

## **ANEXO 54**

# **PRESENTACIÓN CAMBIO FUENTE ABASTECIMIENTO**

---

**Optimización recurso energía en el  
abastecimiento de agua.  
Proyecto Caserones, Minera Lumina,  
Copiapó, III Región.**

---

# INTRODUCCION

---

- ❑ La optimización del uso de energía en el abastecimiento de agua para el Proyecto Caserones propone reemplazar parte del caudal a bombear desde pozos del Proyecto en cotas menores, por extracción de agua desde cursos superficiales cercanos a la operación.
  - ❑ Se considera que la figura legal para efectuar este cambio corresponde a la de un “Cambio de fuente de Abastecimiento”.
  - ❑ Para efectuar este cambio de fuente de abastecimiento debe cumplirse al menos lo siguiente:
    - ❑ Se cumpla el concepto de unidad de la cuenca.
    - ❑ Se determine que dejar de utilizar los derechos subterráneos existentes genera una disponibilidad del recurso superficial.
    - ❑ Exista la disponibilidad física del recurso cumpliendo con el concepto de caudal ecológico.
    - ❑ Se tengan los derechos para efectuar este cambio
-

---

# CONCEPTO DE UNIDAD DE LA CUENCA

---

# Recursos hídricos de la cuenca del Río Copiapó. Generalidades

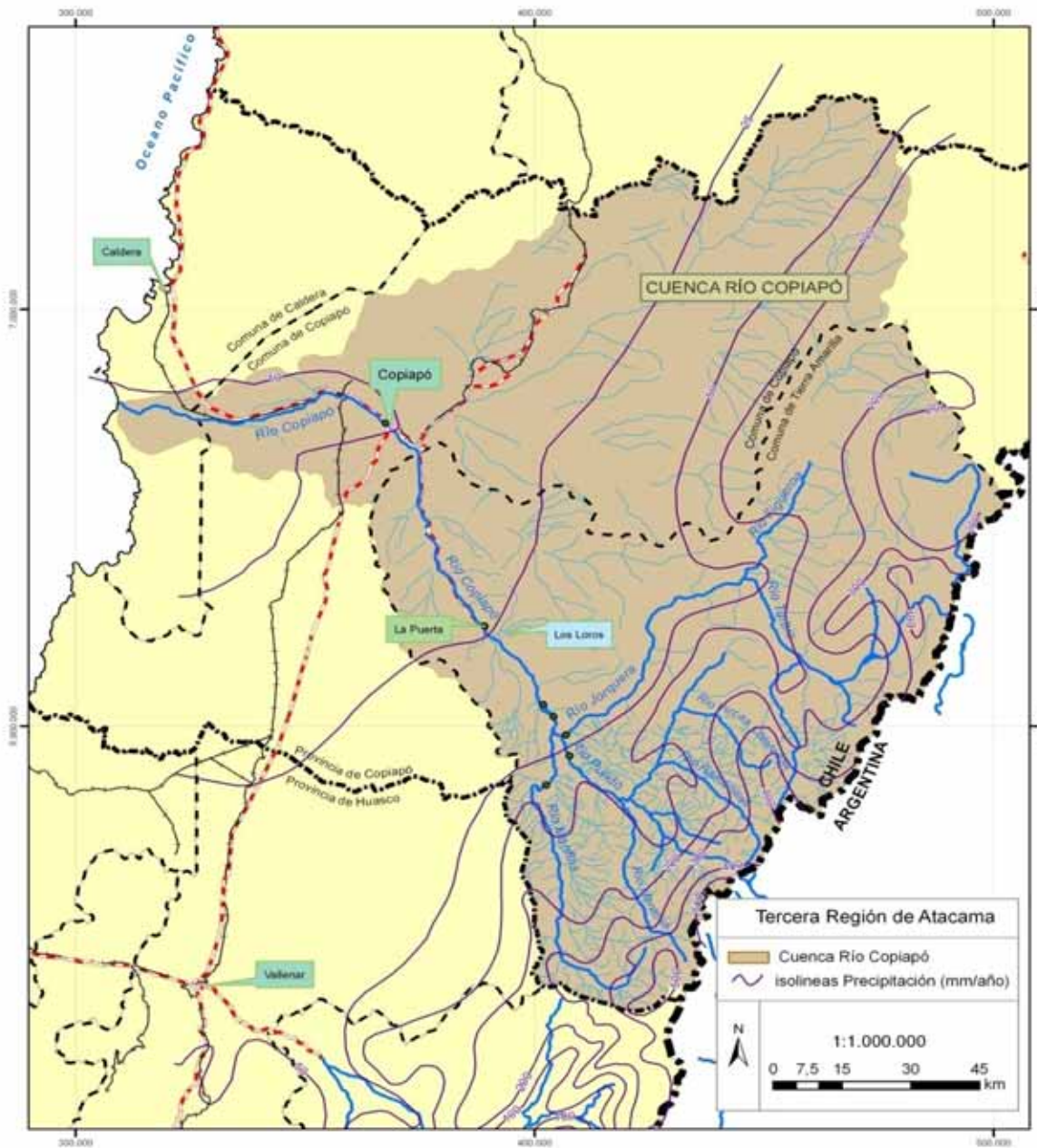
---

La cuenca del río Copiapó es una cuenca que recibe precipitaciones nivales y pluviales en la zona de cordillera y pre-cordillera descargando originalmente sus escorrentías en el mar.

El área total de la cuenca alcanza los 18.800 km<sup>2</sup>, recibe una precipitación media del orden de los 94,1 mm/año y mantiene una escorrentía superficial del orden de los 2.200 l/s.

Casi la totalidad de las escorrentías se recargan aguas arriba del sector de La Puerta, río Copiapó.

---




---

## Cuenca del río Copiapó con Isoyetas

---

## Escorrentías superficiales zona superior (aguas arriba de La Puerta)

---

- Los principales ríos que traen flujo todo el año y que conforman el río Copiapó son Pulido, Potro, Montosa, Manflas y Jorquera. Todos ellos situados antes del sector de La Puerta.
  - La suma de estos caudales es medida por una estación fluviométrica de la DGA en el sector de La Puerta.
  - El caudal promedio en este punto es del orden de los 2,2 mts<sup>3</sup>/seg
-

# Ubicación estaciones Fluviométricas





## **Escorrentías subterráneas, generalidades.**

---

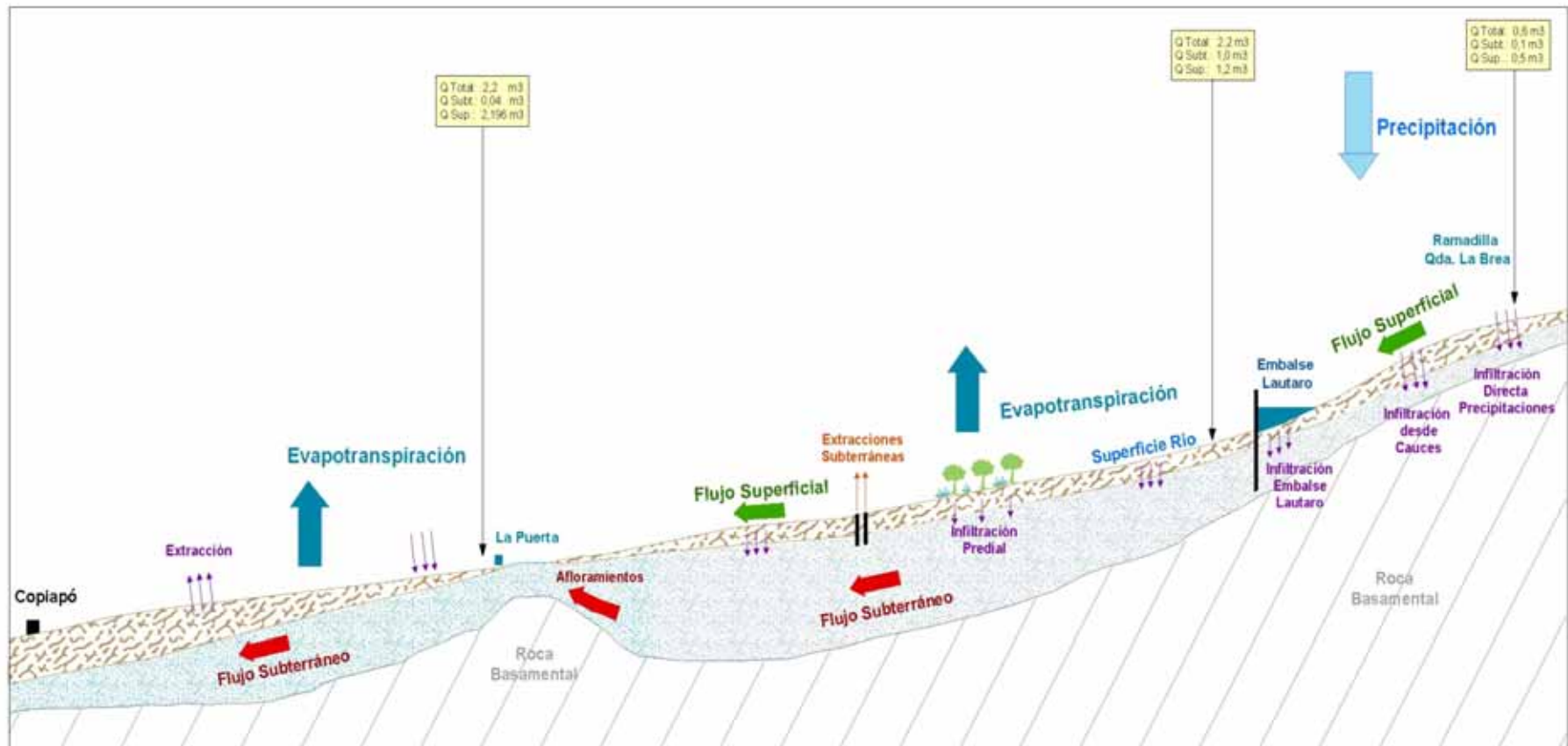
**Desde el punto de vista de escorrentías subterráneas la cuenca se divide en dos grandes áreas. Aguas arriba y aguas abajo del sector de La Puerta.**

**Aguas arriba de La Puerta el sistema recibe una recarga directa de las precipitaciones que puede ser estimado en aproximadamente 1.600 l/s. Una parte de este caudal se emplea en riego y el resto aflora en La Puerta sumándose al caudal del río Copiapó. No se perciben descensos de los niveles del acuífero en esta área.**

**Aguas abajo de La Puerta el sistema recibe recarga de infiltración desde el río, canales, y riegos con muy poca recarga de precipitaciones. La recarga principal ha venido disminuyendo con los años dado la optimización del recurso superficial, impidiendo las infiltraciones. Se perciben grandes descensos de niveles en este sector.**

---

# Modelo de las escorrentías del Copiapó (1).



## **Modelo de las escorrentías del Copiapó (2).**

---

Este modelo hidrogeológico determina que cualquier extracción de agua subterránea aguas arriba de La Puerta se refleja en una disminución del caudal superficial en La Puerta, del mismo orden en el largo plazo.

Si MLCC deja de extraer un flujo desde sus pozos ubicados entre el embalse Lautaro y La Puerta, el caudal del río se aumentará en este mismo flujo.

---

---

# **DISPONIBILIDAD DE CAUDALES**

---

## Generalidades

---

- ❑ La disponibilidad de caudales se calcula en función del caudal de los puntos donde existen derechos de terceros.
  - ❑ El caudal en cada punto se calcula de acuerdo al método de transposición de cuencas.
  - ❑ A este caudal se le resta el caudal en derecho de la bocatoma, que corresponde a  $1/5$  del total, definiendo el caudal pasante.
  - ❑ Al caudal que queda se le resta el caudal ecológico.
  - ❑ El caudal que queda es el caudal disponible en ese punto.
  - ❑ Al considerar la distribución de todas las bocatomas, el caudal disponible en un punto es el caudal menor que se haya estimado como caudal disponible en los puntos calculados aguas arriba.
-

## Metodología para el cálculo de caudales en bocatomas

---

- Debido a que las subcuencas definidas por las bocatomas no cuentan con registro fluviométrico, es necesario determinar en forma indirecta la variación estacional de los caudales medios mensuales.
- Los cálculos fueron efectuados conforme a la metodología establecida en el “MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS” DGA 2008.
- El método utilizado para el cálculo de los caudales en las bocatomas es el de transposición de cuencas análogas, debido a que se cuenta con series de registros fluviométricos de estaciones cercanas con una extensión de datos por sobre los 30 años.
- Con el objetivo de mejorar la estimación de caudales en las bocatomas, se ha calculado la relación entre las precipitaciones medias de tal forma de incluir esta información en el valor del caudal estimado. La relación establecida se presenta a continuación:

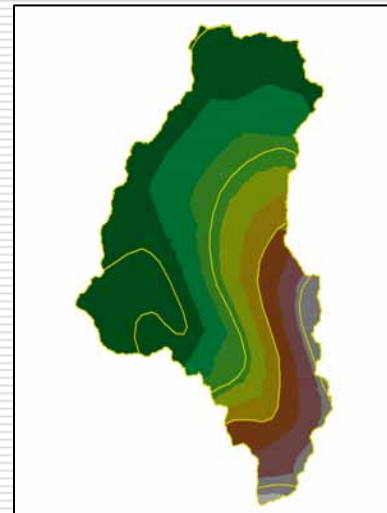
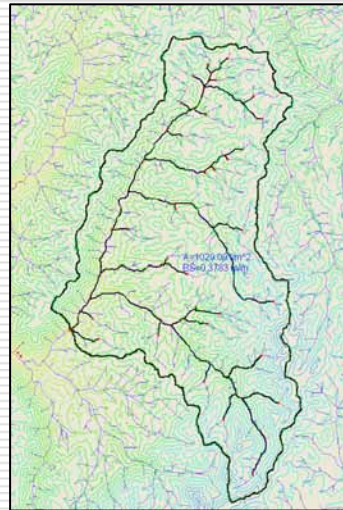
$$\frac{Q_1}{A_1 \cdot Pp_1} = \frac{Q_2}{A_2 \cdot Pp_2}$$

Q1 : Caudal cuenca referencia  
A1 : Área cuenca referencia  
Pp1 : Precipitación media de la cuenca de referencia  
Q2 : Caudal a estimar  
A2 : Área cuenca de cuenca con caudal a estimar  
Pp2 : Precipitación media cuenca a estimar

- Los puntos de control son Pulido en Vertedero y Copiapó en Pastillos. El cálculo de las precipitaciones medias se llevó a cabo utilizando los software WMS 7.1 y ARCGIS 9.2.
-

# Cálculo de precipitación media

---



$$Pp_{media} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot Pp_i}{A_{total}}$$

Donde:

- $Pp_{media}$  : Precipitación media de la cuenca
  - $A_i$  : Área entre isoyeta X e Y
  - $Pp_i$  : Promedio entre la Pp X e Y
  - $A_{total}$  : Área total de la cuenca
-

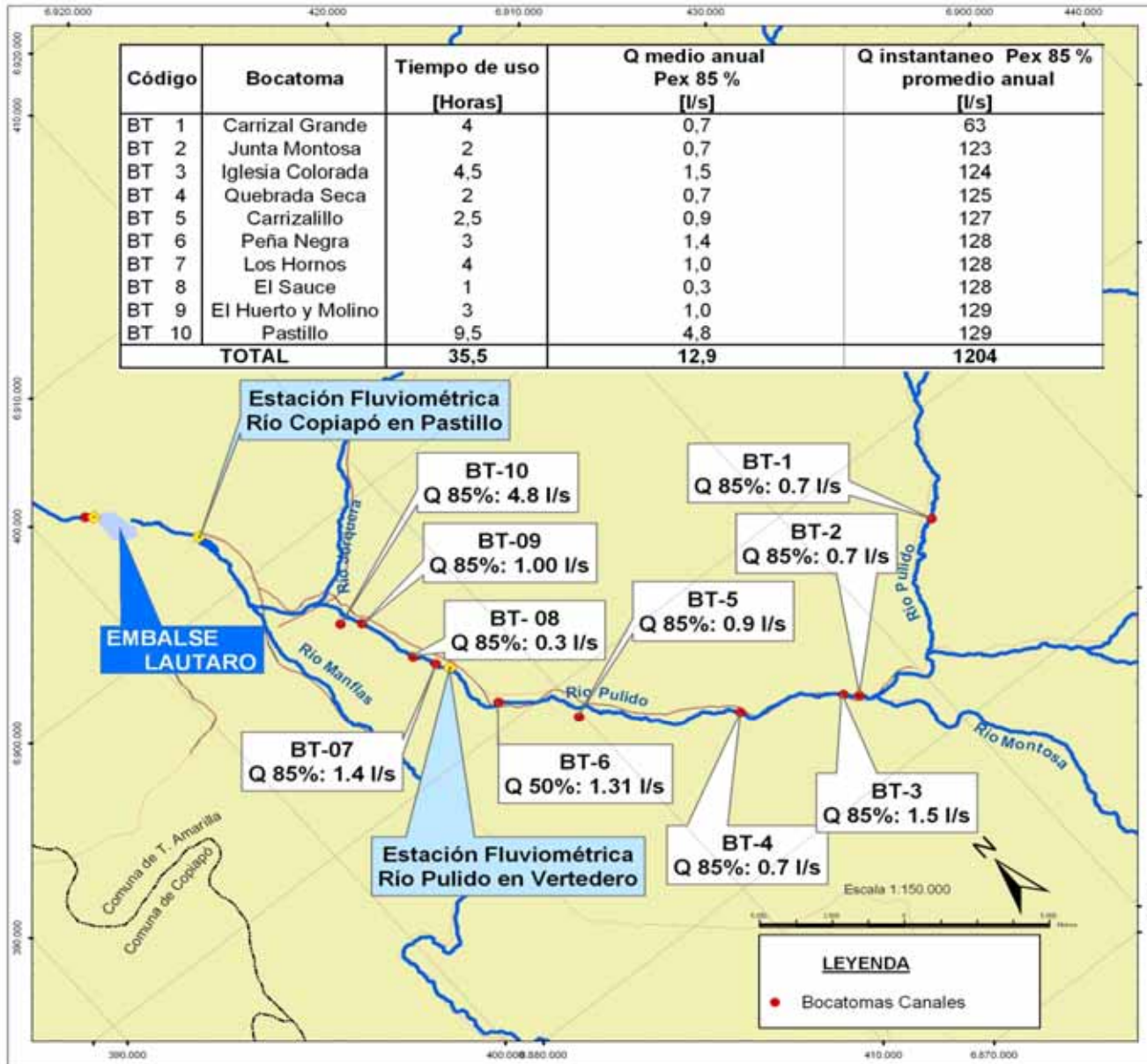
# Ubicación de derechos de terceros

---

---

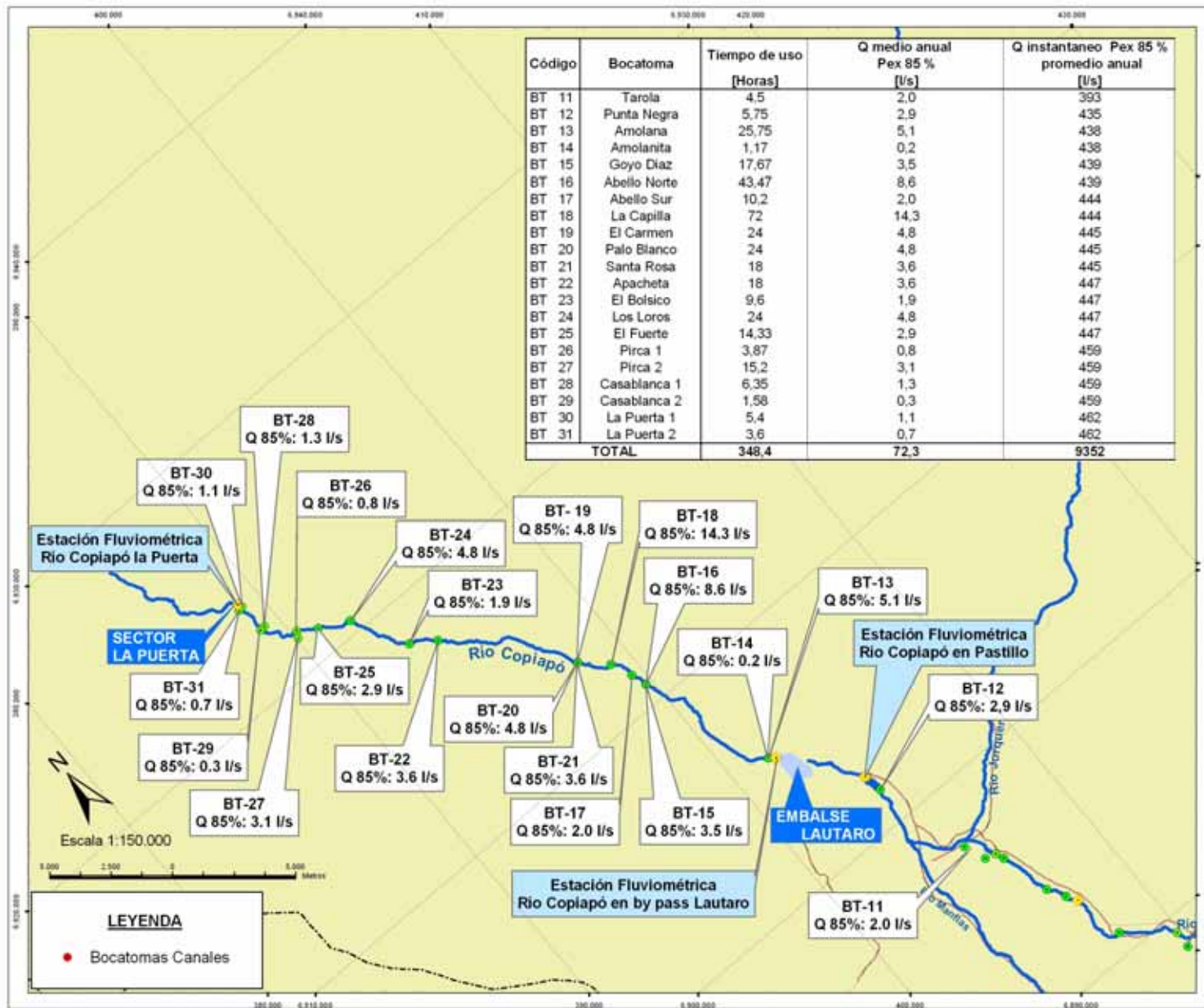


Código	Bocatoma	Tiempo de uso [Horas]	Q medio anual Pex 85 % [l/s]	Q instantaneo Pex 85 % promedio anual [l/s]
BT 1	Carrizal Grande	4	0,7	63
BT 2	Junta Montosa	2	0,7	123
BT 3	Iglesia Colorada	4,5	1,5	124
BT 4	Quebrada Seca	2	0,7	125
BT 5	Carrizalillo	2,5	0,9	127
BT 6	Peña Negra	3	1,4	128
BT 7	Los Hornos	4	1,0	128
BT 8	El Sauce	1	0,3	128
BT 9	El Huerto y Molino	3	1,0	129
BT 10	Pastillo	9,5	4,8	129
<b>TOTAL</b>		<b>35,5</b>	<b>12,9</b>	<b>1204</b>



## Ubicación derechos superficiales (Río Pulido)

# Ubicación derechos superficial es Aguas abajo embalse



## Calculo factor de transposición. Base: Pulido en Vertedero

Código	Bocatoma	Este [m]	Norte [m]	Pp media [m]	Area [km2]	Factor
BT 1	Carrizal Grande	423976	6886565	201	1029	0,49
BT 2	Junta Montosa	417769	6883034	218	1866	0,96
BT 3	Iglesia Colorada	417366	6883430	218	1870	0,97
BT 4	Quebrada Seca	414221	6885191	215	1911	0,98
BT 5	Carrizalillo	409830	6888646	210	1992	0,99
BT 6	Peña Negra	408050	6890848	210	2008	1,00
BT 7	Los Hornos	407329	6893352	209	2023	1,00
BT 8	El Sauce	406908	6894061	208	2027	1,00
BT 9	El Huerto y Molino	406368	6896150	208	2041	1,00
BT 10	Pastillo	405799	6896619	208	2043	1,00
BT 11	Tarola	405569	6897278	208	6236	3,07
BT 12	Punta Negra	404303	6901486	192	7460	3,39

## Cálculo caudal ecológico

---

Calculo de acuerdo al Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos DGA, 2008, que considera los siguientes escenarios:

- ❑ a) Cauce con derechos constituidos con caudal ecológico mínimo variable.
- ❑ b) Cauce con derechos constituidos con caudal ecológico mínimo del menor 50% del Q Pex 95%
- ❑ c) Cauce sin derechos constituidos o sin caudal ecológico mínimo definido.

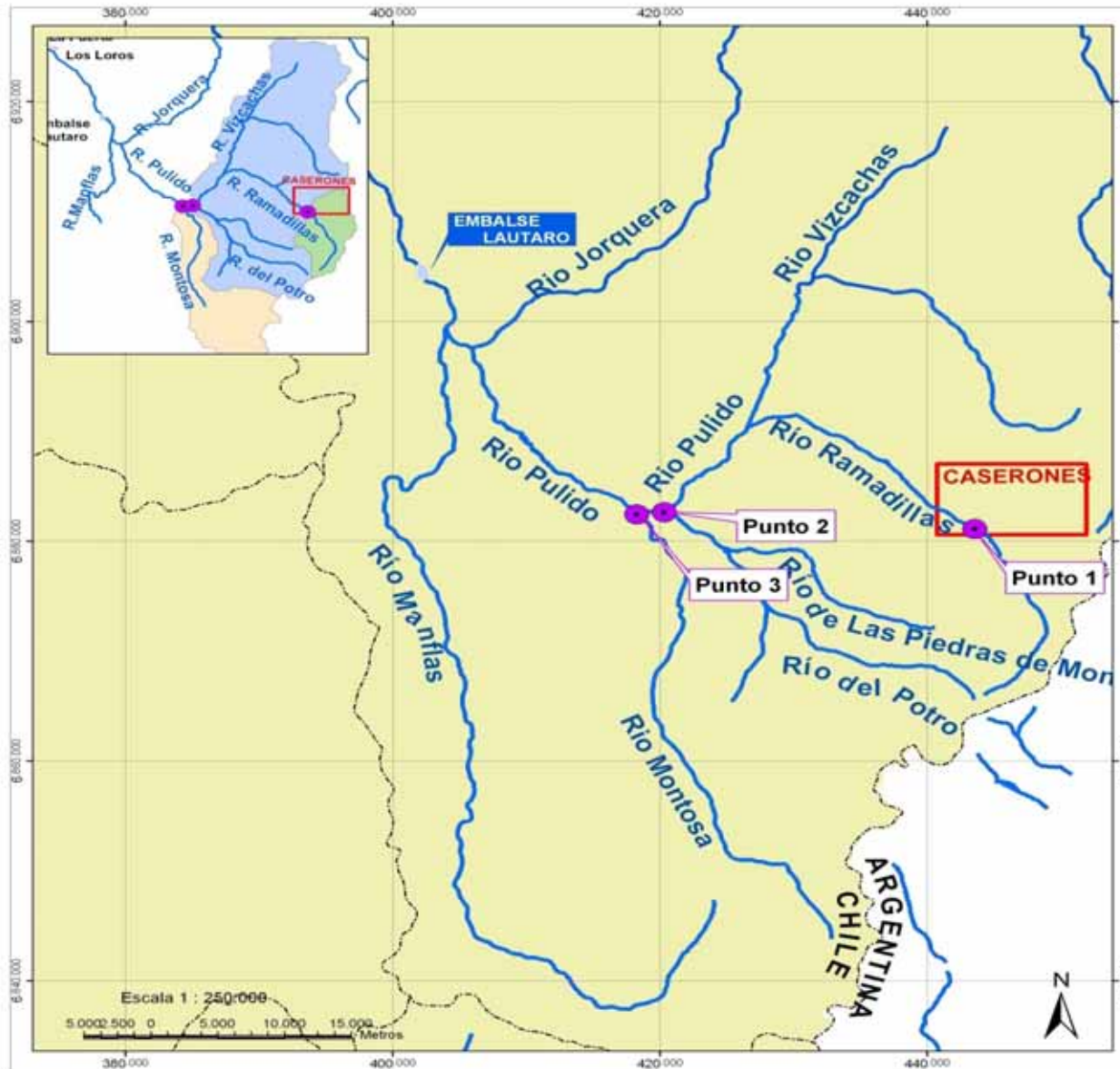
En este caso se tiene el escenario C) cauce sin caudal ecológico mínimo definido, por tanto, el caudal ecológico se calcula como:

- ❑ 1. Si el 50 % del caudal de Pex 95% < 20 % del caudal medio anual => Caudal ecol = 50 % de caudal Pex 95%
  - ❑ 2. Si el 50 % del caudal de Pex 95% > 20 % del caudal medio anual => Caudal ecol = 20 % del caudal medio anual
  - ❑ El caso de la cuenca estudiada, corresponde al caso 1.
-

## Disponibilidad de caudal (P ex 85%, Abril).

Bocatoma	Área [km <sup>2</sup> ]	Factor Transposición	Q Pex 85 % [l/s]	Q derecho 1/5 de Q Pex 85% [l/s]	Q pasante Q Pex 85 % - 1/5 Q Pex 85% [l/s]	Q ecológico 50% de Q Pex 95 [l/s]	Q disponible Q Pex 85 % - Q derecho - Qecol [l/s]
Carrizal Grande	1029	0.49	353	71	282	129	154
Junta Montosa	1866	0.96	694	139	556	253	302
Iglesia Colorada	1870	0.97	697	139	557	254	303
Quebrada Seca	1911	0.98	704	141	563	257	306
Carrizalillo	1992	0.99	716	143	573	261	312
Peña Negra	2008	1.00	720	144	576	263	314
Los Hornos	2023	1.00	722	144	577	263	314
El Sauce	2027	1.00	722	144	578	263	314
El Huerto y Molino	2041	1.00	725	145	580	264	316
Pastillo	2043	1.00	725	145	580	264	316
Tarola	6236	3.07	2213	443	1770	807	964
Punta Negra	7460	3.39	2449	490	1959	893	1066





## Ubicación Extracciones propuestas

## Puntos de extracción propuestos.

---

Los puntos de extracción propuestos en la figura del cambio de fuente de abastecimiento son:

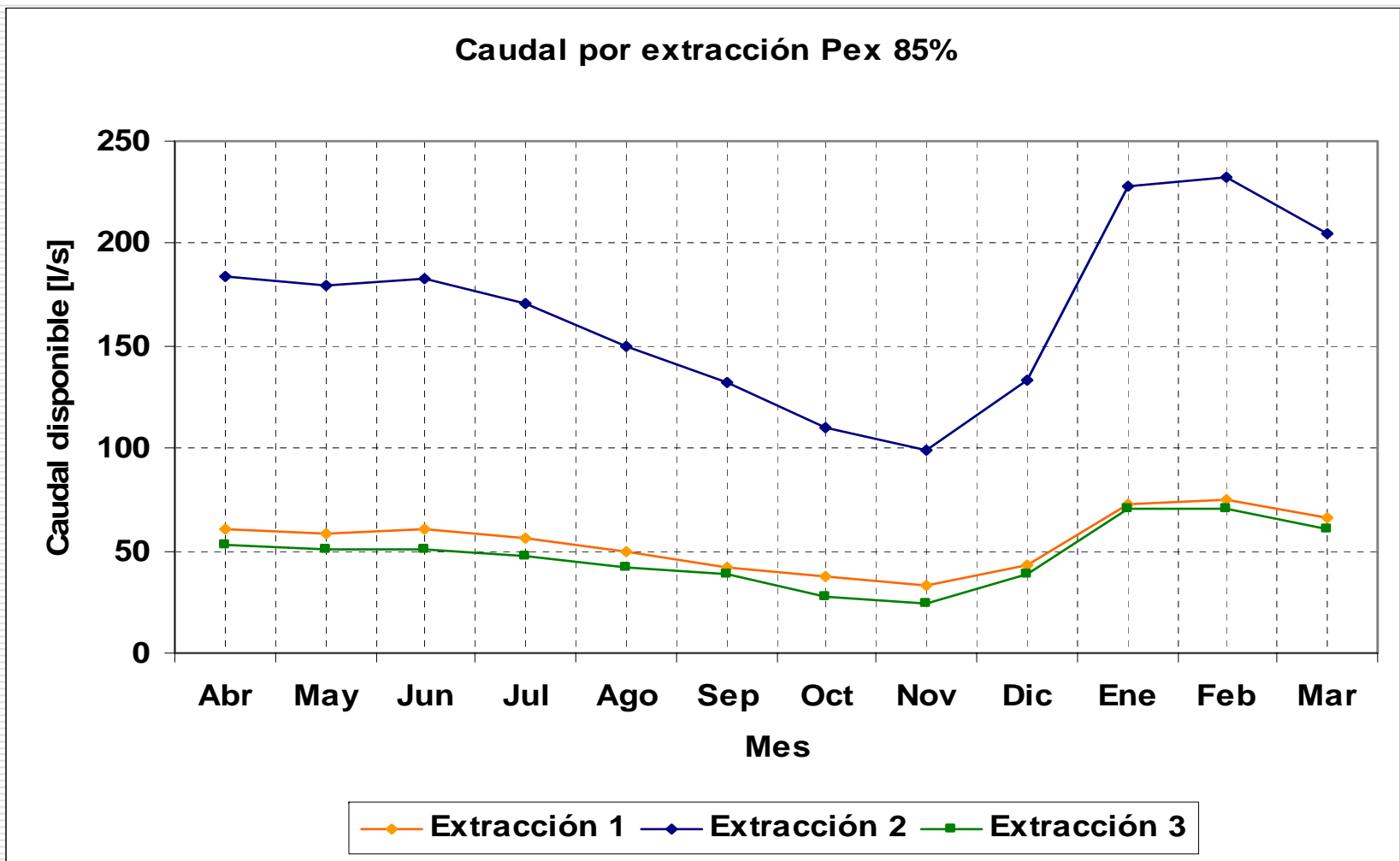
- 1.- Río Ramadillas a la altura de la quebrada Caserones. Corresponde a una subcuenca hidrográfica con 162 km<sup>2</sup>. El caudal medio Pex 85% de este punto es de 85 l/s.
  - 2.- Río Pulido aguas abajo de la confluencia con el río El Potro. Comprende una subcuenca hidrográfica de 1446 km<sup>2</sup>. Este punto incluye la subcuenca anterior. El caudal medio Pex 85% de este punto es de 441 l/s.
  - 3.- Río Montosa a la llegada al río Pulido. Comprende una subcuenca de 415 km<sup>2</sup>. El caudal medio Pex 85% de este punto es de 180 l/s.
-

# Caudales máximos estimados posibles de solicitar en puntos definidos, disponibilidad mes de Abril.

Bocatoma	Q Pex 85 % [l/s]	Q derecho 1/5 de Q Pex 85% [l/s]	Q pasante Q Pex 85 % - 1/5 Q Pex 85% [l/s]	Q ecológico 50% de Q Pex 95 [l/s]	Q disponible Q Pex 85 % - Q derecho - Q ecol [l/s]	Q ext [l/s]	Q disp con ext Q disp - Q ext [l/s]	Q pasante Q ecol + Q disp con ext [l/s]
Extracción 1			95	35	60	60	0	35
Carrizal Grande	353	71	282	129	154		93	222
Extracción 2			496	181	245	184	60	241
Extracción 3			201	73	128	53	75	148
Junta Montosa	694	139	556	253	302		5	258
Iglesia Colorada	697	139	557	254	303		6	260
Quebrada Seca	704	141	563	257	306		9	265
Carrizalillo	716	143	573	261	312		14	275
Peña Negra	720	144	576	263	314		16	279
Los Hornos	722	144	577	263	314		16	279
El Sauce	722	144	578	263	314		17	280
El Huerto y Molino	725	145	580	264	316		18	282
Pastillo	725	145	580	264	316		18	282
Tarola	2213	443	1770	807	964		666	1473
Punta Negra	2449	490	1959	893	1066		768	1661



Caudal [l/s]													
Extracciones	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Promedio
Extracción 1	60	59	61	56	49	42	37	34	43	72	75	67	55
Extracción 2	184	180	183	170	150	132	110	99	133	228	233	205	167
Extracción 3	53	51	51	47	42	39	27	24	39	71	71	61	48
Suma	298	289	295	274	241	213	174	157	215	371	378	333	270



---

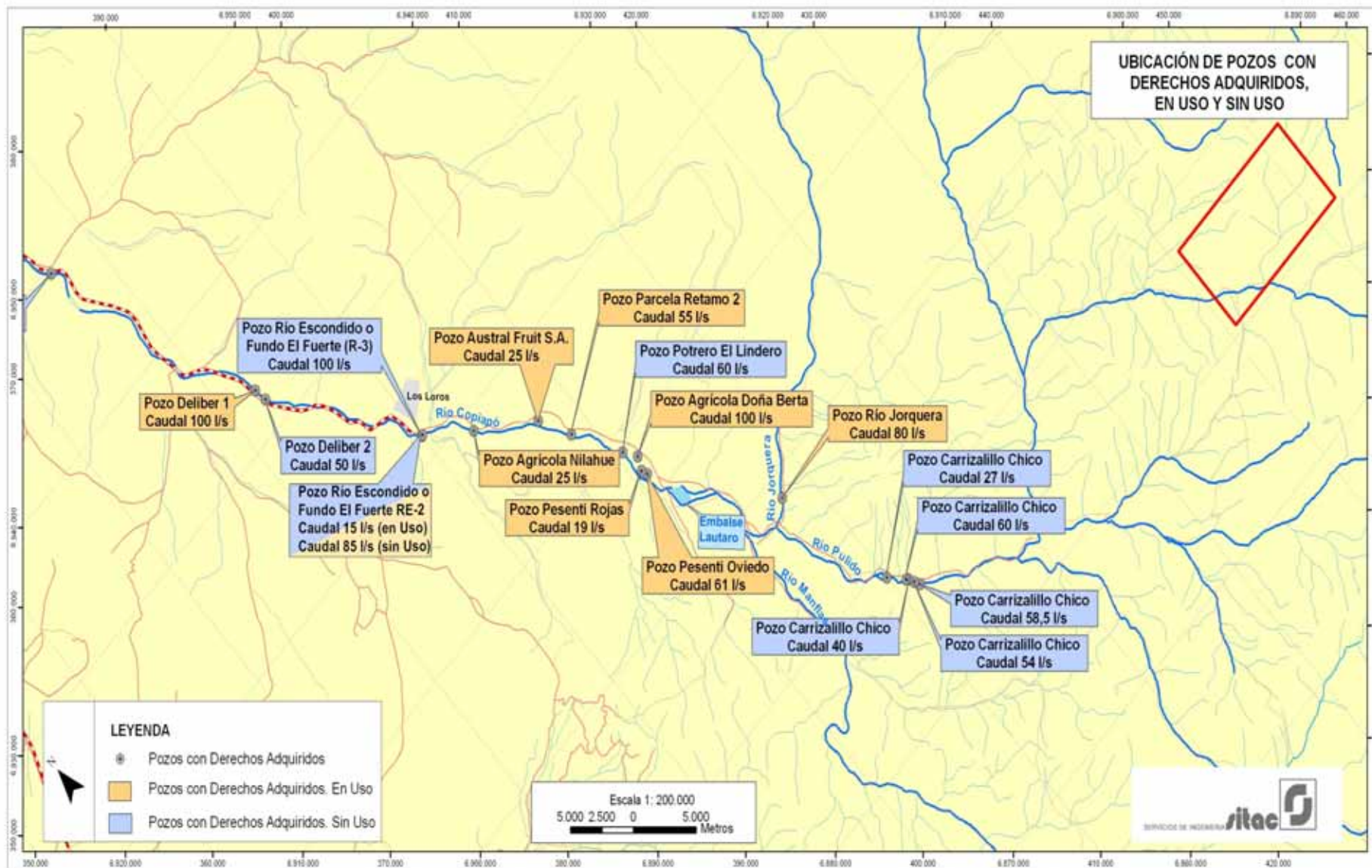
# **Disponibilidad de Derechos para el cambio de Fuente de Abastecimiento**

---

## **Derechos de Lumina Copper para efectuar esta optimización.**

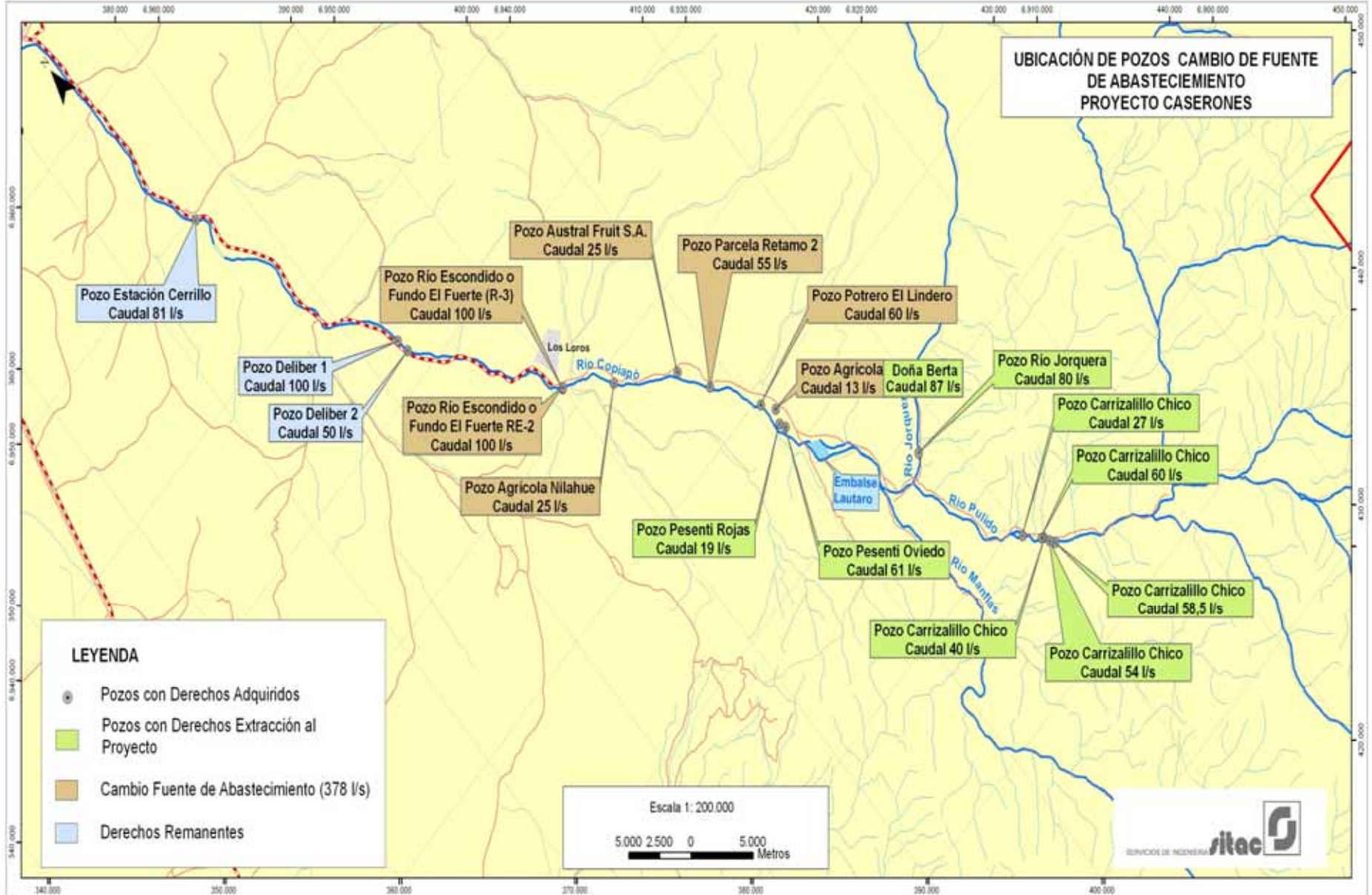
---

- Lumina Copper es propietaria de 1.095,5 l/s en derechos de agua subterránea en la cuenca del río Copiapó.**
  - Se propone utilizar 378 l/s de estos derechos en el cambio de fuente de abastecimiento.**
  - El caudal real a utilizar será aquel que esté disponible de acuerdo a los conceptos ya enunciados.**
  - Los derechos remanentes se ocuparán en complementar el requerimiento del proceso minero (580 l/s).**
-





**UBICACIÓN DE POZOS CAMBIO DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO PROYECTO CASERONES**



**LEYENDA**

- Pozos con Derechos Adquiridos
- Pozos con Derechos Extracción al Proyecto
- Cambio Fuente de Abastecimiento (378 l/s)
- Derechos Remanentes



## Distribución de Caudales mes de febrero Pex 85 % (Caudal maximo 378 l/s)

Pozo	Caudal en derecho	Caudal traslado Cambio Fuente	Caudal a Proyecto	Caudales de respaldo	Derechos remanentes
<b>Extracciones</b>			<b>378</b>		
Carrizalillo chico	239,5		202	37,5	
Río Jorquera	80			80	
Pescenti Oviedo/Rojas	80			80	
Agrícola Doña Berta	100	13		87	
Agrícola El Lindero	60	60			
Agrícola El Retamo	55	55			
Austral Fruit	25	25			
Agrícola Nilahue	25	25			
Fundo El Fuerte	200	200			
Pozos Deliver	150				150
Pozo Cerrillos	81				81
	<b>1095,5</b>	<b>378</b>	<b>580</b>	<b>284,5</b>	<b>231</b>

# Distribución de Caudales considerando respaldo mínimo.

Pozo	Caudal en derecho	Caudal traslado Cambio Fuente	Caudal a Proyecto	Caudales de respaldo	Derechos remanentes
<b>Extracciones</b>			<b>93,5</b>		
Carrizalillo chico	239,5		239,5		
Río Jorquera	80		80		
Pescenti Oviedo/Rojas	80		80		
Agrícola Doña Berta	100	13	87		
Agrícola El Lindero	60	60			
Agrícola El Retamo	55	55			
Austral Fruit	25	25			
Agrícola Nilahue	25	25			
Fundo El Fuerte	200	200			
Pozos Deliver	150				150
Pozo Cerrillos	81				81
	<b>1095,5</b>	<b>378</b>	<b>580</b>	<b>0</b>	<b>231</b>

(mes más seco Pex 95% extracción total = 82 l/s)

# Estimación caudal disponible promedio anual

---

Tiempo, %	Caudal, l/s
85%	270
10%	182
5%	93
<b>Promedio</b>	<b>252</b>

---



# CONCLUSIONES FINALES

---

Considerando que los requisitos para efectuar un cambio de fuente de abastecimiento se cumplen en el caso descrito, MLCC tiene intenciones de solicitar a la DGA este cambio desde pozos con un caudal de 378 l/s.

Los derechos subterráneos originales se ubican en el sector entre el Embalse Lautaro y La Puerta.

La disponibilidad calculada respeta el caudal ecológico en cada caso.

Dejar de usar estos 378 l/s en el sector de los pozos de NMLCC genera una disponibilidad de este mismo caudal en el sector de La Puerta.

---