

MINUTA TÉCNICA

PARA: Andrés Cabello
Alto Maipo SpA

DE: Rodrigo Zamorano / Julio Cornejo/ Carlos Espinoza / Mesenia Atenas
HIDROMAS Ltda.

MATERIA: Respuesta a observaciones SMA

FECHA: 22 de Marzo de 2018

1. INTRODUCCIÓN

El “Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo” (PHAM), se emplaza en la parte alta de la cuenca del río Maipo y fue evaluado ambientalmente mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el que fue aprobado mediante la Resolución de Calificación Ambiental, RCA N° 256/09 del 30/03/09.

En la actualidad el Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo se encuentra en el trámite de aprobación de un Plan de Cumplimiento (PdC) en respuesta a un proceso sancionatorio que la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) inició en enero del año 2017. Cabe señalar que Alto Maipo SpA, el titular del proyecto, ingresó una primera versión del PdC en Febrero de 2017, luego una actualización en julio de 2017 y una segunda actualización en febrero de 2018, todas en respuesta a observaciones sistematizadas por la SMA.

En este contexto, el titular ha recibido observaciones y requerimientos específicos a ser respondidos en el PdC. Específicamente, en relación al cargo N°14, dentro de estos requerimientos se tiene el siguiente recibido en enero de 2018:

“Además de lo anterior, la complementación del estudio debe incluir un análisis del radio de influencia del drenaje por lo túneles y la geometría del túnel Las Lajas del sector L1, considerando un perfil longitudinal en el cual se identifiquen las cotas del frente de trabajo del túnel, las cotas que delimitan el radio de influencia generado por el drenaje de los túneles, con las cotas y nivel piezométrico de los pozos con derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos en la zona. Todo lo anterior, con el objeto de determinar o descartar la posibilidad de afectación mediante conductividad hidráulica en los pozos más cercanos a la zona del túnel Las Lajas.”

HIDROMAS elaboró un informe técnico (“Informe de Radio de Influencia”, HIDROMAS; 2018) en el cual se da respuesta a los requerimientos del cargo n°14 previamente descritos.

En marzo de 2018 la SMA realizó nuevas observaciones específicas, las que se presentan a continuación: *“En relación a los análisis realizados a propósito de la descripción de los efectos negativos producidos por la infracción, cabe indicar que en el informe técnico “Informe de radio de influencia Hidromas” acompañado en anexo 14, no se precisa la información base (datos y valores estimados) del radio de influencia definido para el tramo L1. Ello pues, si bien en este informe, se define que el área de influencia estimada corresponde a la envolvente de los radios de influencia calculados, los que a su vez se estiman en función del medio poroso, la transmisividad (la que se relaciona con la conductividad hidráulica del macizo rocoso) y el coeficiente de almacenamiento, así como se grafica el mencionado radio en la Figura 6-1 del informe, no se acompañan los valores obtenidos. Para efectos de verificar que dicha imagen obedece al correcto cálculo del radio conforme a los términos del propio informe, debe incluirse la información base respectiva.”*

En este memorándum técnico se aborda este requerimiento para dar respuesta a lo solicitado por la SMA.

2. BASES CALCULO DEL RADIO DE INFLUENCIA

El área de influencia del túnel fue determinada mediante el concepto de radio de influencia definido en “Informe de Radio de Influencia” (HIDROMAS, 2018).

A partir de los planos de ingeniería de detalle del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, el sector del túnel L1 se encuentra contenido desde el inicio del portal de entrada hasta aproximadamente 2 km a lo largo del eje del mismo. De esta forma se definieron 39 secciones a lo largo del túnel, siendo la “Sección 1” la correspondiente a la entrada. En la Figura 2.1 se presenta la ubicación espacial de estas secciones.

El radio de influencia se calculó en cada una de las 39 secciones utilizando la expresión definida en el acápite 5.1 del “Informe de Radio de Influencia” (HIDROMAS, 2018). La expresión utilizada es la siguiente:

$$R_i = \sqrt{\frac{2,246 \cdot T_i \cdot t}{S}} \quad (1)$$

donde:

- R_i : Radio de influencia producido por la construcción del túnel (m) en la sección “i”
- T_i : Transmisividad del medio (m^2/s) en la sección “i”
- t : Tiempo de análisis (s)
- S : Almacenamiento

Figura 2.1
Ubicación de las Secciones para Cálculo de Radio de Influencia



Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2.1 se presenta un resumen de los parámetros utilizados para el cálculo del radio de influencia, cuyo detalle y justificación se indica en “Informe de Radio de Influencia” (HIDROMAS, 2018). Es importante señalar que para la expresión (1), la transmisividad (T_i) es directamente dependiente de la potencia del acuífero (b_i) y de la conductividad hidráulica (K). Para efectos del análisis del radio de influencia del túnel del proyecto Alto Maipo, se considera que la potencia del acuífero corresponde a la altura de agua (carga hidráulica) sobre la clave del túnel.

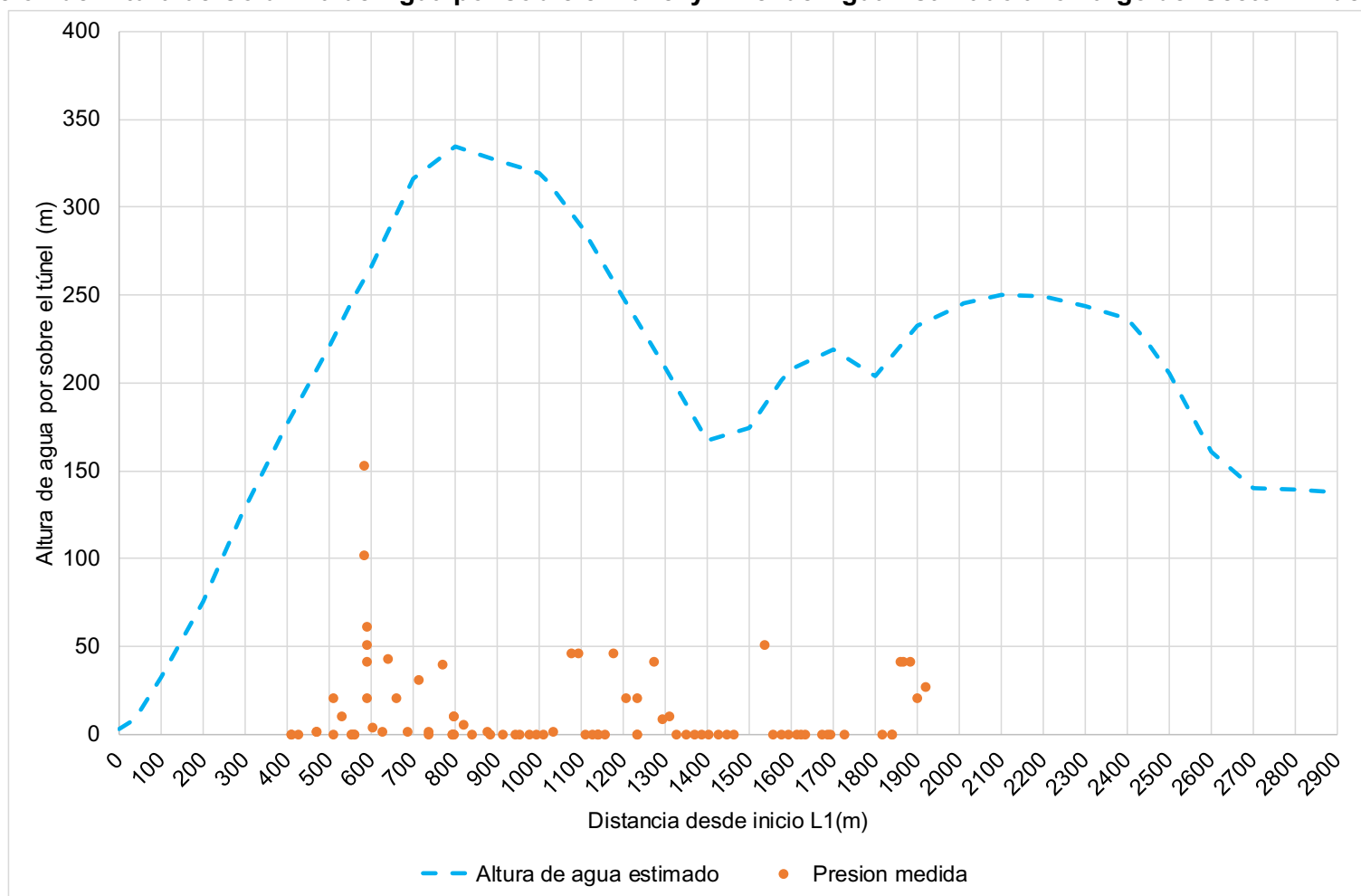
Tabla 2.1
Resumen de Parámetros para el cálculo del Radio de Influencia

Parámetro	Nomenclatura	Valor	Unidad
Tiempo	t	3	años
		94,608,000	segundos
Almacenamiento	S	2	%
		0.02	adimensional
Transmisividad (sección “i”)	T_i	$K \cdot b_i$	m^2/s
Conductividad hidráulica	K	8.86E-08	m/s
Espesor de acuífero sección “i” (altura de agua estimada)	b_i	Variable	m

Fuente: Elaboración Propia

El procedimiento para la estimación de este parámetro se presenta en el acápite 5.3 del “Informe de radio de influencia” (HIDROMAS, 2018).

En la Figura 2.2 se presenta un corte longitudinal con la altura de presión de agua “medida” sobre el túnel y la altura de agua (carga hidráulica) “estimada” sobre el túnel (b_i). Como se observa, la carga hidráulica estimada sobre el túnel usada para este análisis, sobrestima las mediciones de presión obtenidas durante la construcción del túnel, de esta manera, el radio de influencia calculado entrega magnitudes conservadoras y mayores a las esperadas. Lo anterior, significa, que la altura de agua supuesta para el análisis representa una condición más desfavorable para el sistema.

Figura 2.2
Medición de Altura de Columna de Agua por sobre el Túnel y Nivel de Agua Estimado a lo Largo del Sector L1 del Túnel


Fuente: Elaboración Propia

De esta forma, utilizando la expresión (1) en cada sección del túnel, se calculó el radio de influencia, el cual se proyectó con respecto al eje del túnel. En la Tabla 2.2 se presenta los datos base para la determinación del área de influencia asociada al efecto de la construcción del túnel. A partir de estos valores se construyó la Figura 6-1 del “Informe de radio de influencia” (HIDROMAS, 2018).

Tabla 2.2
Información Base para la Determinación del Área de Influencia

Sección	Distancia desde salida túnel (m)	Cota terreno	Nivel piezométrico supuesto	Cota clave del túnel	Altura sobre túnel (bi)	Transmisividad (Ti)	Radio de influencia
	m	msnm	msnm	msnm	m	m ² /s	m
1	0	830.6	829.3	826.8	2.6	2.30E-07	49.1
2	25	836.7	833.4	826.6	6.7	5.94E-07	79.7
3	50	846.1	839.5	826.1	13.3	1.18E-06	112.0
4	100	873.2	857.1	824.9	32.2	2.85E-06	174.1
5	200	935.4	897.7	822.3	75.4	6.68E-06	266.4
6	238	965.0	917.1	821.4	95.8	8.49E-06	300.3
7	264	985.7	930.8	820.9	109.9	9.74E-06	321.6
8	290	1006.5	944.6	820.7	123.9	1.10E-05	341.5
9	400	1086.5	997.9	820.8	177.1	1.57E-05	408.3
10	500	1152.2	1041.8	820.9	220.9	1.96E-05	456.0
11	561	1194.8	1070.1	820.9	249.2	2.21E-05	484.4
12	600	1220.4	1087.3	821.0	266.3	2.36E-05	500.7
13	700	1295.4	1137.2	821.0	316.2	2.80E-05	545.6
14	800	1323.5	1156.0	821.1	334.9	2.97E-05	561.5
15	900	1311.8	1148.3	821.2	327.1	2.90E-05	554.9
16	1000	1300.7	1140.9	821.3	319.6	2.83E-05	548.5
17	1021	1293.1	1135.8	821.3	314.6	2.79E-05	544.1
18	1100	1254.9	1110.4	821.4	289.0	2.56E-05	521.6
19	1200	1194.2	1069.9	821.4	248.5	2.20E-05	483.7
20	1300	1134.3	1030.0	821.5	208.5	1.85E-05	443.0
21	1400	1072.5	988.8	821.6	167.2	1.48E-05	396.8
22	1500	1083.3	996.1	821.7	174.4	1.55E-05	405.2
23	1578	1123.7	1023.0	821.7	201.3	1.78E-05	435.3
24	1600	1133.9	1029.9	821.8	208.1	1.84E-05	442.6

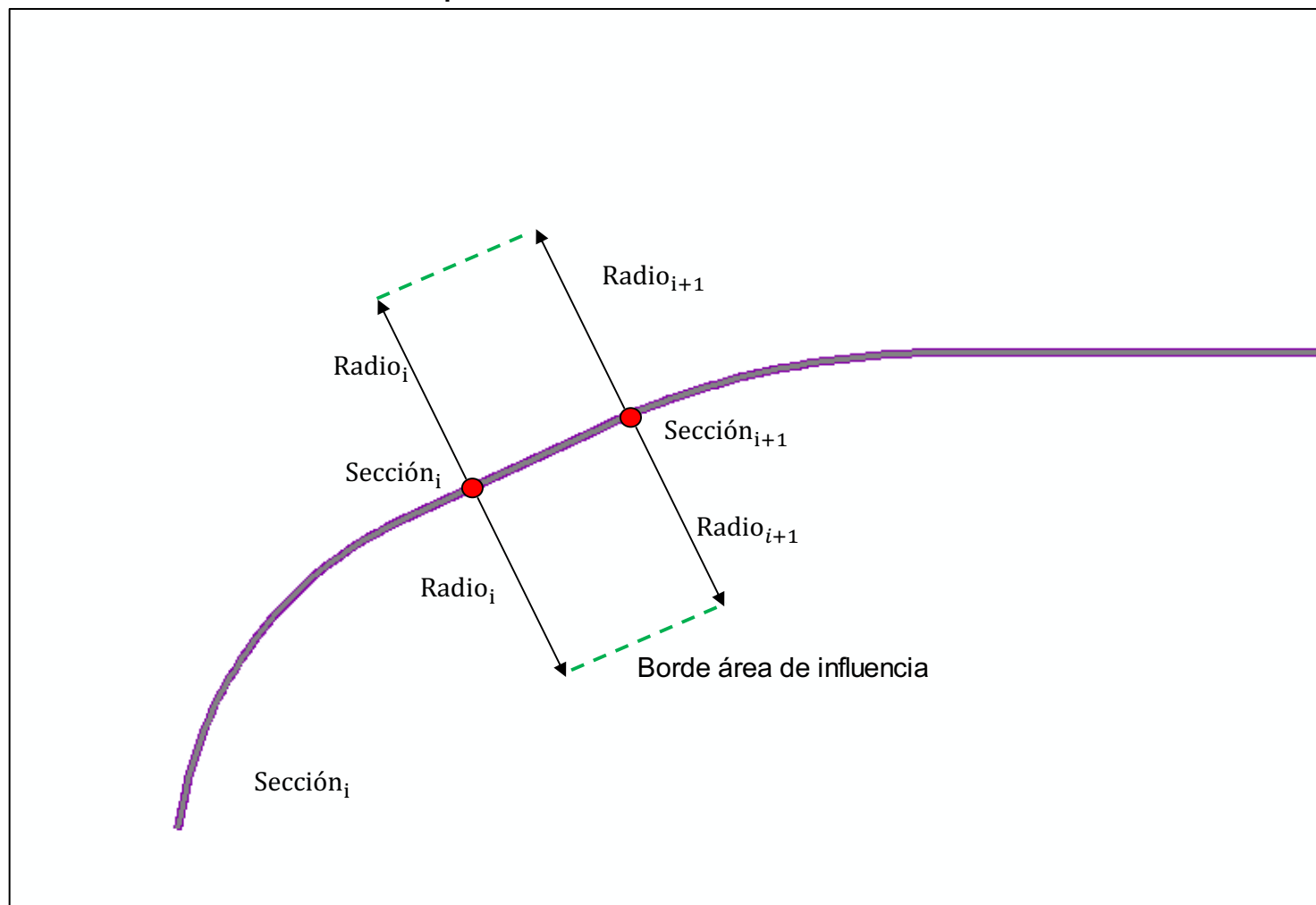
Tabla 2.2 (continuación)
Información Base para la Determinación del Área de Influencia

Sección	Distancia desde salida túnel (m)	Cota terreno	Nivel piezométrico supuesto	Cota clave del túnel	Altura sobre túnel (b)	Transmisividad (T)	Radio de influencia
	m	msnm	msnm	msnm	m	m ² /s	m
25	1700	1150.1	1040.7	821.8	218.8	1.94E-05	453.9
26	1800	1127.4	1025.5	821.9	203.6	1.80E-05	437.8
27	1900	1170.7	1054.4	822.0	232.4	2.06E-05	467.8
28	2000	1188.1	1066.1	822.1	244.0	2.16E-05	479.3
29	2011	1190.4	1067.6	822.1	245.5	2.18E-05	480.7
30	2100	1197.3	1072.3	822.2	250.1	2.22E-05	485.2
31	2200	1196.0	1071.4	822.2	249.1	2.21E-05	484.3
32	2300	1187.9	1066.1	822.3	243.7	2.16E-05	479.0
33	2400	1176.9	1058.8	822.4	236.4	2.09E-05	471.7
34	2443	1159.9	1047.4	822.4	225.0	1.99E-05	460.2
35	2500	1130.3	1027.7	822.5	205.2	1.82E-05	439.5
36	2600	1064.0	983.5	822.6	160.9	1.43E-05	389.2
37	2700	1013.6	962.3	822.6	139.7	1.24E-05	362.6
38	2800	962.3	962.3	822.7	139.6	1.24E-05	362.5
39	2900	960.2	960.2	822.8	137.4	1.22E-05	359.6

Fuente: Elaboración Propia

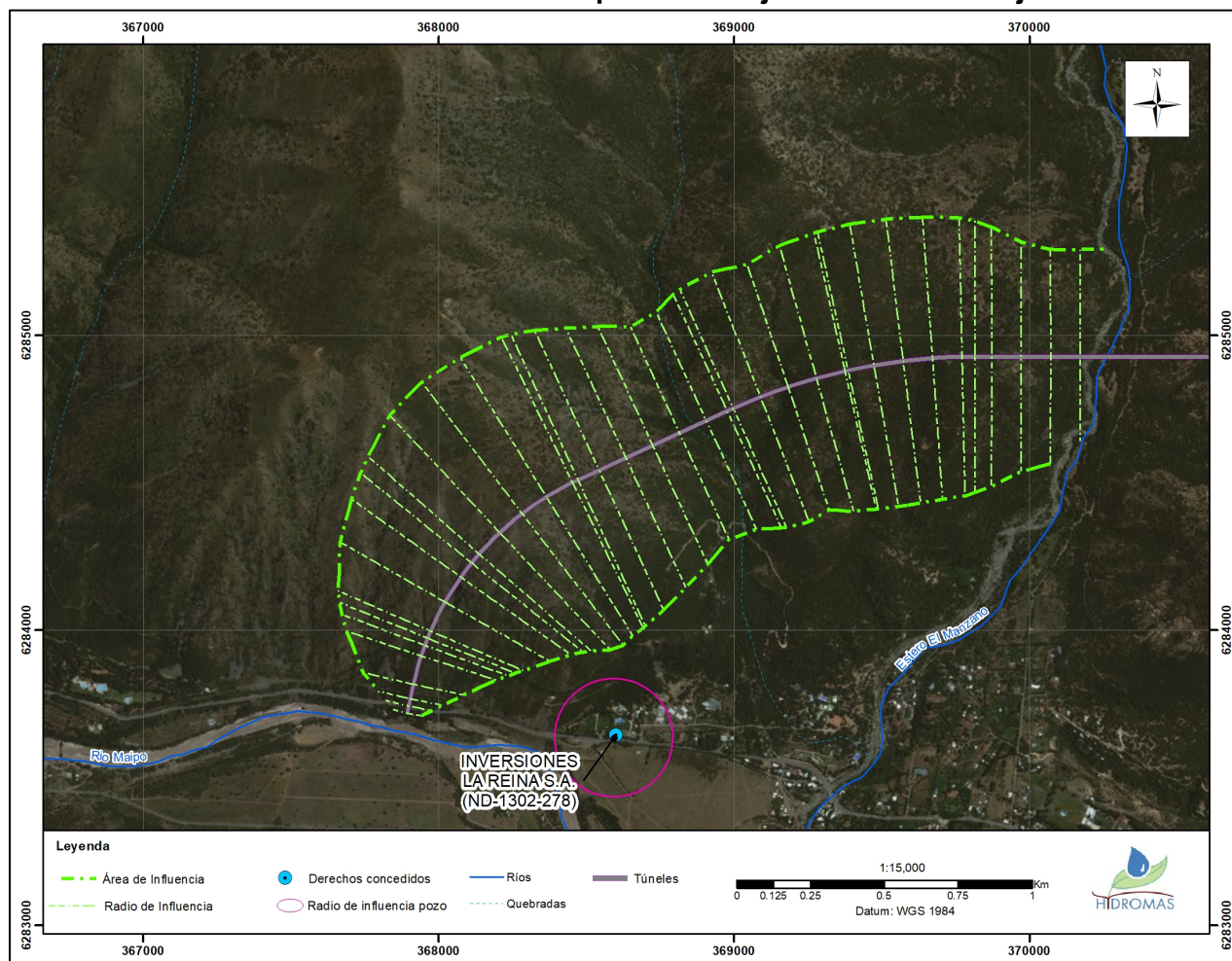
Finalmente, el área de influencia corresponde finalmente a la unión o envolvente de los extremos de cada radio de influencia calculado. En la Figura 2.3, se presenta un esquema del cálculo y generación del área de influencia producida por el drenaje del túnel. Del mismo modo, en la Figura 2.4 se presenta el área final calculada para cada una de las 39 secciones a lo largo del túnel.

Figura 2.3
Esquema de Cálculo del Área de Influencia



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.4
Radio de Influencia Inducido por el Drenaje del Túnel Las Lajas



Fuente: Elaboración Propia