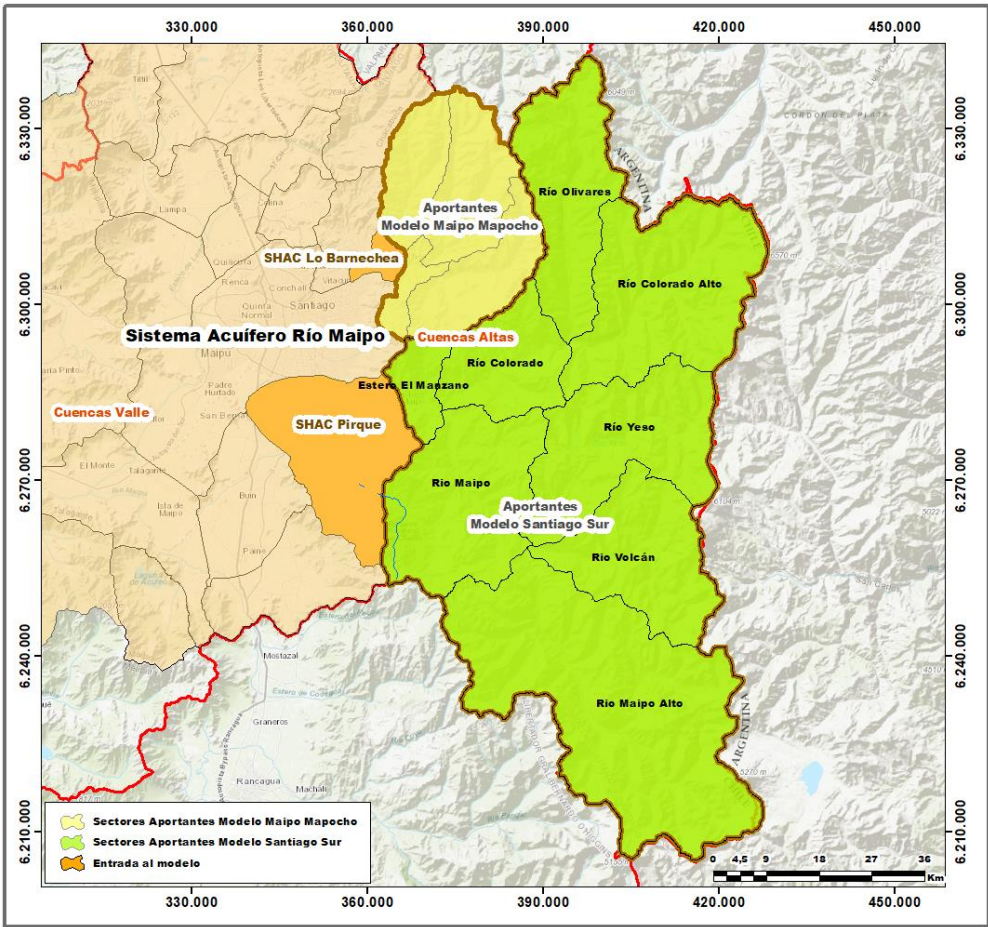
5. **QUE**, para ello, el Departamento de Administración de Recursos Hídricos elaboró el Informe Técnico DARH N° 475, de 18 de agosto de 2025, denominado "*Análisis de Disponibilidad de Recursos Hídricos Subterráneos en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto, Provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago*", en el que se evalúa la disponibilidad del recurso hídrico, considerando la oferta y la demanda comprometida del sector, y se determina la factibilidad de otorgar derechos de aprovechamiento, en calidad de provisionales.
6. **QUE**, en primer término, y en lo que respecta a la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos, el citado informe señala que la disponibilidad total de aguas subterráneas determinada por la Dirección General de Aguas corresponde al volumen de explotación sustentable a nivel de fuente, considerado como el recurso disponible para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de permanente y definitivos, y al volumen total anual considerado para derechos de aprovechamiento, de carácter provisional, regulados en el artículo 66 del Código de Aguas y cuyo procedimiento de determinación se encuentra establecido en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos SDT DARH N° 477, de 13 de junio de 2024, nuevo texto aprobado por la Resolución D.G.A. (Exenta) N° 1822, de 26 de junio de 2024.
7. **QUE**, por otra parte, mediante el Informe Técnico DARH SDT N° 367, de 2015, denominado "*Estimación preliminar de la recarga de aguas subterránea y Determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las cuencas altas de la Región Metropolitana*" de la Dirección General de Aguas, se determina, entre otras, la sectorización del sector hidrogeológico de aprovechamiento común Río Colorado Alto, cuya delimitación corresponde a la siguiente figura:



Mapa N° 1. Ubicación Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto.

8. **QUE**, además, cabe precisar que el sistema acuífero del río Maipo está conformado por una serie de sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, tanto en la parte alta de la cuenca como en el valle, que facilitan el análisis y ayudan a mejorar la administración y gestión de los recursos hídricos subterráneos de las cuencas en cuestión.

9. **QUE**, es así que el Informe Técnico DARH SDT N° 506, de 2025, denominado “Reevaluación de los sectores hidrogeológicos aprovechamiento común por el Potencial efecto del Cambio Climático y Estimación de recarga de aguas subterráneas de las cuencas altas de la Región Metropolitana de Santiago”, actualiza el Informe Técnico DARH SDT N° 367, determinando el volumen sustentable en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de la parte alta del sistema acuífero del río Maipo, que aportan hacia el valle, incorporando el potencial efecto del cambio climático.
10. **QUE**, cabe precisar que en el Informe Técnico DARH SDT N° 367, de 2015, se definieron los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de las cuencas altas del sistema acuífero del río Maipo, los que conforman dos grupos de SHACs, cuya oferta hídrica sustentable corresponde a la recarga necesaria para el funcionamiento del modelo Maipo Mapocho, por el norte y, Santiago Sur, por el sur.
11. **QUE**, por su parte, el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, perteneciente a las cuencas altas aportantes al modelo de Santiago Sur, del sistema acuífero del río Maipo, forma parte de la recarga sustentable necesaria en el balance hídrico del sistema acuífero del Río Maipo.
12. **QUE**, agrega, que la recarga sustentable necesaria en el balance hídrico del sistema acuífero del río Maipo, definida en el Modelo hidrogeológico para el sector acuífero de Santiago Sur, específicamente para el SHAC de Pirque, cuya ubicación se puede apreciar en el mapa siguiente, equivale a un flujo de entrada al modelo de 1.442 m³/s.



Mapa N° 2. Cuencas Altas Aportantes Modelo Santiago Sur - Sistema Acuífero Río Maipo.

13. **QUE**, indica que, el modelo Santiago Sur es el receptor de la recarga generada por ocho sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, denominados Estero El Manzano, Río Colorado, Río Colorado Alto, Río Maipo, Río Maipo Alto, Río Olivares, Río Volcán y Río Yeso, todos los cuales se observan en el mapa antes referido.
14. **QUE**, precisa que la recarga estimada aportante por el sur al sistema acuífero del Río Maipo total asciende a 601 l/s o 18.953.698 m³ anuales, como se muestra en la Tabla N° 1 siguiente:

SECTOR	Recarga m3/año	Recarga l/s
Estero El Manzano	331.260	10,5
Río Colorado	928.496	29,4
Río Colorado Alto	3.046.540	96,6
Río Maipo	2.070.500	65,7
Río Maipo Alto	6.816.717	216,2
Río Olivares	1.664.541	52,8
Río Volcán	1.897.128	60,2
Río Yeso	2.198.517	69,7
Oferta Total	18.953.698	601

Tabla N° 1. Recarga por SHACs y Total, al Modelo Santiago Sur en m3/año y l/s.

15. **QUE**, expresa, que de la recarga total aportante al Modelo Santiago Sur de 18.953.698 m³ anuales, se tiene que la oferta de recursos hídricos subterráneos en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común Río Colorado Alto asciende solo a 3.046.540 m³/año.
16. **QUE**, en cuanto a la disponibilidad final, el Informe Técnico DARH N° 475, de 18 de agosto de 2025, señala que en la tabla siguiente se muestran los SHACs que, en conjunto, generan el flujo aportante a la condición de borde del Modelo Santiago Sur, con la recarga individual por SHAC y total, versus la demanda comprometida, tanto individual como total.

SECTOR	Recarga m3/año	Demanda Comprometida m ³ /año
Estero El Manzano	331.260	776.311
Río Colorado	928.496	0
Río Colorado Alto	3.046.540	0
Río Maipo	2.070.500	3.803.231
Río Maipo Alto	6.816.717	0
Río Olivares	1.664.541	0
Río Volcán	1.897.128	0
Río Yeso	2.198.517	711.198
	18.953.698	5.290.740

Tabla N° 2 Recarga y Demanda comprometida por SHACs y total

17. **QUE**, por otra parte, el Informe Técnico SDT N° 119, de 2007, denominado “Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero Santiago Sur”, “Modelación Hidrogeológica de las Cuencas Maipo Mapocho”, aprobado mediante la Resolución D.G.A. (Exenta) N° 791, de 2007, se establece que la condición de borde definida para el Modelo Hidrogeológico Santiago Sur, específicamente, para el SHAC de Pirque, corresponde a 1.442 l/s, equivalente a **45.474.912 m³/año**, como requerimiento de recarga sustentable necesaria para esta zona del sistema acuífero Río Maipo.
18. **QUE**, es así que la recarga total calculada en los ocho SHACs (como se indicó en la Tabla N° 2) equivale a 18.953.698 m³/año, la cual es insuficiente para los requerimientos del Modelo Santiago Sur, cuya necesidad hídrica equivale a 45.474.912 m³/año para el sistema acuífero del Río Maipo.



TOMADO DE RAZÓN CON ALCANCES
Oficio: E165194/2025
POR ORDEN DE LA CONTRALORA GENERAL DE LA REPÚBLICA
Fecha: 30/09/2025
VICTOR HUGO MERINO ROJAS
Subcontralor General

19. **QUE**, entonces, al considerar lo indicado precedentemente, se concluye que la sumatoria de demanda comprometida en derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en cada uno de estos SHACs, correspondiente a 5.290.740 m³/año, junto con la recarga sustentable necesaria para el sistema acuífero del río Maipo, en la entrada al modelo Santiago Sur, SHAC Pirque, que corresponde a 45.474.912 m³/año, se obtiene que la oferta total, esto es, la sumatoria de las ofertas de los ocho SHACs, en recursos hídricos es superada ampliamente, lo que se muestra en la tabla siguiente:

Oferta de recursos hídricos subterráneos m3/año	Demanda Comprometida en derechos definitivos m3/año	Caudal aportante necesario al Modelo Santiago Sur SHAC Pirque m3/año	Demanda Total de recursos hídricos subterráneos m3/año
18.953.698	5.290.740	45.474.912	50.765.652

Tabla N° 3 Oferta total versus Demanda Comprometida y recarga aportante al modelo en SHAC Pirque (considera los ocho SHACs aportantes al Modelo Santiago Sur).

20. **QUE**, del análisis de la oferta de recursos hídricos, que se observa en la tabla anterior, se obtiene que la Demanda Total de recursos hídricos subterráneos, esto es, la sumatoria de la demanda comprometida en derechos definitivos, más el caudal aportante necesario al modelo, superan ampliamente la oferta de recursos hídricos subterráneos, por lo cual se puede concluir, que conforme a lo dispuesto en el artículo 30 letra e) del Decreto Supremo N° 203, de 2013, modificado por el Decreto Supremo N° 224, de fecha 5 de noviembre de 2021, ambos del Ministerio de Obras Públicas, corresponde declarar área de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, puesto que el aumento de extracciones en este sector hidrogeológico de aprovechamiento común o cualquiera de los ocho SHACs, cuyos flujos subterráneos conforman la condición de borde del Modelo Santiago Sur, afectará directamente la disponibilidad sustentable del SHAC de Pirque, como de los SHACs aguas abajo a éste, y del sistema acuífero del río Maipo en general.
21. **QUE**, por otra parte, y de acuerdo al procedimiento establecido en el “Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos, SDT N° 477, de 13 de junio de 2024” de la Dirección General de Aguas, aprobado por la Resolución D.G.A. (Exenta) N° 1822, de 26 de junio de 2024, en su Capítulo XVII Limitaciones a la Explotación de Aguas, punto 1.Área de Restricción (VAR), en el numeral 1.4.7 CRITERIO PARA DETERMINACIÓN TÉCNICA indica que, en un determinado SHAC *“considerando los conceptos de oferta y demanda, para los efectos de determinar los derechos disponibles de aguas subterráneas susceptibles de ser otorgados a nivel de sector hidrogeológico de aprovechamiento común...referente a la disponibilidad de aguas subterráneas, se obtendrá un resultado de los recursos de agua disponibles. Si en dicho balance la demanda es igual a la oferta, o superior a ella, corresponde evaluar las medidas de limitación a las nuevas explotaciones de aguas subterráneas en derechos de aprovechamiento en base a la declaración de Área de Restricción.”*
22. **QUE**, a su vez, el artículo 66 del Código de Aguas prescribe que *“... de modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, sólo podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él.”*
23. **QUE**, la excepcionalidad para la concesión de derechos provisionales en un determinado sector hidrogeológico de aprovechamiento común, se producirá cuando se cumplan una serie de criterios relacionados con las condiciones hidrometeorológicas actuales, la explotación efectiva del sector hidrogeológico de aprovechamiento común en cuestión y los antecedentes de sustentabilidad del mismo, los que se encuentran contenidos en el *Capítulo IXX ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO PROVISIONALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS* del Manual de Normas y Procedimientos antes referido.



TOMADO DE RAZÓN CON ALCANCES
Oficio: E165194/2025
POR ORDEN DE LA CONTRALORA GENERAL DE LA REPUBLICA
Fecha: 30/09/2025
VICTOR HUGO MERINO ROJAS
Subcontralor General

24. **QUE**, declarada un área de restricción en uno o más sectores del acuífero o en su totalidad, la Dirección General de Aguas, de modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él.
25. **QUE**, es así que la oferta máxima a otorgar como derechos provisionales corresponde a la cantidad máxima o potencial de volumen total anual para la asignación de derechos provisionales. Esta oferta máxima corresponde a una proporción del volumen sustentable adicional a la oferta establecida para derechos definitivos.
26. **QUE**, conforme con lo ya señalado, cabe indicar que el volumen máximo potencial de otorgar como derechos de aprovechamiento provisional en un sector hidrogeológico de aprovechamiento común corresponde al equivalente al 75% del volumen anual a asignar como derechos de aprovechamiento necesario para alcanzar una explotación efectiva igual a la oferta para derecho definitivos de aguas subterráneas.

Oferta de recursos hídricos subterráneos m3/año	Disponibilidad Total derechos definitivos + provisionales m3/año	Demanda Comprometida en derechos definitivos m3/año	Caudal aportante necesario al Modelo Santiago Sur SHAC Pirque m3/año	Demanda Total de recursos hídricos subterráneos m3/año
18.953.698	33.168.972	5.290.740	45.474.912	50.765.652

Tabla N° 4 Oferta Máxima en DAA definitivos y provisionales total versus Demanda Comprometida y Caudal aportante al modelo.

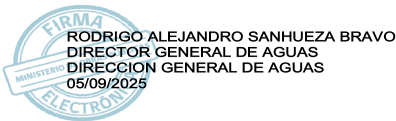
27. **QUE**, de la tabla anterior se evidencia que la oferta máxima posible de otorgar, tanto en derechos definitivos como provisionales, asciende a 33.168.972 m³/año, teniéndose como requerimiento de demanda total en recursos hídricos subterráneos, esto es, la demanda comprometida del conjunto de los SHACs que aportan al modelo Santiago Sur y aquella de la condición de borde, de 50.765.652 m³/año, por lo cual se tiene que la oferta de recursos hídricos subterráneos no satisface las necesidades del sistema acuífero y el hecho de otorgar nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de provisionales en el SHAC Río Colorado Alto o en alguno de los sectores aportantes al modelo Santiago Sur, con el aumento de extracciones afectará la disponibilidad sustentable del SHAC de Pirque y del sistema acuífero del río Maipo, en general.
28. **QUE**, en consecuencia, es procedente declarar área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas al sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado **RÍO COLORADO ALTO**, en la provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago, sin el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en calidad de provisionales.

R E S U E L V O:

1. **DECLÁRASE** área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas, el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado **RÍO COLORADO ALTO**, en la provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago.
2. **TÉNGASE PRESENTE** que la Dirección General de Aguas, en virtud de lo previsto por el artículo 66 del Código de Aguas, concluye que en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, no es posible otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de provisionales.
3. **DÉJASE** constancia que la delimitación del área de restricción se encuentra representada geográficamente en el Mapa N° 1, denominado "Área de Restricción Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto", el cual se encontrará disponible en el sitio web del Servicio, una vez publicada la presente resolución en el Diario Oficial.

4. **DÉJASE** constancia que la delimitación del área de restricción, el Informe Técnico DARH SDT N° 119, de 2007; el Informe Técnico SDT N° 367, de 2015; el Informe Técnico DARH N° 506, de 2025, y el Informe Técnico DARH N° 475, de 2025, todos del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas y demás antecedentes pertinentes y demás antecedentes pertinentes, se encontrarán a disposición del público, una vez publicada la presente resolución en el Diario Oficial, en la página web del Servicio.
5. **TÉNGASE PRESENTE** que el mapa que delimita esta zona, así como los Informes Técnicos antes referidos, aludidos en los resuelvos N°s 3 y 4, respectivamente, forman parte de esta resolución, por lo que sólo podrán modificarse a través de un acto administrativo afecto al trámite de toma de razón.
6. **CONSÍGNASE** que la declaración de área de restricción para el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, que se contiene en la presente resolución, empezará a regir para todos los efectos legales que de ella se deriven, desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial.
7. **PUBLÍQUESE** la presente resolución por una sola vez en el Diario Oficial, los días 1 o 15, o el primer día hábil siguiente si aquellos fueran feriados.
8. **COMUNÍQUESE** la presente resolución a la División Legal de la Dirección General de Aguas, al Departamento de Administración de Recursos Hídricos, al Centro de Información de Recursos Hídricos, a la respectiva Oficina Regional y a la Oficina de Partes de este Servicio.
9. **REGÍSTRESE** la presente resolución de conformidad con lo dispuesto en el artículo 122 del Código de Aguas.

ANÓTESE, TÓMESE RAZÓN, PUBLÍQUESE Y COMUNÍQUESE.



VAR-1302-3
RSB/CFF/ALE/FPC/RSA/rsa



TOMADO DE RAZÓN CON ALCANCES
Oficio: E165194/2025
POR ORDEN DE LA CONTRALORA GENERAL DE LA REPÚBLICA
Fecha: 30/09/2025
VICTOR HUGO MERINO ROJAS
Subcontralor General



INFORME TÉCNICO DARH N° 475

ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN EL SECTOR HIDROGEOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO COMÚN RÍO COLORADO ALTO. PROVINCIA DE CORDILLERA, REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO.

VAR-1302-3

SSD N° 19393392

Santiago, 18 de agosto de 2025

1.- INTRODUCCIÓN.

La Dirección General de Aguas, en relación a la explotación de las aguas subterráneas de un determinado sector hidrogeológico de aprovechamiento común SHAC, debe compatibilizar las exigencias legales con las características físicas del recurso hídrico, considerando las necesidades y los intereses superiores de la Nación. Así, la acción de este Servicio es propender a una explotación del recurso hídrico de forma sustentable, de forma que no genere menoscabo a derechos de terceros y que no limite innecesariamente su aprovechamiento, considerando para ello su gran importancia para el interés nacional.

Es por esta razón que generan gran importancia los instrumentos que dispone la Dirección General de Aguas para velar por el resguardo de los recursos hídricos subterráneos, como son la Declaración de Áreas de Restricción y las Zonas de Prohibición, que tienen por objeto la protección y conservación de los acuíferos mismos, no solo resguardando los derechos de aprovechamiento legalmente constituidos, sino que también custodiando la fuente subterránea.

2.- OBJETIVO.

El presente Informe tiene como objetivo analizar la pertinencia de Declarar Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común (SHAC) denominado **RÍO COLORADO ALTO**, en virtud de lo establecido en el Decreto Supremo MOP N° 203, de fecha 20 de mayo de 2013, modificado por el Decreto Supremo N° 224, de fecha 5 de noviembre de 2021.

3.- MARCO LEGAL.

De acuerdo con la normativa actual que dispone la Dirección General de Aguas, respecto

de la pertinencia de declarar Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas un determinado sector acuífero, es posible señalar que:

Artículo 65 inciso 1° del Código de Aguas, establece que: "Serán áreas de restricción aquellos sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en los que exista el riesgo de grave disminución de un determinado acuífero o de su sustentabilidad, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él".

Artículo 66 inciso 1° del Código de Aguas, dispone que: "Declarada un área de restricción en uno o más sectores del acuífero o en su totalidad, la Dirección General de Aguas no podrá otorgar derechos de aprovechamiento definitivos. De modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, sólo podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él".

Y del Decreto Supremo MOP N° 203, 2013, modificado por el DS N° 224, 2021

Artículo 30. La Dirección General de Aguas deberá, mediante resolución fundada, declarar un determinado Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común como área de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas, de oficio o a petición de cualquier usuario del respectivo sector, cuando ocurra al menos una de las siguientes situaciones, letra e) Cuando antecedentes técnicos demuestren que el aumento de extracciones en un Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común afecta la disponibilidad sustentable de otro sector.

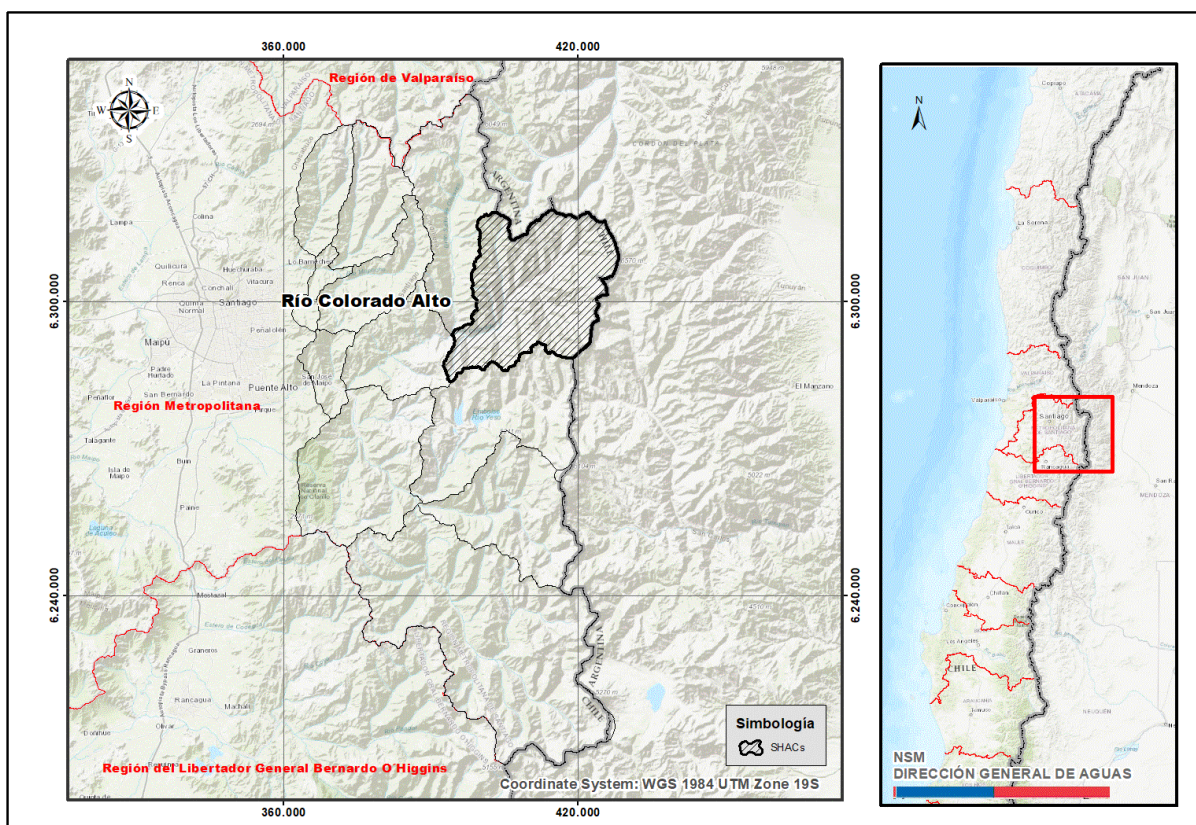
4.- Disponibilidad de Recursos Hídricos Subterráneos.

La disponibilidad total de aguas subterráneas determinada por la Dirección General de Aguas corresponde al volumen de explotación sustentable a nivel de fuente, considerado como el recurso disponible para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de permanente y definitivos; y al volumen total anual considerado para derechos de aprovechamiento, de carácter provisional, regulados en el artículo 66 del Código de Aguas y cuyo procedimiento de determinación se encuentra establecido en el Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos SDT DARH N° 477, de 13 de junio de 2024, aprobado por la Resolución D.G.A. (Exenta) N° 1822, de 26 de junio de 2024.

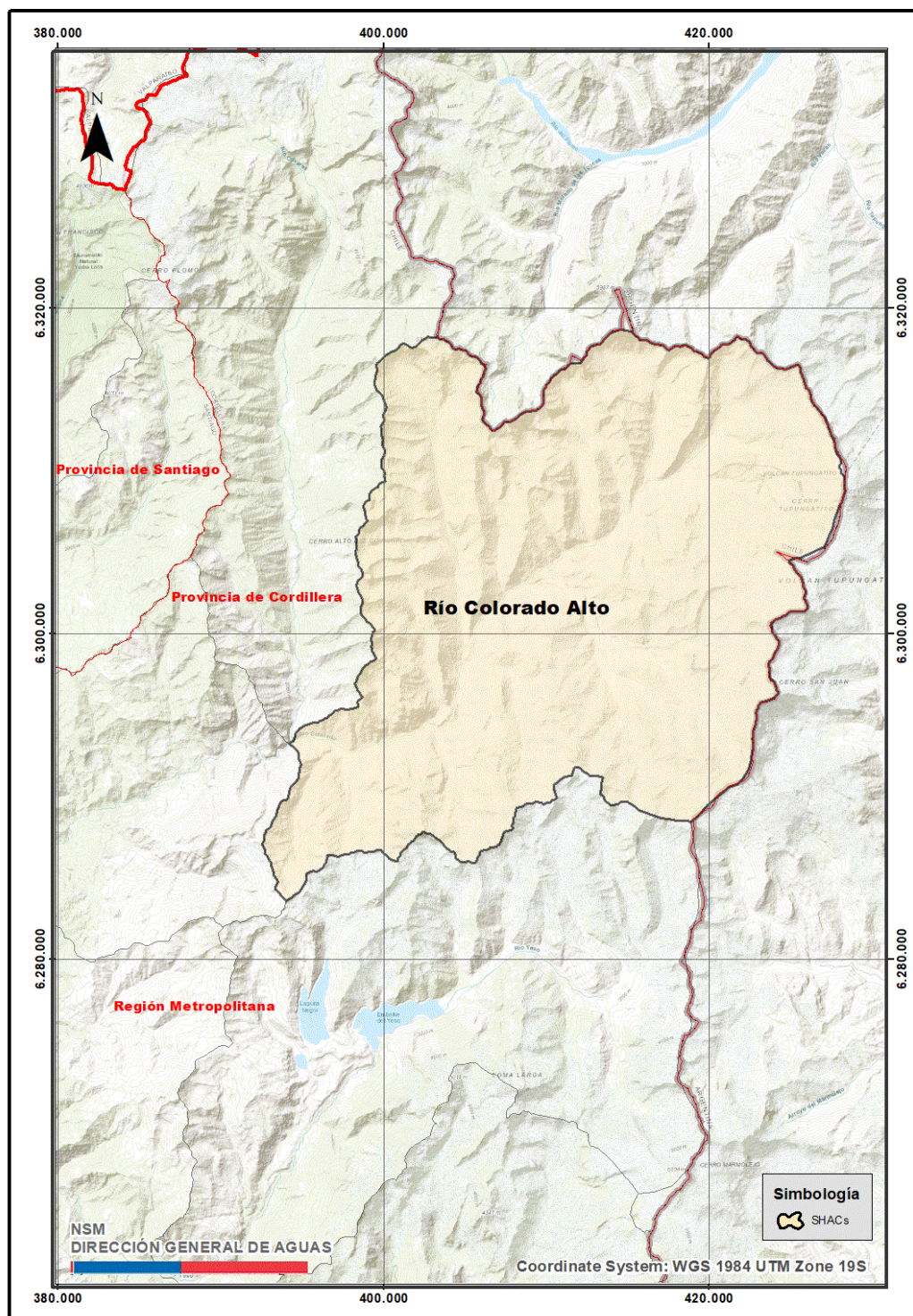
4.1 Oferta de Recursos Hídricos.

Mediante el Informe Técnico DARH SDT N° 367, denominado "*Estimación preliminar de las recargas de aguas subterráneas y determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las cuencas altas de la Región Metropolitana*" del año 2015, se determina, entre otras, la delimitación del sector hidrogeológico de aprovechamiento común Río Colorado Alto, el cual se localiza en la provincia de CORDILLERA, Región Metropolitana de Santiago.

La delimitación geográfica para dicho sector hidrogeológico de aprovechamiento común corresponde a la que se muestra en los Mapas N° 1 y 2.

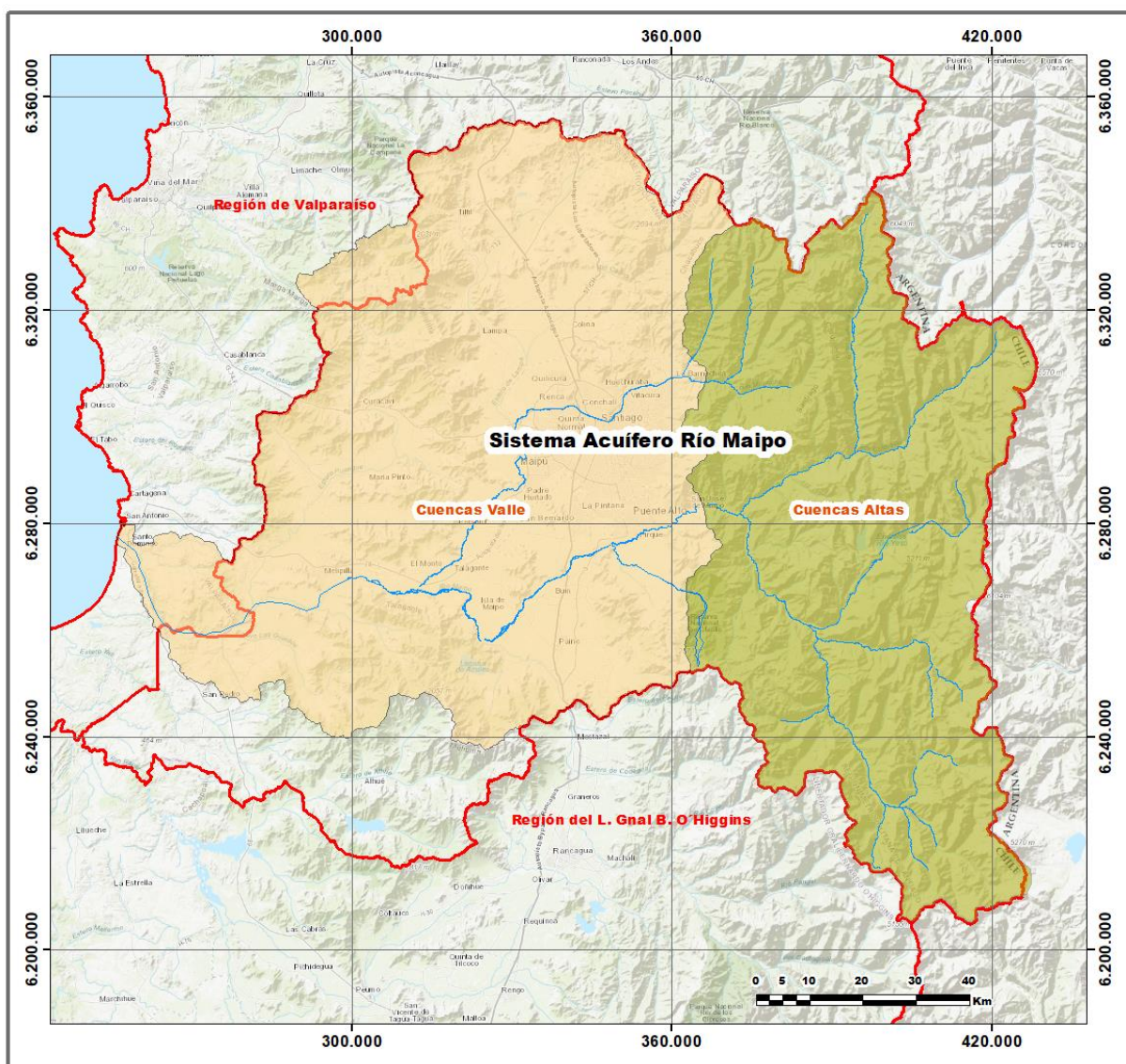


Mapa N°1. Ubicación Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto.



Mapa N°2. Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto, División Político Administrativo.

Por otra parte, cabe precisar que el sistema acuífero del Río Maipo está conformado por una serie de sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, tanto en la parte alta de la cuenca como en el valle, que facilitan el análisis y ayudan a mejorar la administración y gestión de los recursos hídricos subterráneos de las cuencas en cuestión. El Mapa N°3 que sigue, muestra el sistema acuífero del Río Maipo en dividido en las cuencas altas aportantes y las cuencas de valle.

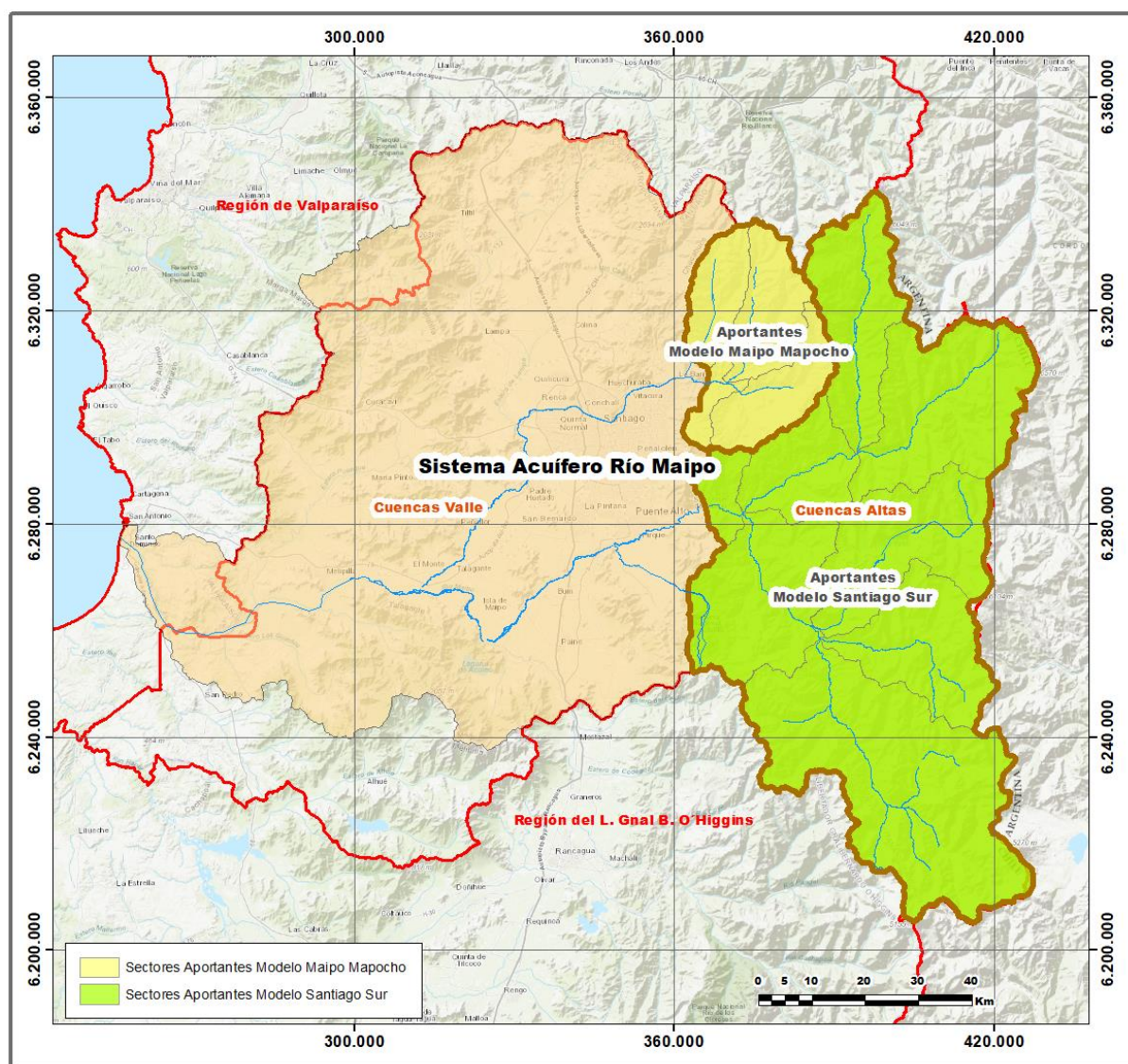


Mapa N°3. Sistema Acuífero Río Maipo – Cuencas Altas y Valle.

Es así que el Informe Técnico DARH SDT N° 506, de 2025, denominado “Reevaluación de los sectores hidrogeológicos aprovechamiento común por el potencial efecto del cambio climático y estimación de recarga de aguas subterránea en las cuencas altas de la Región Metropolitana de Santiago”, actualiza el Informe Técnico DARH SDT N° 367, denominado

"Estimación preliminar de las recargas de aguas subterráneas y determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las cuencas altas de la Región Metropolitana", de 2015, y determina el volumen sustentable en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de la parte alta del sistema acuífero del río Maipo, que aportan hacia el valle incorporando el potencial efecto del cambio climático.

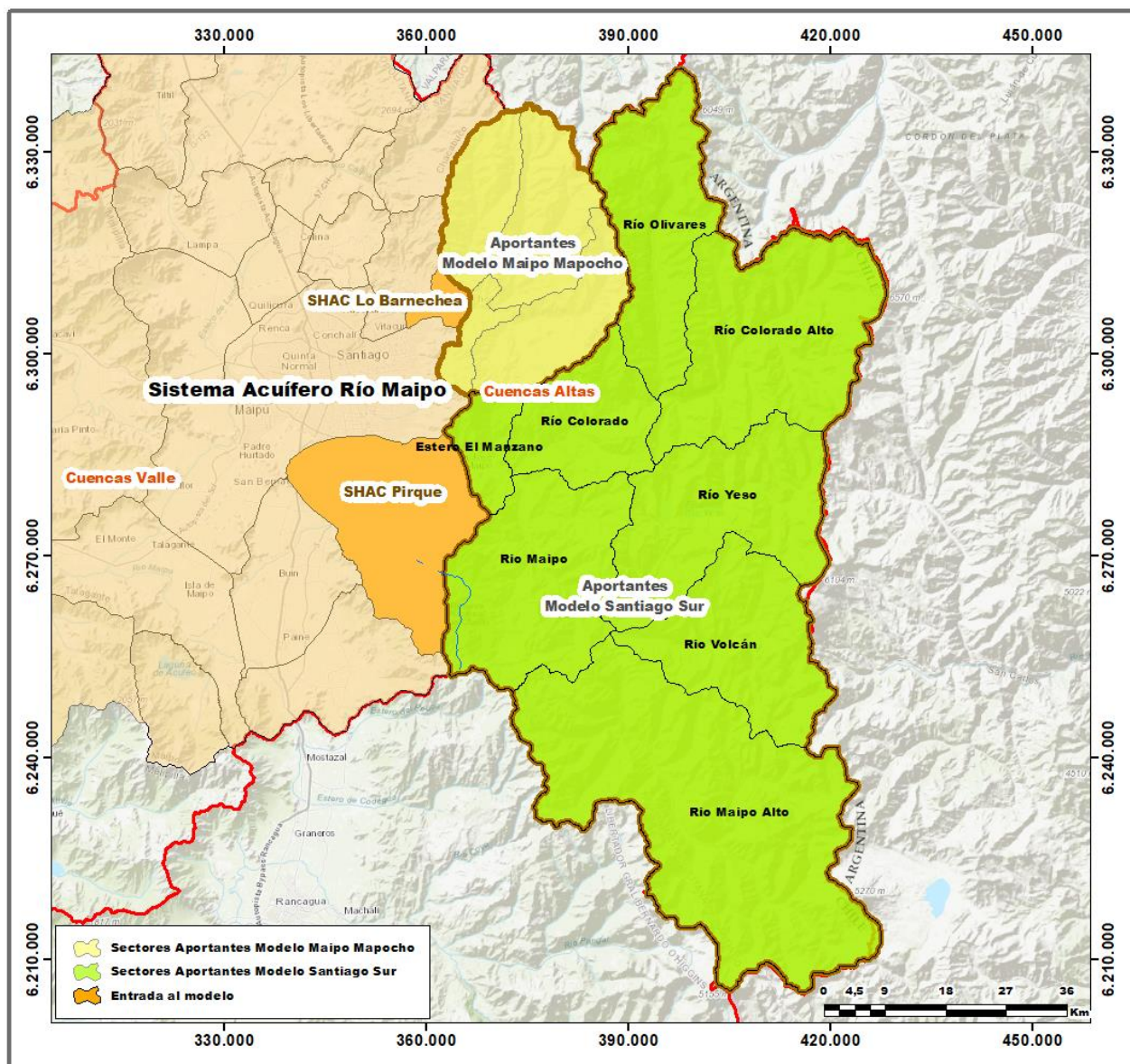
En el SDT N° 367, de 2015, se definieron los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de las cuencas altas del sistema acuífero del Río Maipo, los que conforman dos grupos de SHACs, cuya oferta hídrica sustentable corresponde a la recarga necesaria para el funcionamiento del modelo Maipo Mapocho, por el norte y, el modelo Santiago Sur, por el sur.



Mapa N°4. Sistema Acuífero Río Maipo – Cuencas Altas con Aportantes Modelo Maipo Mapocho y Aportantes Modelo Santiago Sur.

Por su parte, el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, perteneciente a las cuencas altas aportantes al modelo de Santiago Sur, del sistema acuífero del río Maipo, conforma parte de la recarga sustentable necesaria en el balance hídrico del sistema acuífero del Río Maipo.

Dicha recarga sustentable necesaria en el balance hídrico del sistema acuífero del río Maipo, definida en el Modelo hidrogeológico para el sector acuífero de Santiago Sur, específicamente para el SHAC de Pirque, equivale a un flujo de entrada al modelo de 1,442 m³/s. Mapa N°5



Mapa N°5. Cuencas Altas Aportantes Modelo Santiago Sur - Sistema Acuífero Río Maipo.

El modelo Santiago Sur es el receptor de la recarga generada por ocho sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, denominados Estero El Manzano, Río Colorado, Río Colorado Alto, Río Maipo, Río Maipo Alto, Río Olivares, Río Volcán y Río Yeso, que se observan en el Mapa N°5. Dicha recarga estimada aportante por el sur, al sistema acuífero del Río Maipo total asciende a 601 l/s o a 18.953.698 m³ anuales, como se muestra en la Tabla N°1 siguiente:

SECTOR	Recarga m ³ /año	Recarga l/s
Estero El Manzano	331.260	10,5
Río Colorado	928.496	29,4
Río Colorado Alto	3.046.540	96,6
Río Maipo	2.070.500	65,7
Río Maipo Alto	6.816.717	216,2
Río Olivares	1.664.541	52,8
Río Volcán	1.897.128	60,2
Río Yeso	2.198.517	69,7
Oferta Total	18.953.698	601

Tabla N°1. Recarga por SHACs y Total, al Modelo Maipo-Mapocho en m³/año y l/s

Entonces, de la recarga total aportante al Modelo Santiago Sur de 18.953.698 m³ anuales, se tiene que la oferta de recursos hídricos subterráneos en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común Río Colorado Alto asciende solo a 3.046.540 m³/año.

4.2 Situación de disponibilidad final.

La tabla N° 2 siguiente muestra los SHACs que, en conjunto, generan el flujo aportante a la condición de borde del Modelo Santiago Sur, con la recarga individual por SHAC y total, versus la demanda comprometida, tanto individual y como total.

SECTOR	Recarga m ³ /año	Demanda Comprometida m ³ /año
Estero El Manzano	331.260	776.311
Río Colorado	928.496	0
Río Colorado Alto	3.046.540	0
Río Maipo	2.070.500	3.803.231
Río Maipo Alto	6.816.717	0
Río Olivares	1.664.541	0
Río Volcán	1.897.128	0
Río Yeso	2.198.517	711.198
	18.953.698	5.290.740

Tabla N°2 Recarga y Demanda comprometida por SHACs y total

En el Informe Técnico SIT N° 119, de 2007, denominado “Evaluación Máxima de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero de Santiago Sur”, “Modelación Hidrogeológica de las Cuencas Maipo Mapocho”, aprobado mediante la Resolución D.G.A. (Exenta) N° 791, de 2007, se establece que la condición de borde definida para el Modelo Hidrogeológico Santiago Sur, específicamente, para el SHAC de Pirque, corresponde a 1.442 l/s, equivalente a 45.474.912 m³/año, como requerimiento de recarga sustentable necesaria para esta zona del sistema acuífero Río Maipo.

	l/s	m ³ /año
Condición de Borde Modelo Santiago Sur SHAC Pirque	1.442	45.474.912

Tabla N°3 Requerimiento condición de borde al modelo Santiago Sur, SHAC Pirque.

La recarga total calculada en los ocho SHACs (como se indicó en la Tabla N° 2) equivale a 18.953.698 m³/año, la cual es insuficiente para los requerimientos del Modelo Santiago Sur, cuya necesidad hídrica equivale a 45.474.912 m³/año, (como se expresa en la Tabla N°3), del sistema acuífero del Río Maipo.

Entonces, al considerar a lo indicado en el párrafo anterior, la sumatoria de demanda comprometida en derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en cada uno de estos SHACs, correspondiente a 5.290.740 m³/año, junto con la recarga sustentable necesaria para el sistema acuífero del río Maipo, en la entrada al modelo Santiago Sur, SHAC Pirque, que corresponde a 45.474.912 m³/año, se obtiene que la oferta total, esto es, la sumatoria de las ofertas de los ocho SHACs, en recursos hídricos es superada ampliamente, lo que se muestra en la tabla siguiente:

Oferta de recursos hídricos subterráneos m3/año	Demanda Comprometida en derechos definitivos m3/año	Caudal aportante necesario al Modelo Santiago Sur SHAC Pirque m3/año	Demanda Total de recursos hídricos subterráneos m3/año
18.953.698	5.290.740	45.474.912	50.765.652

Tabla N°4 Oferta total versus Demanda Comprometida y recarga aportante al modelo en SHAC Pirque (Considera los ocho Shacs aportantes al Modelo Santiago Sur).

De esta manera, del análisis de la oferta de recursos hídricos, que se observa en la Tabla N° 4, la Demanda Total de recursos hídricos subterráneos, esto es, la sumatoria de la demanda comprometida en derechos definitivos, más el caudal aportante necesario al modelo, superan ampliamente la oferta de recursos hídricos subterráneos, por lo cual se puede concluir, que conforme a lo dispuesto en el artículo 30 e) del Decreto Supremo N° 203, de 2013, modificado por el D.S. N° 224, de fecha 5 de noviembre de 2021, corresponde declarar área de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, puesto que el aumento de extracciones en este sector hidrogeológico de aprovechamiento común o cualquiera de los ocho SHACs, cuyos flujos subterráneos conforman la condición de borde del Modelo Santiago Sur, afectará directamente la disponibilidad sustentable del SHAC de Pirque, como de los SHACs aguas abajo a éste, y del sistema acuífero del Río Maipo en general.

4.3 Volumen Total Factible de Otorgar como Derechos Definitivos y Provisionales.

De acuerdo al procedimiento establecido en el "Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos, SDT N° 477, de 13 de junio de 2024" de la Dirección General de Aguas, aprobado por medio de la Resolución D.G.A. (Exenta) N° 1822, de 26 de junio de 2024, se indica en su *Capítulo XVII Limitaciones a la Explotación de Aguas, punto 1. Área de Restricción (VAR)*, en el numeral 1.4.7 CRITERIO PARA DETERMINACIÓN TÉCNICA que, en un determinado SHAC "considerando los conceptos de oferta y demanda, para los efectos de determinar los derechos disponibles

de aguas subterráneas susceptibles de ser otorgados... referente a la disponibilidad de aguas subterráneas, se obtendrá un resultado de los recursos de agua disponibles. Si en dicho balance la demanda es igual a la oferta, o superior a ella, corresponde evaluar las medidas de limitación a las nuevas explotaciones de aguas subterráneas en derechos de aprovechamiento en base a la declaración de Área de Restricción”.

Por su parte, el artículo 66 del Código de Aguas indica que “... de modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, sólo podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él”.

Es así que la excepcionalidad para la concesión de derechos provisionales en un determinado sector hidrogeológico de aprovechamiento común, se producirá cuando se cumplan una serie de criterios relacionados con las condiciones hidrometeorológicas actuales, la explotación efectiva del sector hidrogeológico de aprovechamiento común en cuestión y los antecedentes de sustentabilidad del mismo, los que se encuentran contenidos en el *Capítulo IXX ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO PROVISIONALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS del Manual de Normas y Procedimientos antes referido.*

Declarada un área de restricción en uno o más sectores del acuífero o en su totalidad, la Dirección General de Aguas, de modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, se podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él.

Es así que la oferta máxima a otorgar como derechos provisionales corresponde a la cantidad máxima o potencial de volumen total anual para la asignación de derechos provisionales. Esta oferta máxima corresponde a una proporción del volumen sustentable adicional a la oferta establecida para derechos definitivos.

De acuerdo con lo anterior, el volumen máximo potencial de otorgar como derechos de aprovechamiento provisional en un sector hidrogeológico de aprovechamiento común corresponde al equivalente al 75% del volumen anual a asignar como derechos de aprovechamiento necesario para alcanzar una explotación efectiva igual a la oferta para derecho definitivos de aguas subterráneas.

Oferta de recursos hídricos subterráneos m3/año	Disponibilidad Total derechos definitivos + provisionales m3/año	Demanda Comprometida en derechos definitivos m3/año	Caudal aportante necesario al Modelo Santiago Sur SHAC Pirque m3/año	Demanda Total de recursos hídricos subterráneos m3/año
18.953.698	33.168.972	5.290.740	45.474.912	50.765.652

Tabla N°5 Oferta Máxima en DAA definitivos y provisionales total versus Demanda Comprometida y Caudal aportante al modelo.

De la tabla N° 5 se evidencia que la oferta máxima posible de otorgar, tanto en derechos definitivos como provisionales, asciende a 33.168.972 m³/año, teniéndose como requerimiento de demanda total en recursos hídricos subterráneos, esto es, la demanda comprometida del conjunto de los SHACs que aportan al modelo Santiago Sur y aquella de la condición de borde, de 50.765.652 m³/año, por lo cual se tiene que la oferta de recursos hídricos subterráneos, NO satisface las necesidades del sistema acuífero y el hecho de otorgar nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de provisionales en el SHAC Río Colorado Alto analizado, o en alguno de los sectores aportantes al modelo Maipo Mapocho, pues con el aumento de extracciones se afectará la disponibilidad sustentable del SHAC de Pirque y del sistema acuífero del Río Maipo, en general.

5.- CONCLUSIONES.

Realizada la actualización de la demanda total de agua subterráneas comprometida en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común analizado, al 31 de octubre de 2024 y aplicando la metodología establecida en el Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos SDT N°477 de 2024 de la Dirección General de Aguas, modificado por la Resolución DGA (Exenta) N°1.822 de 2024, se concluye lo siguiente:

- a) La demanda total de recursos hídricos subterráneos, esto es, la sumatoria de la demanda comprometida, y el caudal aportante necesario al modelo, superan ampliamente la oferta de recursos hídricos subterráneos, por lo cual se puede concluir que de acuerdo al artículo 30 e) del Decreto Supremo N° 203, de 2013, modificado por el D.S. N° 224, de fecha 5 de noviembre de 2021, corresponde declarar **área de restricción** para nuevas explotaciones de aguas subterráneas el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado **RÍO COLORADO ALTO**, puesto que el aumento de extracciones en este sector hidrogeológico de aprovechamiento común o en cualquiera de los ocho SHACs cuyos flujos subterráneos conforman la condición de borde del Modelo Santiago Sur, afectará directamente la disponibilidad sustentable del SHAC de Pirque, y con ello de los SHACs aguas abajo a éste y al sistema acuífero del Río Maipo en general.
- b) Atendida la demanda total en recursos hídricos, esto es, la demanda actual comprometida de los cuatro sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común que aportan al modelo Santiago Sur y el caudal aportante necesario a dicho modelo, ésta supera ampliamente la oferta de recursos hídricos subterráneos por lo cual **no es posible otorgar excepcionalmente** derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de provisionales.
- c) El sector hidrogeológico de aprovechamiento común al que se refiere este análisis se encuentra representado geográficamente en el Mapa 1.

FIRMA
NURY ANGELICA SALAZAR MARTINEZ
GEÓGRAFO DARH DGA
Dirección General de Aguas
18/08/2025

Nury Salazar Martínez
Geógrafo
Depto. Adm. Recursos Hídricos
Dirección General de Aguas

CFF/AEL/NSM/nsm

FIRMA
ALEJANDRA IVONNE ESPINA LIZANA
AGENTE DE EXPEDIENTE
Dirección General de Aguas
18/08/2025

ANEXO 1

DEMANDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL SECTOR HIDROGEOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO COMÚN DENOMINADO RÍO COLORADO ALTO

**DEMANDA DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SECTOR HIDROGEOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO COMÚN RÍO COLORADO ALTO**

	Fecha Ingreso	Expediente	Peticionario	Caudal Solicitado (lt/s)	Ley N° 20.017	Sit. Actual	N° Res.	Fecha Resolución	CBR	CBR Fojas	CBR N°	Año	Volumen Total Anual Solicitado (m³/año)	Volumen Total Anual Otorgado (m³/año)	Volumen Acumulado (m³/año)
1	18-01-06	ND-1302-232	CEMENTO BIO BIO S.A.	4,00		D	448	06-04-06					126.144		0
2	05-07-06	ND-1302-280	CEMENTO BIO BIO S.A.	4,00		D	873	31-07-15					126144		0

ANEXO 2
MAPA DE SECTORIZACIÓN

LEYES, REGLAMENTOS, DECRETOS Y RESOLUCIONES DE ORDEN GENERAL

Núm. 44.300

Sábado 15 de Noviembre de 2025

Página 1 de 7

Normas Generales

CVE 2722769

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Dirección General de Aguas

DECLARA ÁREA DE RESTRICCIÓN PARA NUEVAS EXTRACCIONES DE AGUAS
SUBTERRÁNEAS EN EL SECTOR HIDROGEOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO
COMÚN DENOMINADO RÍO COLORADO ALTO, EN LA PROVINCIA DE
CORDILLERA, REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

(Resolución)

Núm. 61.- Santiago, 8 de septiembre de 2025.

Vistos:

- El Informe Técnico SDT N° 119, de 2007, denominado "Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero Santiago Sur", "Modelación Hidrogeológica de las Cuencas Maipo Mapocho", del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas;
- El Informe Técnico DARH SDT N° 367, de 2015, denominado "Estimación preliminar de la recarga de aguas subterránea y Determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las cuencas altas de la Región Metropolitana", del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas;
- El Informe Técnico DARH SDT N° 506, de 2025, denominado "Reevaluación de los sectores hidrogeológicos aprovechamiento común por el Potencial efecto del Cambio Climático y Estimación de recarga de aguas subterráneas de las cuencas altas de la Región Metropolitana de Santiago";
- El Informe Técnico DARH N° 475, de 18 de agosto de 2025, denominado "Análisis de Disponibilidad de Recursos Hídricos Subterráneos en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto, Provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago", del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas;
- La Minuta Explicativa DARH N° 10, de 27 de junio de 2025, del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas;
- Lo dispuesto en los artículos 65, 66, 67, 67 bis y 68 del Código de Aguas;
- Lo establecido en los artículos 30, 31, 33 y 54 del decreto supremo N° 203, de 20 de mayo de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, que Aprueba Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas, modificado por el decreto supremo N° 224, de 5 de noviembre de 2021, del Ministerio de Obras Públicas;
- Lo prescrito en el Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos, SDT N° 477, de 13 de junio de 2024, aprobado por medio de la resolución DGA (Exenta) N° 1.822, de 26 de junio de 2024;
- La atribución del artículo 300 letra c) del Código de Aguas;
- La resolución N° 36, de 19 de diciembre de 2024, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón, y

Considerando:

- Que, el artículo 65 del Código de Aguas, dispone que: "Serán áreas de restricción aquellos sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en los que exista el riesgo de grave disminución de un determinado acuífero o de su sustentabilidad, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.

CVE 2722769

Director: Felipe Andrés Peroti Díaz
Sitio Web: www.diarioficial.clMesa Central: 600 712 0001 Email: consultas@diarioficial.cl
Dirección: Dr. Torres Boonen N°511, Providencia, Santiago, Chile.

Cuando los antecedentes sobre la explotación del acuífero demuestren la conveniencia de declarar área de restricción de conformidad con lo dispuesto en el inciso anterior, la Dirección General de Aguas deberá así decretarlo. Esta medida también podrá ser declarada a petición de cualquier usuario del respectivo sector, si concurren las circunstancias que lo ameriten."

2. Que, por su parte, el artículo 66 del mismo cuerpo legal prescribe que: "Declarada un área de restricción en uno o más sectores del acuífero o en su totalidad, la Dirección General de Aguas no podrá otorgar derechos de aprovechamiento definitivos. De modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, sólo podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él."

3. Que, el artículo 30 del decreto supremo N° 203, de 20 de mayo de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, que Aprueba Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas, establece que: "La Dirección General de Aguas deberá, mediante resolución fundada, declarar un determinado Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común como área de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas, de oficio o a petición de cualquier usuario del respectivo sector, cuando ocurra al menos una de las siguientes situaciones:

a) Cuando antecedentes técnicos den cuenta de la existencia de un riesgo de grave descenso de los niveles en una zona del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común que pueda afectar la extracción de aguas subterráneas de derechos de aprovechamiento existentes en ella.

b) La demanda comprometida sea superior a la recarga de éste, ocasionando riesgo de grave disminución de los niveles del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.

c) Los estudios técnicos demuestren que la demanda comprometida provocará una reducción superior al cinco por ciento del volumen almacenado, en un plazo de cincuenta años.

d) Los estudios técnicos indiquen que la demanda comprometida producirá una afección a los caudales de los cursos de aguas superficiales en más de un diez por ciento del caudal medio mensual asociado al ochenta y cinco por ciento de probabilidad de excedencia, durante seis meses consecutivos.

e) Cuando antecedentes técnicos demuestren que el aumento de extracciones en un Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común afecta la disponibilidad sustentable de otro sector.

f) Cuando antecedentes técnicos demuestren que existe riesgo de contaminación por desplazamiento de aguas contaminadas o de la interface agua dulce-salada."

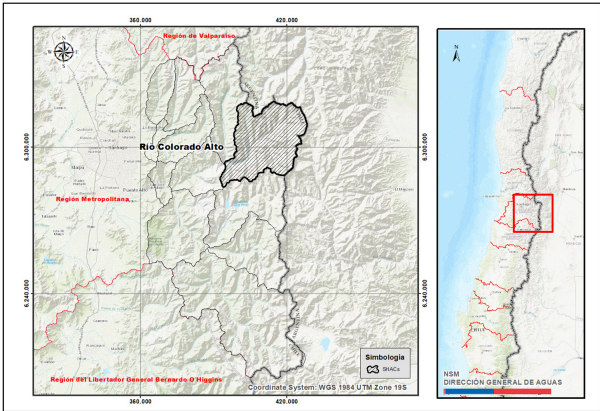
4. Que, de este modo, corresponde a la Dirección General de Aguas efectuar la declaración de área de restricción cuando se cumpla alguna de las situaciones establecidas en el artículo 30 del decreto supremo N° 203, de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, sea de oficio o a petición de cualquier usuario del respectivo sector hidrogeológico de aprovechamiento común (en adelante SHAC), debiendo realizarse los análisis correspondientes que determinen el cumplimiento de alguna de las hipótesis señaladas que hacen procedente la declaración de área de restricción.

5. Que, para ello, el Departamento de Administración de Recursos Hídricos elaboró el Informe Técnico DARH N° 475, de 18 de agosto de 2025, denominado "Análisis de Disponibilidad de Recursos Hídricos Subterráneos en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto, Provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago", en el que se evalúa la disponibilidad del recurso hídrico, considerando la oferta y la demanda comprometida del sector, y se determina la factibilidad de otorgar derechos de aprovechamiento, en calidad de provisionales.

6. Que, en primer término, y en lo que respecta a la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos, el citado informe señala que la disponibilidad total de aguas subterráneas determinada por la Dirección General de Aguas corresponde al volumen de explotación sustentable a nivel de fuente, considerado como el recurso disponible para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de permanente y definitivos, y al volumen total anual considerado para derechos de aprovechamiento, de carácter provisional, regulados en el artículo 66 del Código de Aguas y cuyo procedimiento de determinación se encuentra establecido en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos SDT DARH N° 477, de 13 de junio de 2024, nuevo texto aprobado por la resolución D.G.A. (Exenta) N° 1.822, de 26 de junio de 2024.

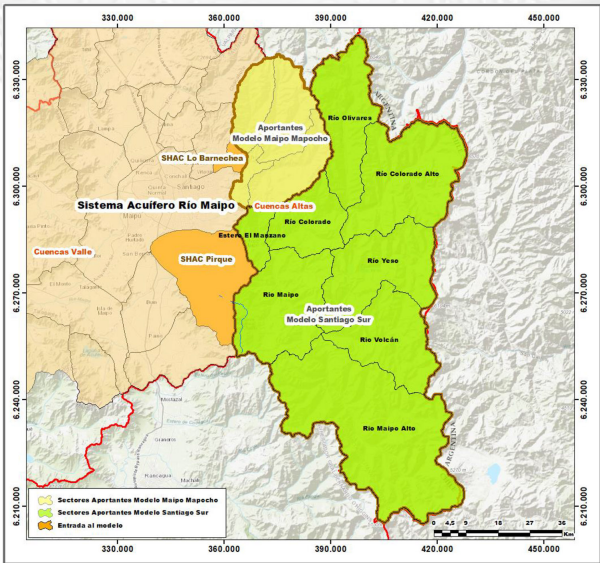
7. Que, por otra parte, mediante el Informe Técnico DARH SDT N° 367, de 2015, denominado "Estimación preliminar de la recarga de aguas subterránea y Determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las cuencas altas de la Región

Metropolitana" de la Dirección General de Aguas, se determina, entre otras, la sectorización del sector hidrogeológico de aprovechamiento común Río Colorado Alto, cuya delimitación corresponde a la siguiente figura:



Mapa N° 1. Ubicación Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto.

8. Que, además, cabe precisar que el sistema acuífero del río Maipo está conformado por una serie de sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, tanto en la parte alta de la cuenca como en el valle, que facilitan el análisis y ayudan a mejorar la administración y gestión de los recursos hídricos subterráneos de las cuencas en cuestión.
9. Que, es así que el Informe Técnico DARH SDT N° 506, de 2025, denominado "Reevaluación de los sectores hidrogeológicos aprovechamiento común por el Potencial efecto del Cambio Climático y Estimación de recarga de aguas subterráneas de las cuencas altas de la Región Metropolitana de Santiago", actualiza el Informe Técnico DARH SDT N° 367, determinando el volumen sustentable en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de la parte alta del sistema acuífero del río Maipo, que aportan hacia el valle, incorporando el potencial efecto del cambio climático.
10. Que, cabe precisar que en el Informe Técnico DARH SDT N° 367, de 2015, se definieron los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de las cuencas altas del sistema acuífero del río Maipo, los que conforman dos grupos de SHACs, cuya oferta hídrica sustentable corresponde a la recarga necesaria para el funcionamiento del modelo Maipo Mapocho, por el norte y Santiago Sur, por el sur.
11. Que, por su parte, el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, perteneciente a las cuencas altas aportantes al modelo de Santiago Sur, del sistema acuífero del río Maipo, forma parte de la recarga sustentable necesaria en el balance hídrico del sistema acuífero del río Maipo.
12. Que, agrega, que la recarga sustentable necesaria en el balance hídrico del sistema acuífero del río Maipo, definida en el Modelo hidrogeológico para el sector acuífero de Santiago Sur, específicamente para el SHAC de Pirque, cuya ubicación se puede apreciar en el mapa siguiente, equivale a un flujo de entrada al modelo de 1.442 m³/s.



Mapa N° 2. Cuencas Altas Aportantes Modelo Santiago Sur - Sistema Acuífero Río Maipo.

13. Que, indica que, el modelo Santiago Sur es el receptor de la recarga generada por ocho sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, denominados Estero El Manzano, Río Colorado, Río Colorado Alto, Río Maipo, Río Maipo Alto, Río Olivares, Río Volcán y Río Yeso, todos los cuales se observan en el mapa antes referido.

14. Que, precisa que la recarga estimada aportante por el sur al sistema acuífero del río Maipo total asciende a 601 l/s o 18.953.698 m³ anuales, como se muestra en la Tabla N° 1 siguiente:

SECTOR	Recarga m3/año	Recarga l/s
Estero El Manzano	331.260	10,5
Río Colorado	928.496	29,4
Río Colorado Alto	3.046.540	96,6
Río Maipo	2.070.500	65,7
Río Maipo Alto	6.816.717	216,2
Río Olivares	1.664.541	52,8
Río Volcán	1.897.128	60,2
Río Yeso	2.198.517	69,7
Oferta Total	18.953.698	601

Tabla N° 1. Recarga por SHACs y Total, al Modelo Santiago Sur en m3/año y l/s.

15. Que, expresa, que de la recarga total aportante al Modelo Santiago Sur de 18.953.698 m³ anuales, se tiene que la oferta de recursos hídricos subterráneos en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común Río Colorado Alto asciende solo a 3.046.540 m³/año.

16. Que, en cuanto a la disponibilidad final, el Informe Técnico DARH N° 475, de 18 de agosto de 2025, señala que en la tabla siguiente se muestran los SHACs que, en conjunto, generan el flujo aportante a la condición de borde del Modelo Santiago Sur, con la recarga individual por SHAC y total, versus la demanda comprometida, tanto individual como total.

SECTOR	Recarga m3/año	Demanda Comprometida m³/año
Estero El Manzano	331.260	776.311
Río Colorado	928.496	0
Río Colorado Alto	3.046.540	0
Río Maipo	2.070.500	3.803.231
Río Maipo Alto	6.816.717	0
Río Olivares	1.664.541	0
Río Volcán	1.897.128	0
Río Yeso	2.198.517	711.198
	18.953.698	5.290.740

Tabla N° 2. Recarga y Demanda comprometida por SHACs y total

17. Que, por otra parte, el Informe Técnico SDT N° 119, de 2007, denominado "Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero Santiago Sur", "Modelación Hidrogeológica de las Cuencas Maipo Mapocho", aprobado mediante la resolución DGA (Exenta) N° 791, de 2007, se establece que la condición de borde definida para el Modelo Hidrogeológico Santiago Sur, específicamente, para el SHAC de Pirque, corresponde a 1.442 l/s, equivalente a 45.474.912 m³/año, como requerimiento de recarga sustentable necesaria para esta zona del sistema acuífero río Maipo.

18. Que, es así que la recarga total calculada en los ocho SHACs (como se indicó en la Tabla N° 2) equivale a 18.953.698 m³/año, la cual es insuficiente para los requerimientos del

Modelo Santiago Sur, cuya necesidad hídrica equivale a 45.474.912 m³/año para el sistema acuífero del río Maipo.

19. Que, entonces, al considerar lo indicado precedentemente, se concluye que la sumatoria de demanda comprometida en derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en cada uno de estos SHACs, correspondiente a 5.290.740 m³/año, junto con la recarga sustentable necesaria para el sistema acuífero del río Maipo, en la entrada al modelo Santiago Sur, SHAC Pirque, que corresponde a 45.474.912 m³/año, se obtiene que la oferta total, esto es, la sumatoria de las ofertas de los ocho SHACs, en recursos hídricos es superada ampliamente, lo que se muestra en la tabla siguiente:

Oferta de recursos hídricos subterráneos m3/año	Demanda Comprometida en derechos definitivos m3/año	Caudal aportante necesario al Modelo Santiago Sur SHAC Pirque m3/año	Demanda Total de recursos hídricos subterráneos m3/año
18.953.698	5.290.740	45.474.912	50.765.652

Tabla N° 3. Oferta total versus Demanda Comprometida y recarga aportante al modelo en SHAC Pirque (considera los ocho SHACs aportantes al Modelo Santiago Sur).

20. Que, del análisis de la oferta de recursos hídricos, que se observa en la tabla anterior, se obtiene que la Demanda Total de recursos hídricos subterráneos, esto es, la sumatoria de la demanda comprometida en derechos definitivos, más el caudal aportante necesario al modelo, superan ampliamente la oferta de recursos hídricos subterráneos, por lo cual se puede concluir que conforme a lo dispuesto en el artículo 30 letra e) del decreto supremo N° 203, de 2013, modificado por el decreto supremo N° 224, de fecha 5 de noviembre de 2021, ambos del Ministerio de Obras Públicas, corresponde declarar área de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, puesto que el aumento de extracciones en este sector hidrogeológico de aprovechamiento común o cualquiera de los ocho SHACs, cuyos flujos subterráneos conforman la condición de borde del Modelo Santiago Sur, afectará directamente la disponibilidad sustentable del SHAC de Pirque, como de los SHACs aguas abajo a éste, y del sistema acuífero del río Maipo en general.

21. Que, por otra parte, y de acuerdo al procedimiento establecido en el "Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos, SDT N° 477, de 13 de junio de 2024" de la Dirección General de Aguas, aprobado por la resolución DGA (Exenta) N° 1.822, de 26 de junio de 2024, en su Capítulo XVII Limitaciones a la Explotación de Aguas, punto 1. Área de Restricción (VAR), en el numeral 1.4.7 CRITERIO PARA DETERMINACIÓN TÉCNICA indica que, en un determinado SHAC "considerando los conceptos de oferta y demanda, para los efectos de determinar los derechos disponibles de aguas subterráneas susceptibles de ser otorgados a nivel de sector hidrogeológico de aprovechamiento común... referente a la disponibilidad de aguas subterráneas, se obtendrá un resultado de los recursos de agua disponibles. Si en dicho balance la demanda es igual a la oferta, o superior a ella, corresponde evaluar las medidas de limitación a las nuevas explotaciones de aguas subterráneas en derechos de aprovechamiento en base a la declaración de Área de Restricción."

22. Que, a su vez, el artículo 66 del Código de Aguas prescribe que "... de modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, sólo podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él."

23. Que, la excepcionalidad para la concesión de derechos provisionales en un determinado sector hidrogeológico de aprovechamiento común, se producirá cuando se cumplan una serie de criterios relacionados con las condiciones hidrometeorológicas actuales, la explotación efectiva del sector hidrogeológico de aprovechamiento común en cuestión y los antecedentes de sustentabilidad del mismo, los que se encuentran contenidos en el Capítulo IXX ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO PROVISIONALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS del Manual de Normas y Procedimientos antes referido.

24. Que, declarada un área de restricción en uno o más sectores del acuífero o en su totalidad, la Dirección General de Aguas, de modo excepcional, y previo informe técnico de disponibilidad a nivel de la fuente de abastecimiento, podrá conceder derechos provisionales en la medida que no se afecten derechos preexistentes y/o la sustentabilidad del acuífero o de uno o más sectores de él.

25. Que, es así que la oferta máxima a otorgar como derechos provisionales corresponde a la cantidad máxima o potencial de volumen total anual para la asignación de derechos provisionales. Esta oferta máxima corresponde a una proporción del volumen sustentable adicional a la oferta establecida para derechos definitivos.

26. Que, conforme con lo ya señalado, cabe indicar que el volumen máximo potencial de otorgar como derechos de aprovechamiento provisional en un sector hidrogeológico de aprovechamiento común corresponde al equivalente al 75% del volumen anual a asignar como derechos de aprovechamiento necesario para alcanzar una explotación efectiva igual a la oferta para derecho definitivos de aguas subterráneas.

Oferta de recursos hídricos subterráneos m3/año	Disponibilidad Total derechos definitivos + provisionales m3/año	Demanda Comprometida en derechos definitivos m3/año	Caudal aportante necesario al Modelo Santiago Sur SHAC Pirque m3/año	Demanda Total de recursos hídricos subterráneos m3/año
18.953.698	33.168.972	5.290.740	45.474.912	50.765.652

Tabla N° 4. Oferta Máxima en DAA definitivos y provisionales total versus Demanda Comprometida y Caudal aportante al modelo.

27. Que, de la tabla anterior se evidencia que la oferta máxima posible de otorgar, tanto en derechos definitivos como provisionales, asciende a 33.168.972 m³/año, teniéndose como requerimiento de demanda total en recursos hídricos subterráneos, esto es, la demanda comprometida del conjunto de los SHACs que aportan al modelo Santiago Sur y aquella de la condición de borde, de 50.765.652 m³/año, por lo cual se tiene que la oferta de recursos hídricos subterráneos no satisface las necesidades del sistema acuífero y el hecho de otorgar nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de provisionales en el SHAC Río Colorado Alto o en alguno de los sectores aportantes al modelo Santiago Sur, con el aumento de extracciones afectará la disponibilidad sustentable del SHAC de Pirque y del sistema acuífero del río Maipo, en general.

28. Que, en consecuencia, es procedente declarar área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas al sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, en la provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago, sin el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en calidad de provisionales.

Resuelvo:

1. Declárase área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas, el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, en la provincia de Cordillera, Región Metropolitana de Santiago.
2. Téngase presente que la Dirección General de Aguas, en virtud de lo previsto por el artículo 66 del Código de Aguas, concluye que en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, no es posible otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de provisionales.
3. Déjase constancia que la delimitación del área de restricción se encuentra representada geográficamente en el Mapa N° 1, denominado "Área de Restricción Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Río Colorado Alto", el cual se encontrará disponible en el sitio web del Servicio, una vez publicada la presente resolución en el Diario Oficial.
4. Déjase constancia que la delimitación del área de restricción, el Informe Técnico DARH SDT N° 119, de 2007; el Informe Técnico SDT N° 367, de 2015; el Informe Técnico DARH N° 506, de 2025, y el Informe Técnico DARH N° 475, de 2025, todos del Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas y demás antecedentes pertinentes y demás antecedentes pertinentes, se encontrarán a disposición del público, una vez publicada la presente resolución en el Diario Oficial, en la página web del Servicio.
5. Téngase presente que el mapa que delimita esta zona, así como los Informes Técnicos antes referidos, aludidos en los resueltas N°s. 3 y 4, respectivamente, forman parte de esta resolución, por lo que sólo podrán modificarse a través de un acto administrativo afecto al trámite de toma de razón.

6. Consígnase que la declaración de área de restricción para el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Río Colorado Alto, que se contiene en la presente resolución, empezará a regir para todos los efectos legales que de ella se deriven, desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial.
7. Publíquese la presente resolución por una sola vez en el Diario Oficial, los días 1 o 15, o el primer día hábil siguiente si aquellos fueran feriados.
8. Comuníquese la presente resolución a la División Legal de la Dirección General de Aguas, al Departamento de Administración de Recursos Hídricos, al Centro de Información de Recursos Hídricos, a la respectiva Oficina Regional y a la Oficina de Partes de este Servicio.
9. Regístrese la presente resolución de conformidad con lo dispuesto en el artículo 122 del Código de Aguas.

Anótese, tómese razón, publíquese y comuníquese.- Rodrigo Alejandro Sanhueza Bravo, Director General de Aguas, Dirección General de Aguas.

CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA
División de Infraestructura y Regulación

Cursa con alcances la resolución N° 61, de 2025, de la Dirección General de guas

Núm. E165194.- Santiago, 30 de septiembre de 2025.

Esta Contraloría General ha dado curso al instrumento del rubro, que declara área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado "Río Colorado Alto" -previamente sancionada por la resolución N° 30, de 2025, de ese servicio y representada por el oficio N° E135978, de 2025, de este origen-, teniendo presente, en relación con la observación allí formulada, lo expuesto en el informe técnico DARH N° 475, de 18 de agosto de 2025.

Sin perjuicio de lo anterior, y acorde con lo indicado en el punto 4.1 del citado informe técnico, cabe precisar que el flujo de entrada al modelo hidrogeológico para el sector acuífero de Santiago Sur corresponde a 1,442 m³/s, y no como se indica en el considerando 12 del acto en examen.

Asimismo, que conforme con lo dispuesto en el artículo 9°, inciso segundo, de la ley N° 19.799, la certificación de las firmas electrónicas avanzadas de las autoridades o funcionarios de los órganos de Estado debe contener, además de las menciones que corresponda, la fecha y hora de la emisión del documento, de lo que se colige que la fecha de emisión de un acto administrativo suscrito mediante firma electrónica avanzada es aquella que aparece en la respectiva certificación, la cual, en la especie, corresponde al 5 de septiembre de 2025 (aplica criterio contenido en el oficio N° E554602, de 2024, de este origen).

Por orden de la Contraloría General de la República.- Saluda atentamente a Ud., Víctor Hugo Merino Rojas, Subcontralor General.

Al señor
Director General de Aguas
Presente.

MINUTA EXPLICATIVA DARH N° 10

TÉRMINOS, DEFINICIONES Y OTROS EN EL USO DE MODELOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

SSD N° 19249980
Santiago, 27 de junio de 2025

INTRODUCCIÓN

Producto de los Oficios N° E94600, E94408, E94563 y E94580, de 2025, de la Contraloría General de la República por Representación de las Resoluciones N°s 8, 9, 12 y 15 respectivamente, todas del año 2025, y de la reunión sostenida con profesionales de la CGR y de la DGA respecto de los SHACs Estero Arrayán, Río Mapocho, Río San Francisco y Río Molina-Estero Covarrubias en virtud de la causal invocada para su declaración de área de restricción, establecida en el artículo 30, letra e), del Decreto N° 203, de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, se resolvió generar la presente minuta explicativa que permita explicitar una serie de conceptos técnicos producto de la implicancia técnica en las citadas declaraciones y la de nuevos SHACs tanto en la Región Metropolitana como en la Región de O'Higgins, que cuentan con modelación de aguas subterráneas.

Para ello se utiliza la "Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA", 2012¹, que por medio de la Resolución Exenta N°1010, de 2015 del Servicio de Evaluación Ambiental se establece su vigencia y observancia, de dicha guía se utilizan una serie de definiciones y conceptos.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Un modelo es una representación aproximada y simplificada de la realidad. En el ámbito de las aguas subterráneas, dada la usual escasez de información y complejidad inherentes a distintas escalas, la modelación ha asumido un rol protagónico en la resolución de una amplia variedad de problemas.

Un modelo numérico está fundamentado en el desarrollo de un modelo conceptual, el cual corresponde a una simplificación del sistema acuífero real, pero que retiene sus aspectos más relevantes.

Un modelo numérico es en esencia un balance de masas, que se resuelve mediante la

¹ <https://www.sea.gob.cl/guias-sobre-metodologias-y-modelos>

adopción de ciertas condiciones que permiten, en conjunto con la demás información disponible, obtener los valores de las variables dependientes en todo el dominio de modelación.

En el proceso para construir un modelo hidrogeológico se pueden distinguir dos grandes etapas: la elaboración del modelo conceptual y la elaboración del modelo numérico.

La elaboración de un modelo conceptual debe ser el punto de partida en la construcción de cualquier modelo hidrogeológico. En esta etapa se representan en forma simplificada los elementos más importantes del sistema físico y su comportamiento, basándose en todos los antecedentes técnicos disponibles (geología, hidrología, hidrogeoquímica e hidrogeología).

Es relevante mencionar que existe una restricción que se adopta comúnmente en la definición de los límites del sistema a modelar (geometría de las unidades hidrogeológicas). Esta se relaciona directamente con el modelo numérico, y consiste en definir límites cuyas condiciones de borde sean conocidas o simples de establecer. En general estos límites corresponden al contacto roca-relleno (condición de no flujo), aunque dependiendo de la cantidad y calidad de los datos, o de la dinámica del sistema hidrogeológico, es posible establecer límites considerando otras condiciones de borde.

En todo modelo conceptual es indispensable el establecimiento de un balance hídrico que exprese los rangos esperados para los términos del balance que suelen tener mayor incertidumbre, como son las distintas entradas y salidas (recarga, evaporación, entradas subterráneas desde aguas arriba y salidas subterráneas hacia aguas abajo) y la variación del almacenamiento.

Un **modelo hidrogeológico** se refiere a la representación del modelo conceptual por medio del modelo numérico. La conceptualización del sistema acuífero permite disponer de un marco simplificado, pero aún continuo y con los elementos reales del sistema hidrogeológico, tales como ríos, límites hidrológicos y/o geológicos, tasas de precipitación, entre otros. En esta etapa es necesario representar dichos elementos en el modelo numérico, lo cual requiere discretizar el área de estudio y el tiempo, distribuyendo espacialmente los parámetros de los distintos fenómenos que gobiernan el flujo y transporte de las aguas subterráneas e incluyendo algunas características particulares del funcionamiento del acuífero mediante condiciones de borde.

Los atributos básicos que se deben definir en la construcción del modelo numérico son:

- Límites y geometría del área o dominio de modelación.
- Nivel de detalle de la discretización.
- Tipo de modelo (régimen permanente o transiente) y atributos en relación al tiempo. Condiciones de borde y condiciones iniciales.
- Tasas de recarga y otros flujos de entrada/salida.
- Asignación de parámetros al modelo (parámetros de flujo y transporte).
- Selección de pozos de observación y series de datos asociadas.

Límites del dominio de modelación queda definido por las zonas donde ocurren los procesos que se quieren analizar, dichos límites puedan ser representados mediante condiciones de borde conocidas o simples de establecer.

Condiciones de borde debe ser definido en concordancia a la dinámica del sistema, establecida en el modelo conceptual. Su elección es de suma importancia en la construcción de un modelo hidrogeológico, dado que permite definir los límites físicos del dominio de modelación y, además, fija aspectos clave que inciden en su comportamiento. se clasifican las condiciones de borde para un modelo de flujo en dos categorías:

- Condiciones impuestas: el modelador ingresa directamente los flujos al sistema.
- Condiciones calculadas: el modelo estima los flujos a partir de variables dependientes y otros parámetros.

Recarga del acuífero y extracciones, tanto la recarga como las extracciones corresponden a condiciones de borde del tipo "impuestas". La cuantificación de la recarga del acuífero se deriva de los estudios hidrológico e hidrogeológico. La recarga puede ser natural o artificial y se ingresa como una serie definida por períodos de stress y distribuida espacialmente de acuerdo a la zonificación determinada en el modelo conceptual. Las series de recarga incorporadas en un modelo numérico corresponden normalmente a tasas de recarga (unidades de longitud/tiempo, por ejemplo mm/año), por lo cual, cuando se tienen caudales de recarga (unidades de volumen/ tiempo, por ejemplo l/s), es necesario calcular las tasas de recarga a partir del área transversal de las celdas por las cuales pasa el flujo.

La determinación de las extracciones (su monto y variabilidad temporal) se lleva a cabo en el estudio hidrogeológico y se ingresan, al igual que la recarga, como series definidas por períodos de stress y distribuidas espacialmente de acuerdo a la zonificación determinada en el modelo conceptual.

Dentro de las entradas del sistema destacan aquellas que constituyen la recarga efectiva, es decir, que hacen sostenible la explotación subterránea del medio en el largo plazo sin mermar en forma importante su volumen embalsado.

Las principales fuentes de recarga corresponden a:

- Infiltración debido a la precipitación, directamente desde la superficie del sistema o bien desde su periferia a raíz de la lluvia que cae sobre las áreas aportantes laterales y que escurren subsuperficialmente hasta llegar al acuífero.
- Infiltración por riego predial.
- Infiltración desde cauces naturales y canales.
- Entradas subterráneas provenientes de cuencas vecinas. Percolación de la red de agua potable.

Por su parte, las principales fuentes de descarga corresponden a:

- Afloramientos en ríos y esteros. Evapotranspiración.
- Descargas subterráneas hacia otras cuencas o en dirección al mar.
- Extracción mecánica (norias y pozos) y gravitacional (galerías subterráneas).

Otra entrada que podría ser relevante para establecer un balance hídrico, dependiendo de las condiciones de borde utilizadas, corresponde al flujo subterráneo desde aguas arriba en el mismo acuífero, o, en otras palabras, desde fuera del sector de interés para la aplicación en estudio. Esto último no constituye recarga efectiva de acuerdo a lo señalado precedentemente. De igual forma, las salidas subterráneas hacia aguas abajo también deben ser consideradas.

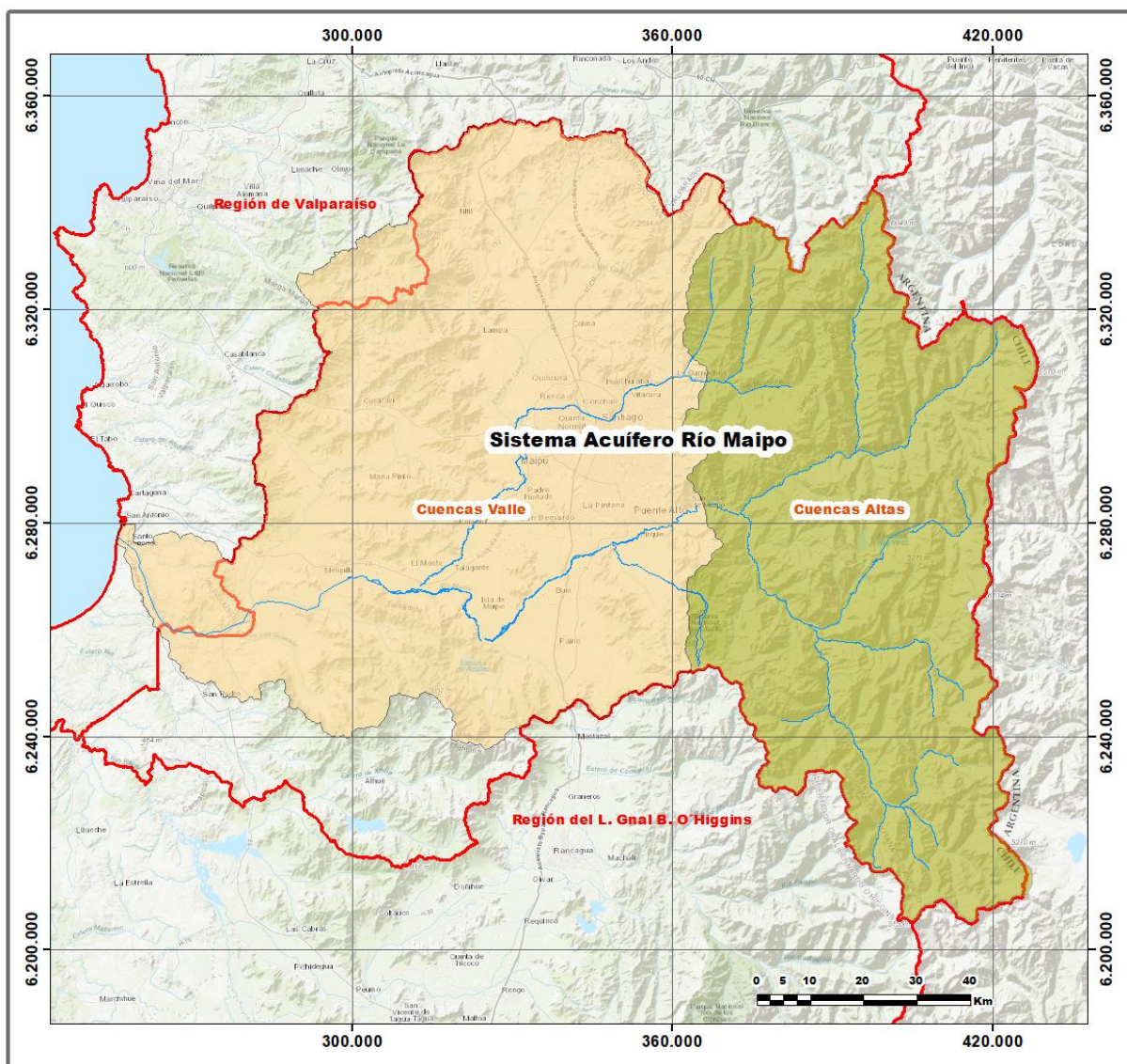
Borde de recarga: de acuerdo al modelo hidrogeológico conceptual existe otro cuerpo de agua conectado al acuífero (lago, otro acuífero, represa, etc.), que tiene una cota piezométrica mayor que el acuífero en la zona en que están en contacto. En este caso, el borde de altura conocida actúa como una fuente de recarga modulada por la conductividad hidráulica de la zona y el gradiente hidráulico. Naturalmente, en la medida en que el nivel del acuífero descienda, la recarga proveniente desde esta condición de borde aumentará de manera proporcional a dicho descenso. En ciertos casos, y hasta ciertos límites, esta situación puede ser realista, sin embargo, se debe tener la precaución de que el aumento en la magnitud de esta recarga sea coherente con el modelo conceptual establecido. Lo anterior es especialmente sensible cuando esta condición se utiliza para modelar la conexión con otro acuífero o con una zona no modelada del mismo acuífero, ya que lo normal sería que los niveles del otro acuífero (no modelado) disminuyan de manera concomitante a los niveles del acuífero modelado, y de esta forma, el aumento en la recarga subterránea real puede ser muy inferior a la estimada con el modelo o incluso ser nula.

USO DE MODELOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

En términos generales, este Servicio a desarrollado modelos de simulación hidrogeológica tanto la Región Metropolitana como la Región de O'Higgins, y en ambas regiones se cuenta con al menos 2 modelos hidrogeológicos cada una.

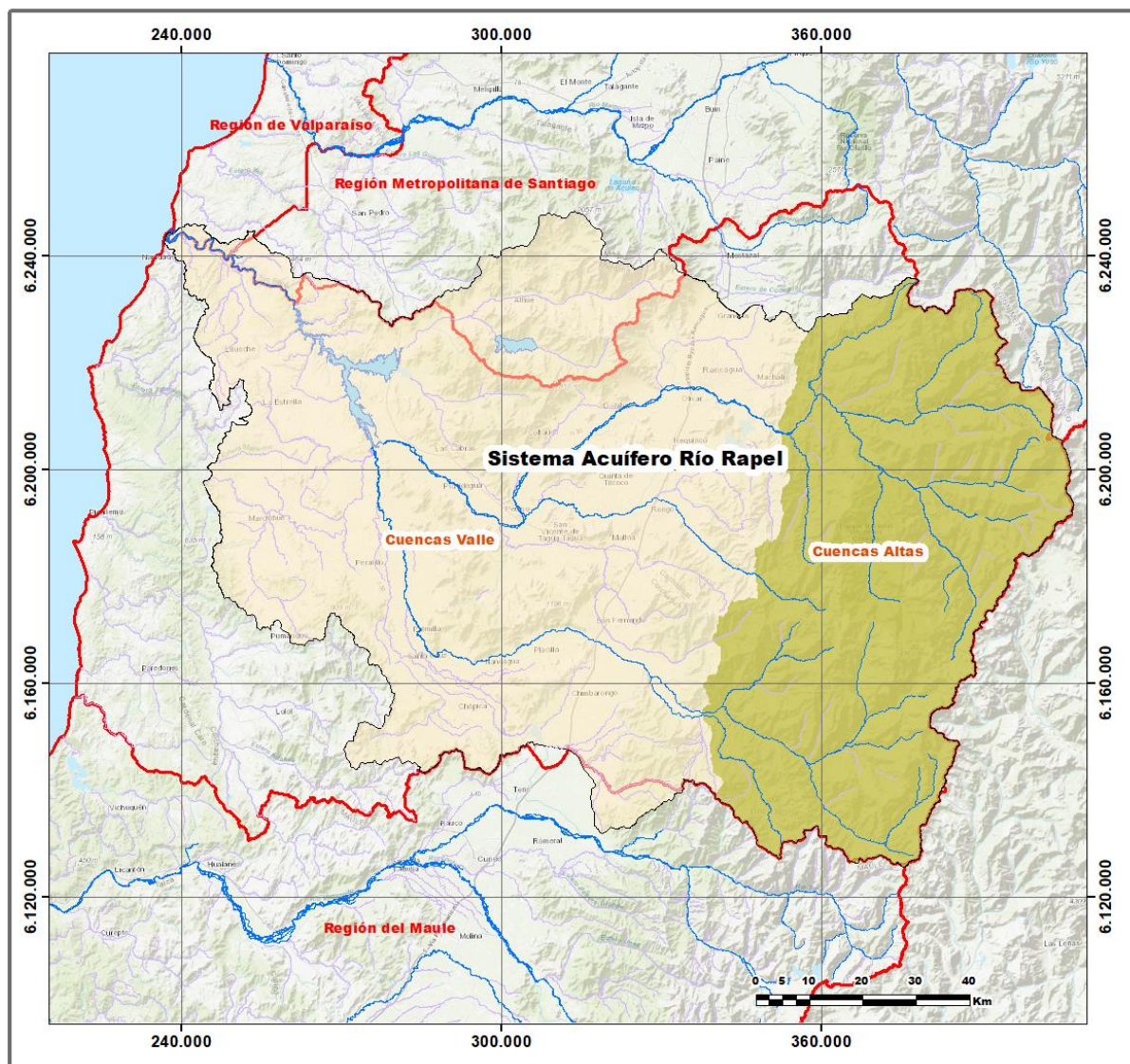
En el caso de la Región Metropolitana, el sistema acuífero del Río Maipo está conformado por una serie de sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, tanto en la parte alta de la cuenca como en el valle, que facilitan el análisis y ayudan a mejorar la administración y gestión de los recursos hídricos subterráneos de las cuencas en cuestión.

El Mapa N°1 que sigue, muestra el sistema acuífero del Río Maipo dividido en las cuencas altas aportantes y las zonas de valle.



Mapa N°1 Sistema Acuífero Río Maipo – Cuencas Altas y Valle. Región Metropolitana.

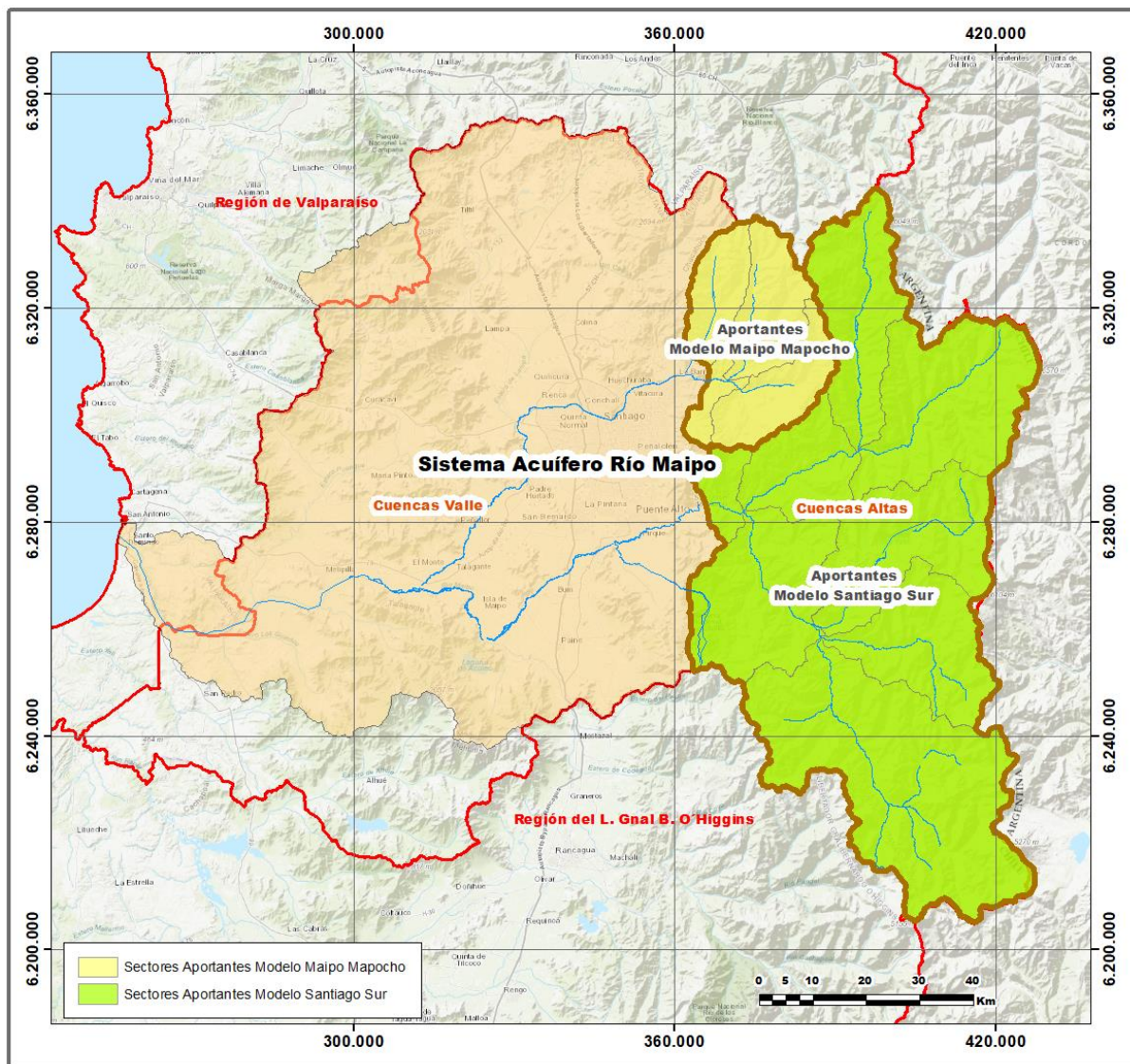
Mientras que en la Región de O'Higgins, el sistema acuífero del Río Rapel se muestra dividido en las cuencas altas aportantes y las cuencas de valle, en el Mapa N° 2 que sigue.



Mapa N°2. Sistema Acuífero Río Rapel – Cuencas Altas y Valle. Región de O'Higgins.

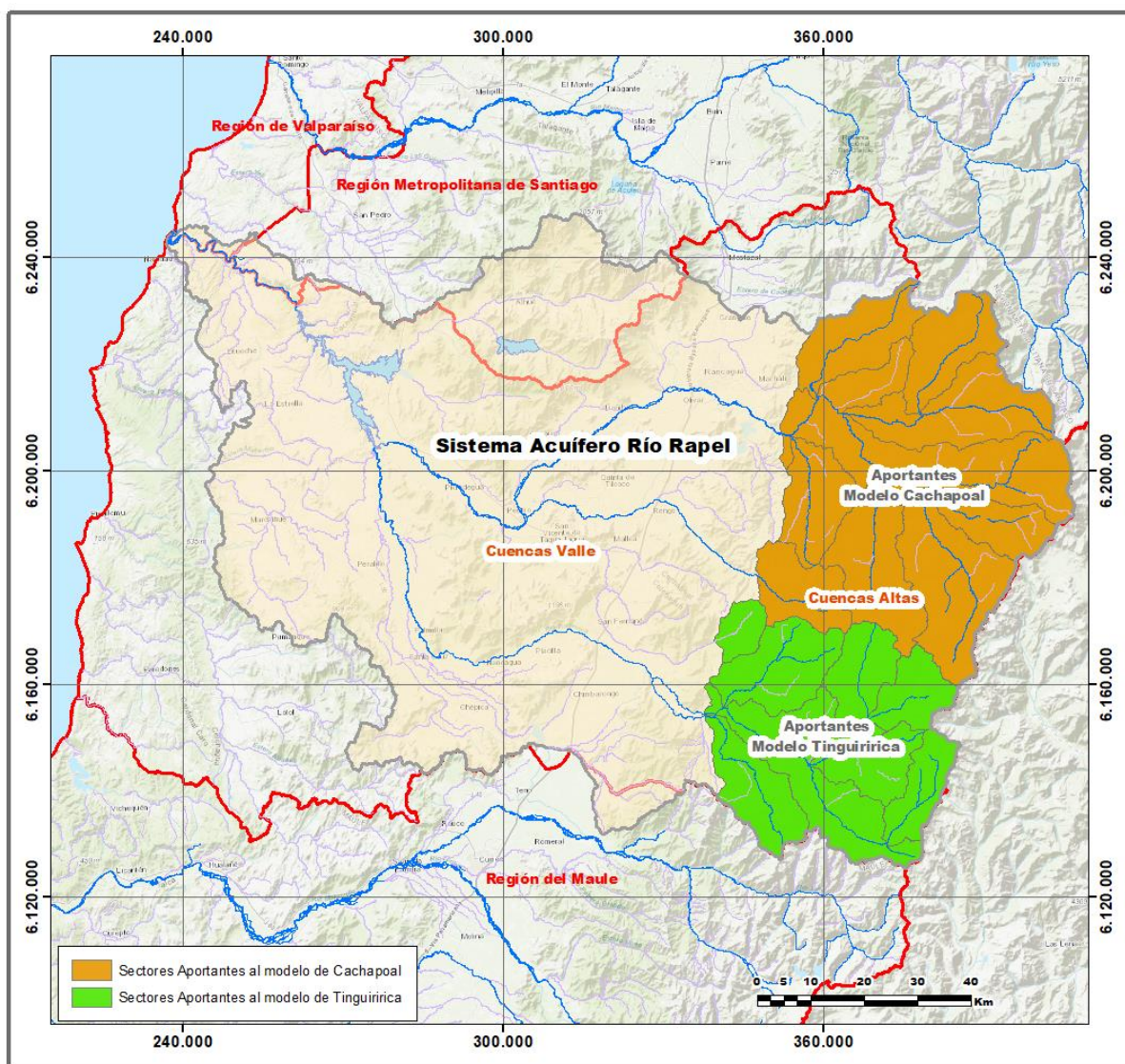
Para el caso de las denominadas cuencas altas aportantes, tanto en la Región Metropolitana como la Región de O'Higgins, presentan estudios de balance hídrico, mientras que, para las denominadas cuencas de valle, poseen estudios de modelación de aguas subterráneas.

Los modelos hidrogeológicos localizados en las cuencas de valles, reciben recarga aportante desde las cuencas altas, mapa N° 3 y 4. En el caso del sistema acuífero del Río Maipo, dos grupos de SHACs de las cuencas altas conforman, la recarga necesaria para el funcionamiento del modelo subterráneo Maipo Mapocho por el norte y, Santiago Sur, por el sur.



Mapa N°3. Sistema Acuífero Río Maipo – Cuencas Altas con Aportantes Modelo Maipo Mapocho y Aportantes Modelo Santiago Sur.

En la Región de O'Higgins, las cuencas altas del sistema acuífero del Río Rapel, que conforman dos grupos de SHACs, aportan la recarga necesaria para el funcionamiento del modelo Cachapoal por el norte y, el modelo Tinguiririca, por el sur.



Mapa N°4. Sistema Acuífero Río Rapel – Cuencas Altas con Aportantes Modelo Cachapoal y Aportantes Modelo Tinguiririca.

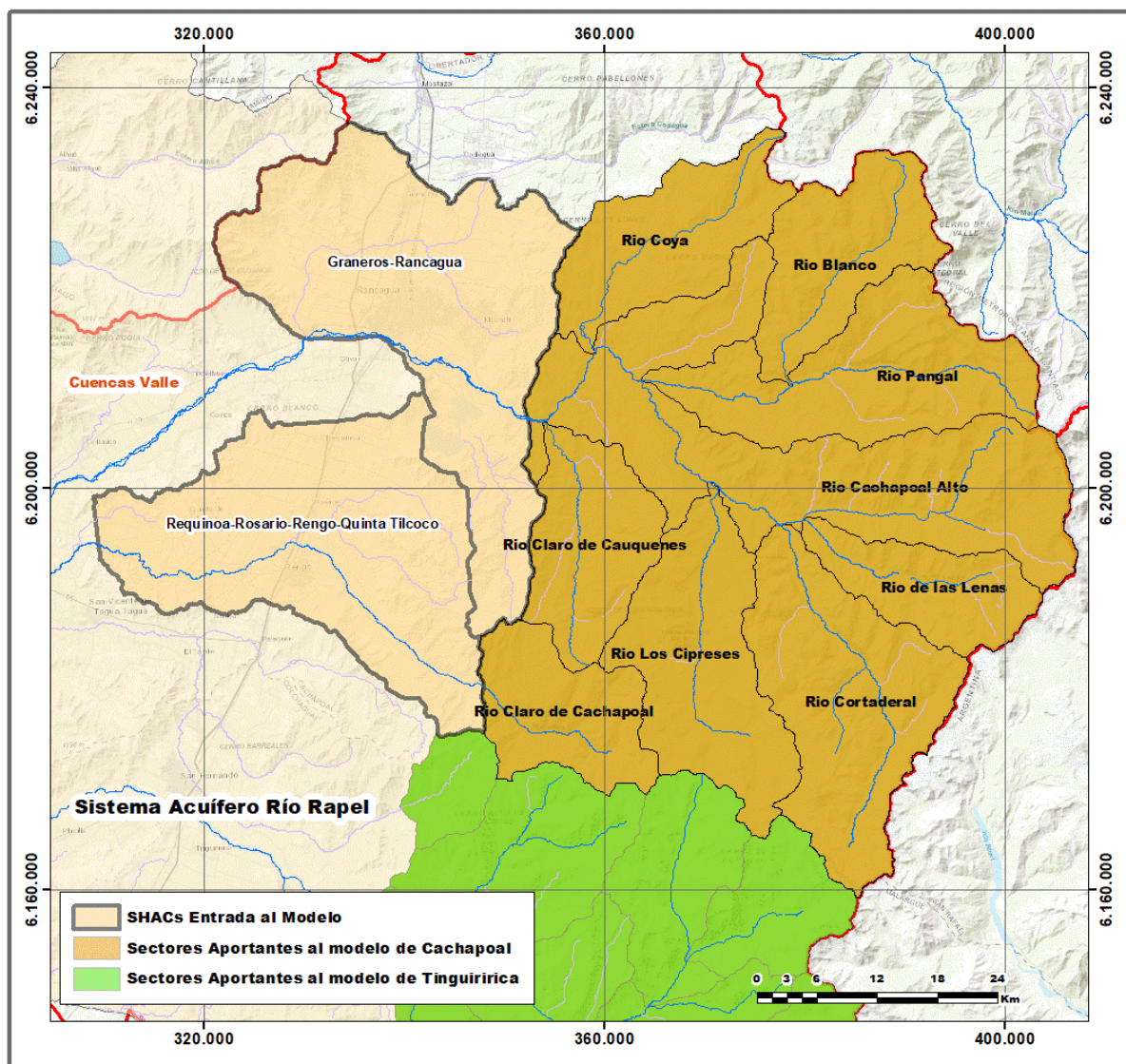
Este mapa detallado de la cuenca del río Maipo en Chile, específicamente en la Región de Valparaíso y la Región del L. Gnal B. O'Higgins, ilustra la configuración de los modelos hidrológicos. Se identifican tres áreas clave:

- Entrada a los modelos:** Representada por una zona sombreada en naranja oscuro, ubicada en la zona central de la cuenca, cerca de la confluencia del río Maipo con el río Mapocho.
- Sectores Aportantes Modelo Maipo Mapocho:** Representados por áreas sombreadas en amarillo, situadas en la zona norte de la cuenca, principalmente en la zona de Estero Arrayán y Río San Francisco.
- Sectores Aportantes Modelo Santiago Sur:** Representados por áreas sombreadas en verde, que cubren la mayor parte de la zona sur y este de la cuenca, incluyendo los ríos Mapocho, Maipo, Volcán, Yeso, Colorado Alto, Colorado, Olivares, y Maipo Alto.

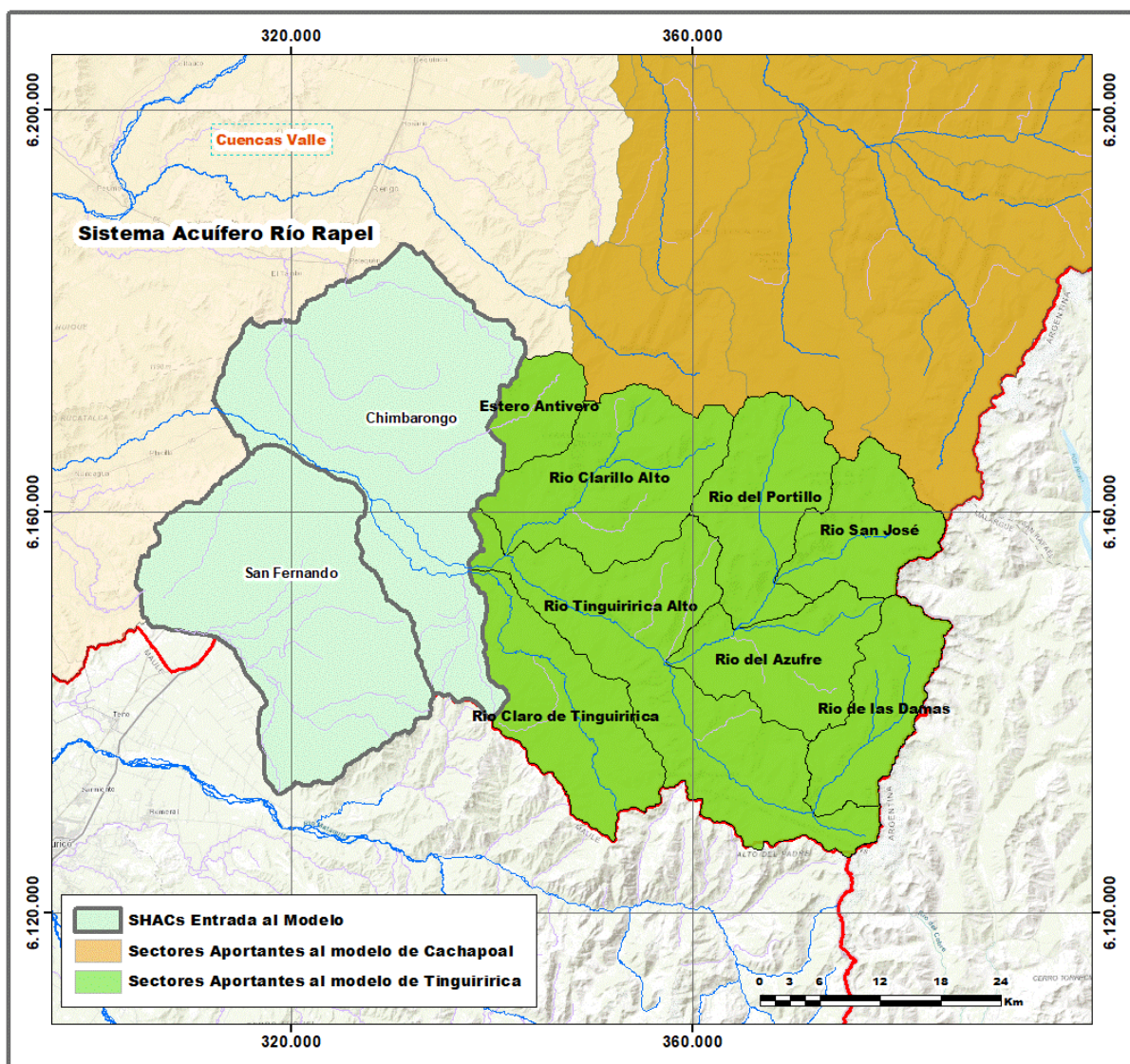
El mapa también muestra la red hidrográfica principal, incluyendo los ríos Maipo, Mapocho, San Francisco, Molina, Colorado, Olivares, Yeso, Volcán, y Maipo Alto. Se indican también las localidades de Santiago, Valparaíso, y otras ciudades de la zona. La escala del mapa es de 0 a 40 km, y las coordenadas geográficas están marcadas en los ejes.

Dirección General de Aguas - Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Morandé 59, Santiago - Teléfono (56-2) 449 3777 - www.dga.cl

En la Región de O'Higgins dos grupos de sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, pertenecientes a las cuencas altas aportan al modelo de Cachapoal por el norte y Tinguiririca por el sur, cuya condición de entrada a los modelos en este caso, corresponde específicamente para el SHAC Graneros Rancagua y el SHAC Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco (modelo de Cachapoal) Mapa N° 6 y el SHAC de Chimbarongo y SHAC San Fernando (modelo de Tinguiririca) Mapa N° 7.



Mapa N°6. Cuencas Altas Aportantes Modelo Cachapoal - Sistema Acuífero Río Rapel.



Mapa N°7. Cuencas Altas Aportantes Modelo Tinguiririca - Sistema Acuífero Río Rapel.

Esta condición de borde definida en los modelos hidrogeológicos de la Región Metropolitana y de O'Higgins, en el caso de los SHACs de Lo Barnechea y Pirque en la RM, como en Graneros Rancagua y Requinoa-Rosario-Rengo-Quinta Tilcoco y el SHAC de Chimbarongo y San Fernando, establece un requerimiento de recarga sustentable necesaria para el sistema acuífero, que definimos como caudal aportante necesario al modelo y que forma parte de la Demanda Total de Recursos Hídricos subterráneos.

Entonces la situación de disponibilidad final de aguas subterráneas de un SHAC o grupo de SHACs queda determinada por las necesidades del caudal aportante necesario a un modelo, y la demanda comprometida en un SHAC o grupo de SHACs.

De esta manera, en el análisis de la oferta de recursos hídricos, la Demanda Total de recursos hídricos subterráneos, es la sumatoria de la demanda comprometida en derechos definitivos, más el caudal aportante necesario al modelo.


NURY ANGELICA SALAZAR MARTINEZ
GEÓGRAFO DARH DGA
Dirección General de Aguas
27/06/2025
Nury Salazar Martínez
Geógrafo
Depto. Adm. Recursos Hídricos
Dirección General de Aguas

CFF/NSM/nsm


CARLOS PATRICIO FLORESFLORES
JEFE DEPARTAMENTO ADMINISTRACIÓN
DE RECURSOS HÍDRICOS
Dirección General de Aguas
27/06/2025

