

RIO COLORADO **PROYECTO DE AGUAS**

Análisis Hidrológico



2014

ADEMAR ALVEAR VERGARA
INGENIERO CIVIL UNIVERSIDAD DE CHILE
CONSULTOR INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Este proyecto ha sido desarrollado por:

Ademar Alvear Vergara

Ingeniero Civil

Graduado en HidroGeología aplicada a la Minería
y Medio Ambiente Universidad de Chile

Colaboradores en el Análisis Hidrológico:

Pedro Cortés Cáceres

Abogado

Consultor de Derechos de Agua y Minería
pcortes@exxoncorporation.cl

Estudio Hidrológico aprobado por:

Mario A. Del Real Castro

Gerente General

Sociedad de Inversiones Rio Colorado
Mining and Exploration S.A.

Marco Chávez Lobos

Editor y Publicista

consultora@desarrollocorporativo.cl

Dirección: Mac Iver 484 - Of.: 102
Santiago Chile, Abril 2014



PARTE 1

RIO COLORADO Proyecto de Aguas

Estudio Hidrológico



Contenido

1.- Introducción.....	5
2.- Objetivos.....	6
3.- Historia General	7
4.- Medidas y Descripciones.....	8
4.1.- Esquema de la Ruta a las lagunas Tordillos	8
4.2.- In-situ Localización para Embalses Potenciales en Río Colorado.....	9
4.3.- Delimitación Lagunas Tordillos	12
4.4.- Medición de flujo en laguna Tordillo Bajo. Punto de Drenaje.....	14
4.5.- Muestra Calidad del Agua en Puntos de Interés.....	17
4.6.- Caracterización en Campo de Lagunas Tordillo.....	20
5.- Observaciones	22



1 Introduction

Este informe presenta las principales observaciones que fueron validados por Ademar Alvear Vergara en la visita a la propiedad de la Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration. Esta propiedad tiene un área total de 60.000 hectáreas.

Durante el 18 y 19 de Febrero del 2013, se realiza un viaje a través del camino que va a la cuenca donde están las lagunas Tordillo Alto y Tordillo Bajo.

Para efectos del estudio hidrológico, la evaluación del potencial reservorio en la cuenca del Río Colorado y el diseño conceptual del sistema de tuberías de las lagunas, se observa in situ las condiciones del agua y características topográficas de la zona de estudio.

Por otra parte, con el propósito de recoger información sobre las cualidades del agua que implica el proyecto, se tomaron 6 muestras puntuales; estas se detallan con precisión en el informe. La norma chilena para la selección de parámetro a medir es la norma de riesgo, NCH.1333.

Este informe será útil como base para los siguientes estudios, en el sentido que los datos pertinentes se midieron y se corroboraron en el campo. Sin embargo, para su posterior análisis va a ser considerada la información de estaciones de medición de flujo y precipitación cercana, topografía de la zona de interés, imágenes de satélite, entre otros.

El área de investigación se encuentra en la comuna de San Esteban, Provincia de Los Andes.



2

Objetivos

- Excursión a la propiedad de Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration S.A.
- Identificación in situ de la cuenca más alta del Río Colorado, en donde se ubican Lagunas de Tordillo: Laguna Tordillo Bajo y Laguna Tordillo Alto
- Evaluar en el campo, a través de GPS e imágenes, áreas potenciales para establecer un embalse en el río Colorado por encima de 2500 m.s.n.m.
- Reunir la mayor cantidad de información posible sobre Lagunas de Tordillos, midiendo a través de GPS el banco de lagunas, afloramientos fuera del camino hacia la Laguna Tordillo Bajo, inspección visual de los afloramientos, infiltración, etc.
- Determinación de 6 puntos de muestreo de la calidad del agua, teniendo en cuenta tanto lagunas como diferentes puntos de la cuenca alta del Río Colorado.



3

Antecedentes Generales

La imagen de abajo muestra la ubicación del área de estudio ubicada en la comuna de San Esteban, provincia de Los Andes, Región de Valparaíso.

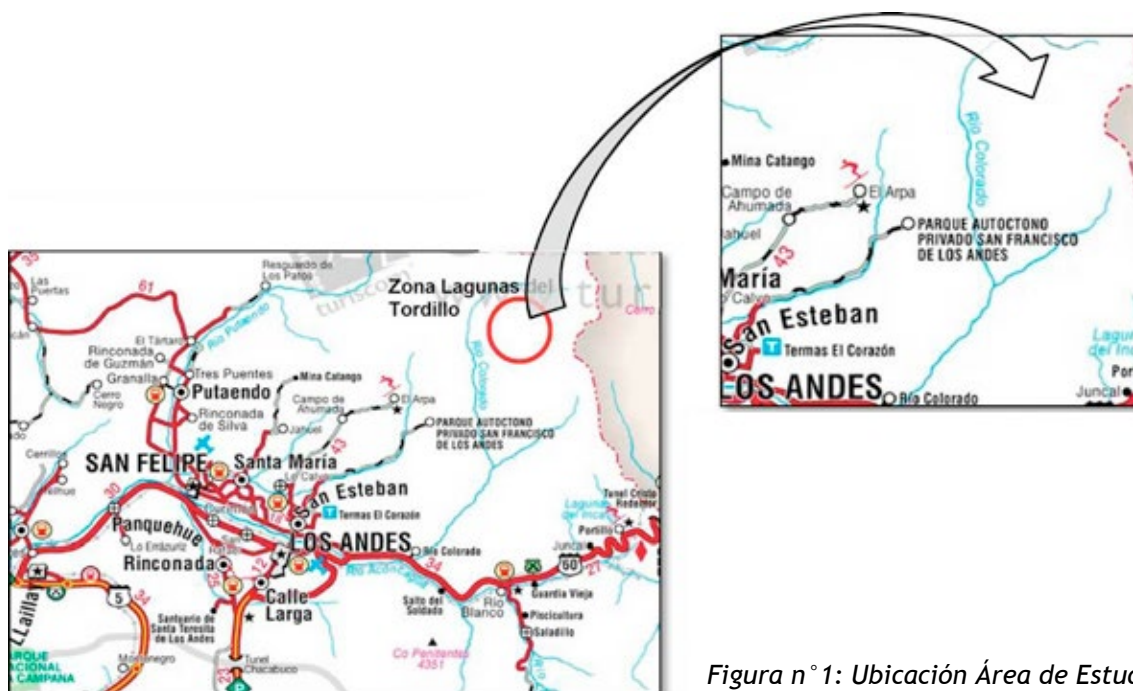


Figura n° 1: Ubicación Área de Estudio

Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration S.A., tiene una cantidad total de 60.000 hectáreas; esta es una Imagen de satélite donde está superpuesta la delimitación de la propiedad. En el parte oriental, dentro de la propiedad de Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration S.A., se encuentran las lagunas de Tordillo Alto y Bajo, de la que se pretende extraer agua de una manera sostenible.

4

Medidas y Descripciones

4.1 Esquema de la Ruta de las Lagunas Tordillo

El viaje hasta el campamento ubicado cerca de Laguna Tordillo Alto. La ruta fue tomada con GPS; muestra el mapa que la mayor parte del camino se encuentra al lado del Río Colorado (Figura n ° 2).

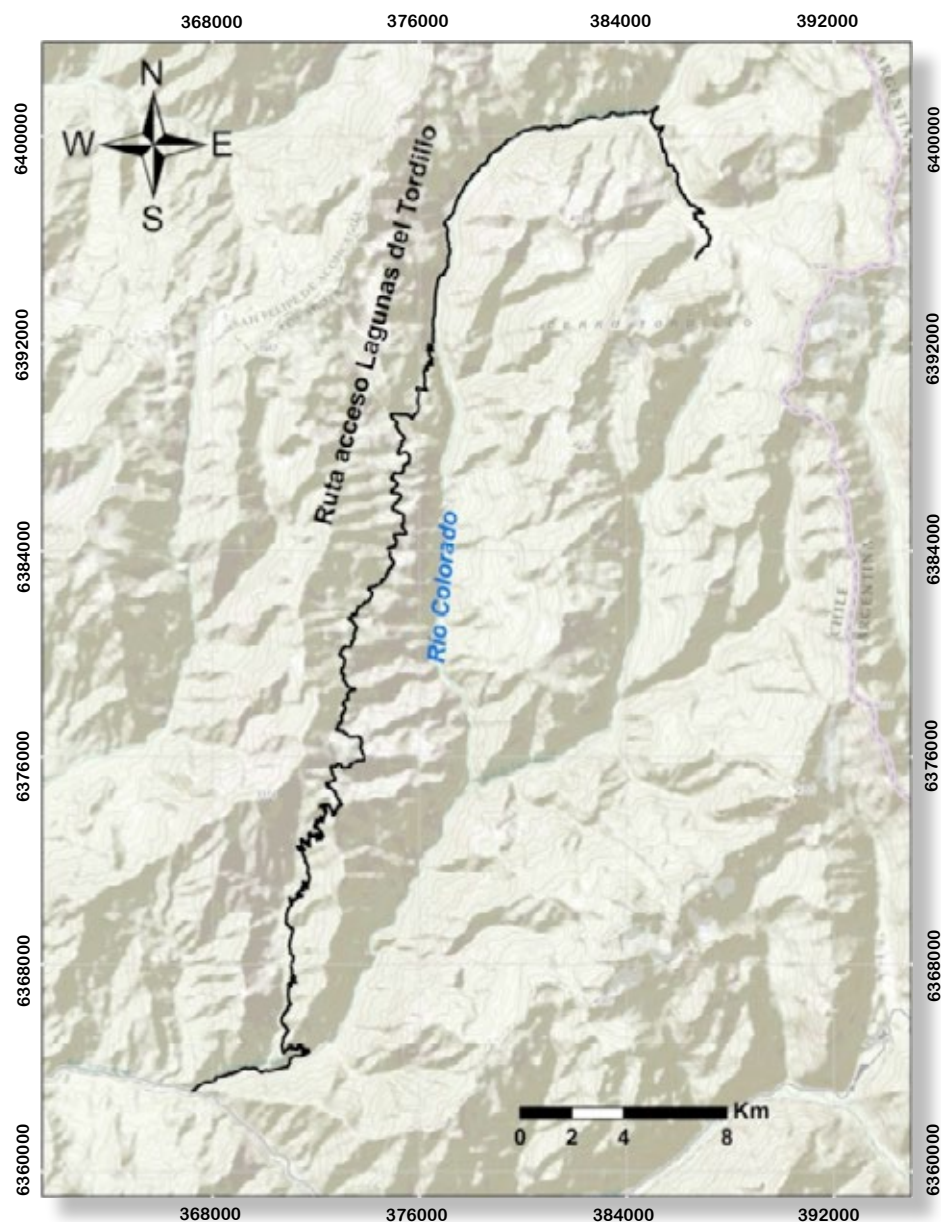


Figura n ° 2: Mapa del camino a Laguna Tordillo Alto (Datum WGS84)

4.2

Localización de posibles embalses en Río Colorado

Con el fin de observar los lugares apropiados para la construcción de embalses en la cuenca del Río Colorado, más allá del análisis de curvas de nivel, fueron tomadas fotos de las zonas de estrechamiento del valle en 3 puntos. Estas potenciales áreas para localizar el depósito se muestran a continuación.

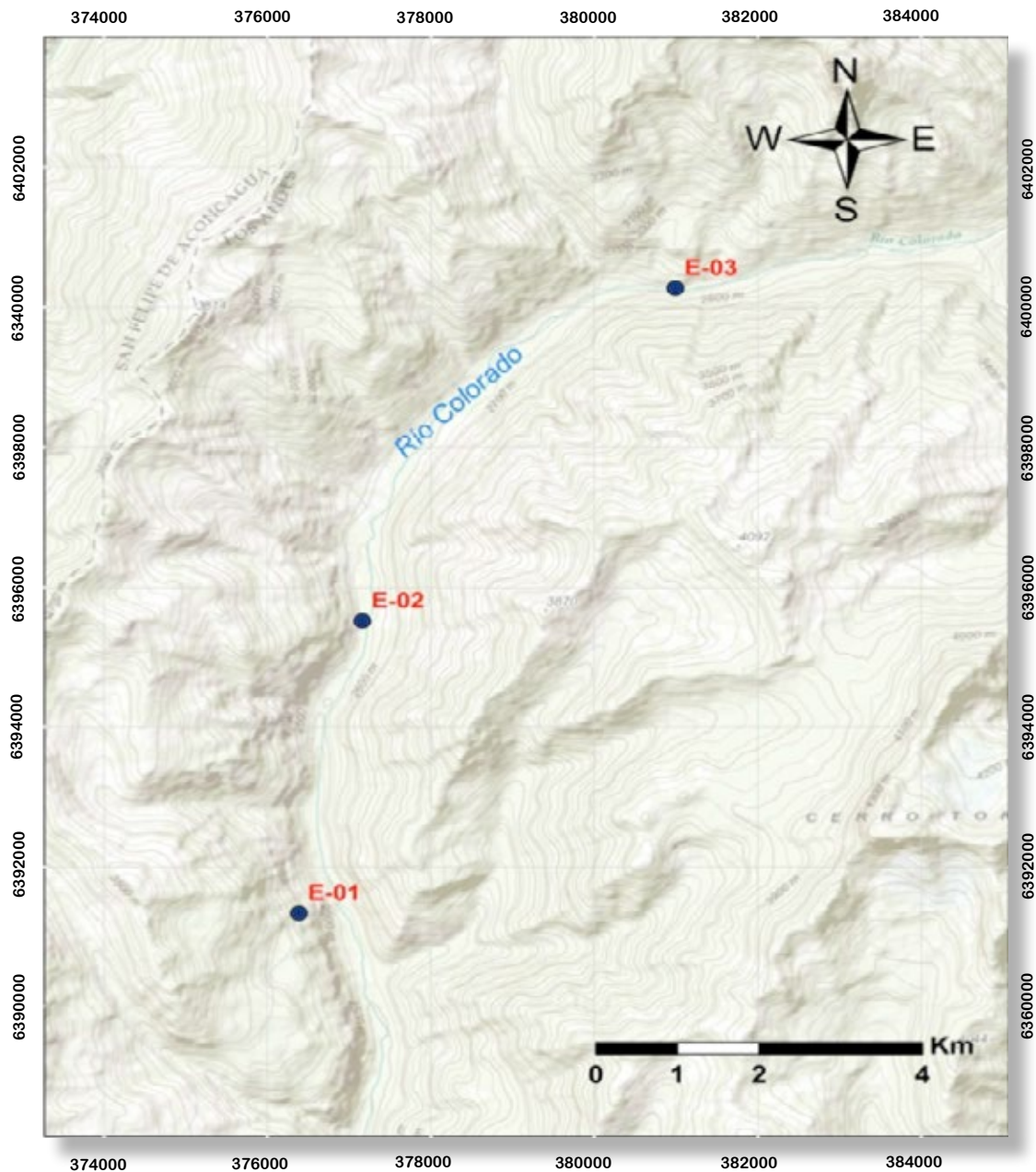


Figura n°5: Mapa Ubicación de Potencial Embalses (Datum WGS84)

Cada uno de los puntos representa una posición geográfica medida por GPS. Esta medición se realizó en el camino (ver ruta en el punto 4.1 de este capítulo), que es por eso que las coordenadas no coinciden exactamente con el lugar donde el muro del depósito se construiría; sin embargo, la elevación asociada con cada posible ubicación se determinó con sistemas de información geográfica.

Code	Name	UTM East [m]	UTM North [m]	Measurement point's Level [m.a.s.l.]	River's Level [m.s.n.m]
E-01	Potential Location 1	376380	6391333	2782	2441
E-02	Potential Location 2	377157	6395512	2579	2548
E-03	Potential Location 3	380989	6400274	2742	2714



Figura n°6: Imagen de Potencial Embalse Ubicación 1 (Datum WGS84)

4.2 Localización de posibles embalses en Río Colorado



Figura n°6: Imágenes de Posibles Embalses Localización 1 (Datum WGS84)



Figure n°7: Imágenes de Posibles Embalses Localización 2 (Datum



Figura n°8: Imágenes de Posibles Embalses Localización 3 (Datum WGS84)

4.3 Delimitación de las Lagunas Tordillo

Uno de los objetivos de la visita de campo consistió en delimitar a través GPS las lagunas Tordillo Alto y Tordillo Bajo. El trabajo fue hecho con éxito, y debido a esto las dos lagunas se establecieron en el mapa (Figura n ° 9). La medición corresponde a un momento específico de las lagunas. El área calculada para Laguna Tordillo Bajo es de 21 hectáreas y para Laguna Tordillo Alto es de 15 hectáreas.

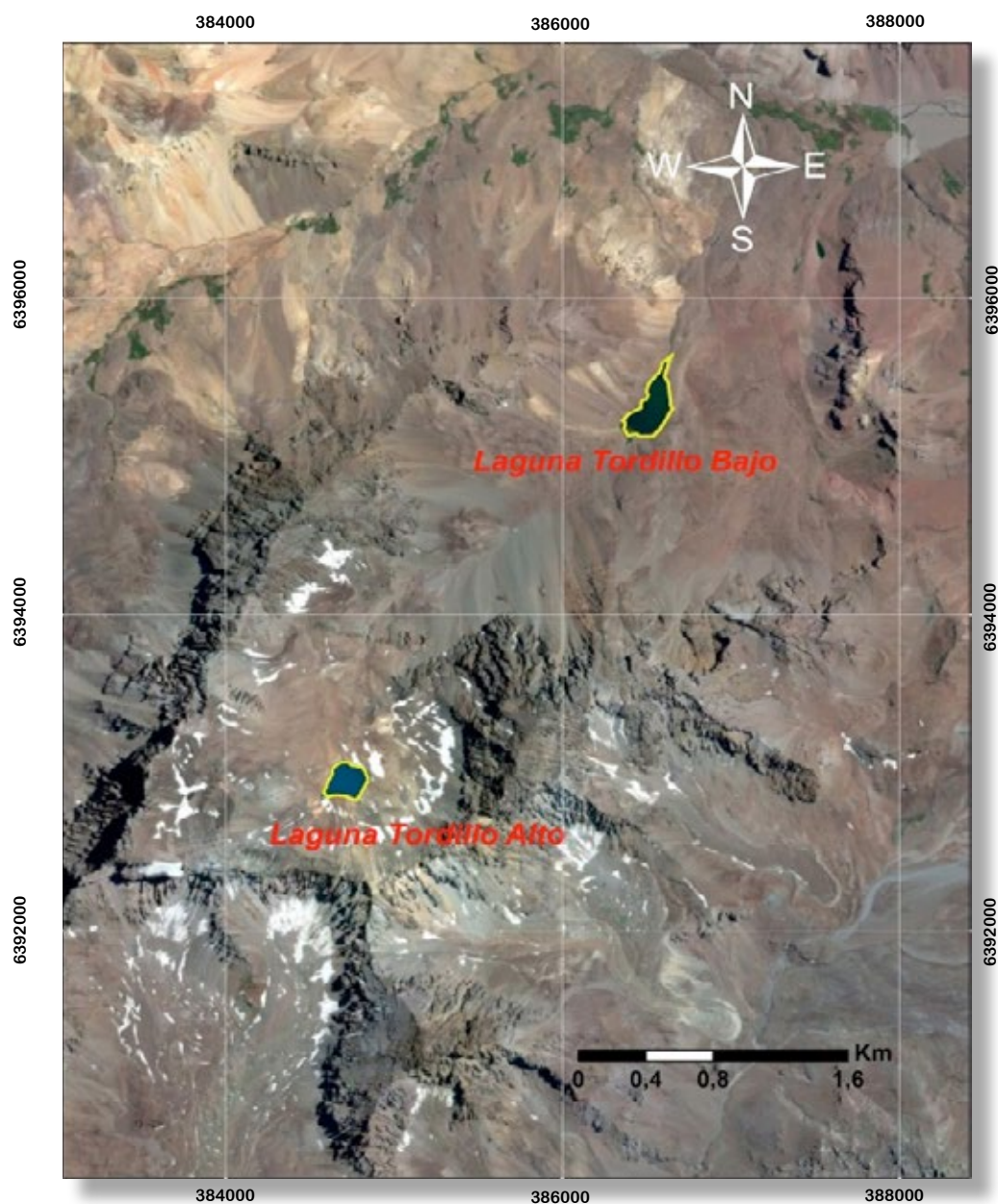


Figura n ° 9: Delimitación Lagunas Tordillo Bajo y Alto (Datum WGS84)

4.3 Delimitación de las Lagunas Tordillo

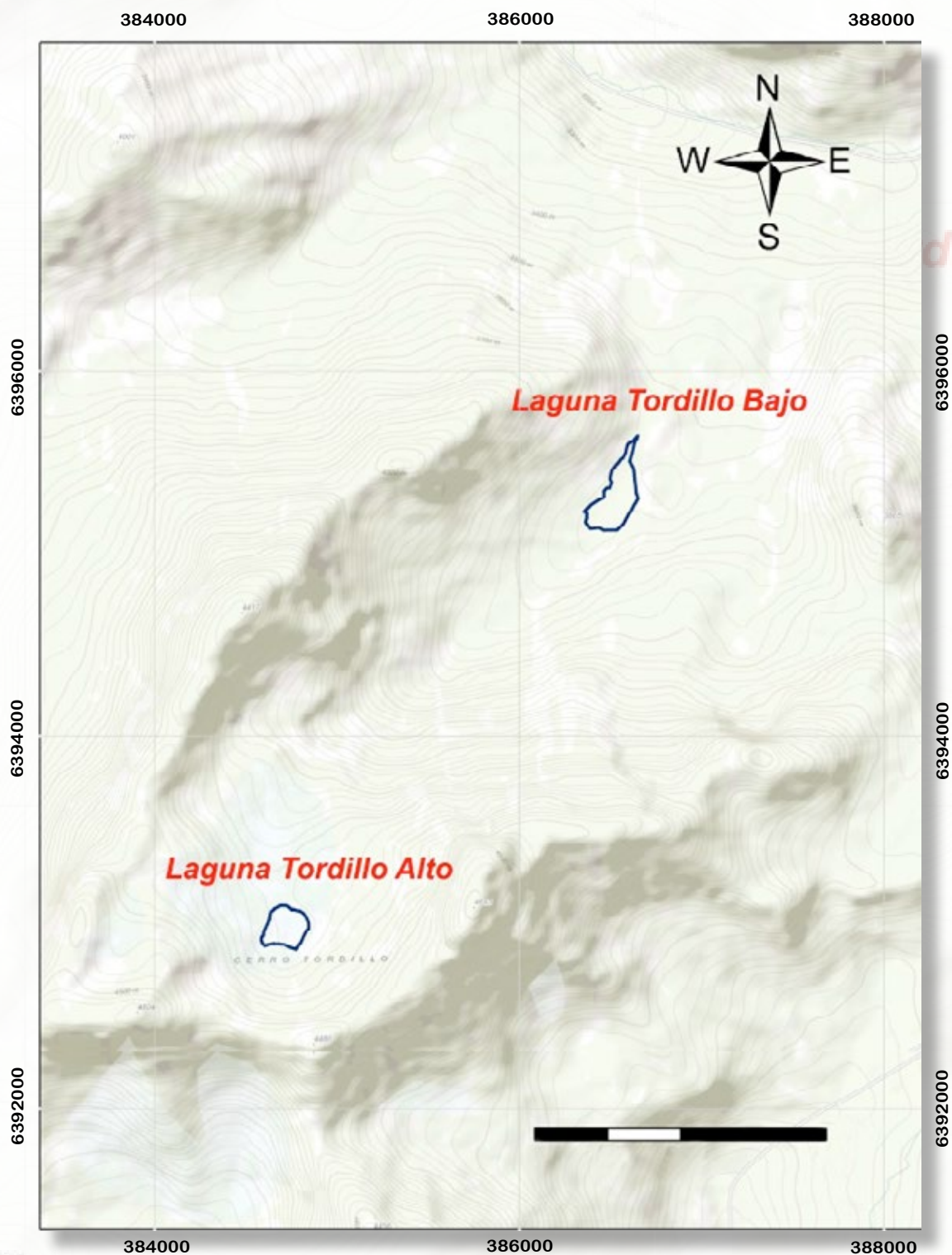


Figura n° 10: Delimitación Lagunas Tordillo Bajo y Alto (Datum WGS84)

4.4 Medición de caudal en Laguna Tordillo Bajo

Punto de Drenaje

Con los equipos de análisis disponibles, las mediciones de flujo se realizaron en el drenaje de las lagunas de Tordillo. Para estos efectos se midió la escorrentía, que fue corregido por el perfil de velocidad en un curso de superficie para obtener la velocidad media de la escorrentía y su área, cuyo cálculo se muestra en la tabla de abajo. El nivel de flujo se calcula como el producto de la velocidad media y el área de la sección transversal del flujo.

Medición de Flujo n° 1

NOMBRE DEL LUGAR	Efluente Tordillo Bajo 1 TB-1	FECHA: 02/18/14 HORA: 19:00:00
------------------	----------------------------------	-----------------------------------

ABSCISSA (cm)	CALCULO ANCHO AREA A (cm)	PROFUNDIDAD		TIEMPO (s)	VELOCIDAD (m/s)	AREA	FLUJO (m ³ /s)
		TOTAL	OF OBSERV		OBS.		
0		8					
30	0,45	8		3,0	0,662	0,4	0,24
60	0,30	9		3,1	0,647	0,3	0,17
90	0,30	11		3,1	0,645	0,3	0,21
120	0,4	12		3,0	0,652	0,4	0,27
						1,4	0,90
							Q= 0,90 m³/s

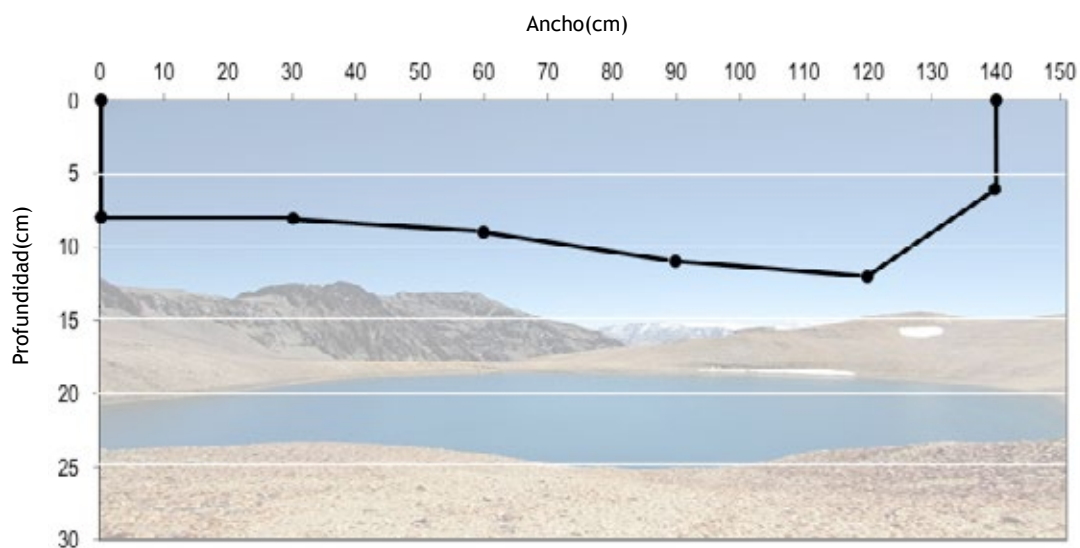


Figura n° 12: Foto de Zona n° 1 Medición de flujo

4.4 Medición de caudal en Laguna Tordillo Bajo

Punto de Drenaje

Figure n° 12: Imagen de Zona n° 1 Medición de Flujo

Medición de Flujo n° 2

NOMBRE DEL LUGAR	Efluente Tordillo Bajo 2	FECHA: 02/19/14
	TB-2	HORA: 17:00:00

ABSCISSA A(cm)	CALCULO ANCHO AREA A(cm)	PROFUNDIDAD		TIEMPO (s)	VELOCIDAD (m/s)	AREA (m ²)	FLUJO (m ³ /s)
		TOTAL	OF OBSERV.		OBS.		
0		19					
25	0,4	19		4,3	0,471	0,70	0,34
50	0,3	20		4,2	0,482	0,50	0,24
75	0,4	19		4,0	0,498	0,70	0,35
						1,90	0,93
							Q= 0,93 m³/s

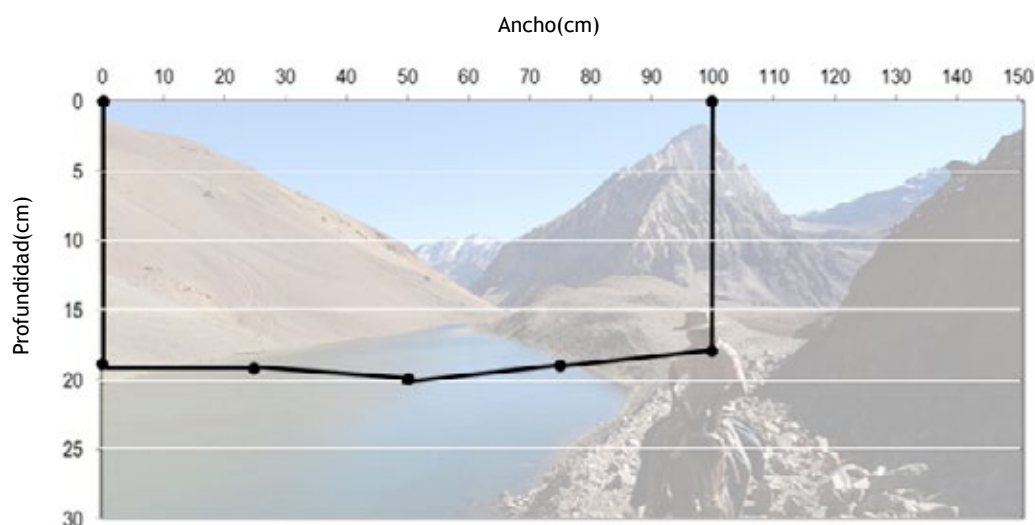


Figura n° 13: Gráfico y Cálculo para Medición de flujo

4.4 Medición de caudal en Laguna Tordillo Bajo

Punto de Drenaje

Medición de Flujo n° 3

NOMBRE DEL LUGAR	Efluente Tordillo Bajo 3 TB-3	FECHA: 02/19/14 HORA: 17:00:00
------------------	----------------------------------	-----------------------------------

ABSCISSA A(cm)	CALCULO ANCHO AREA A(cm)	PROFUNDIDAD		TIEMPO (s)	VELOCIDAD (m/s)		FLUJO (m ³ /s)
		TOTAL	OF OBSERV.		OBS.	AREA (m ²)	
0		16					
25	0,40	17		2,5	0,567	0,60	0,36
50	0,30	22		2,8	0,505	0,60	0,28
75	0,30	16		2,8	0,493	0,50	0,26
						1,70	0,90
							Q= 0,90 m³/s

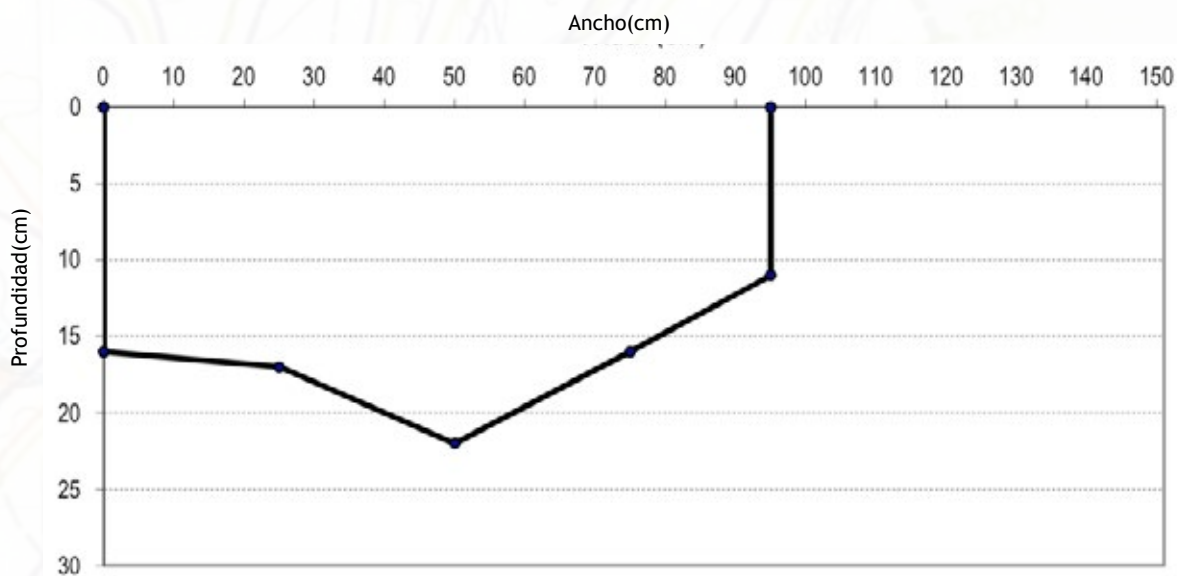


Figura n° 16: Foto de Zona n° 3 Medición de flujo

4.5 Muestreo de Calidad del Agua en Puntos de Interés

Las muestras fueron tomadas en 6 puntos a lo largo de la parte superior de la cuenca del Río Colorado. Abajo, una figura con el mapa (imagen por satélite) que muestra la distribución de estos muestreos.

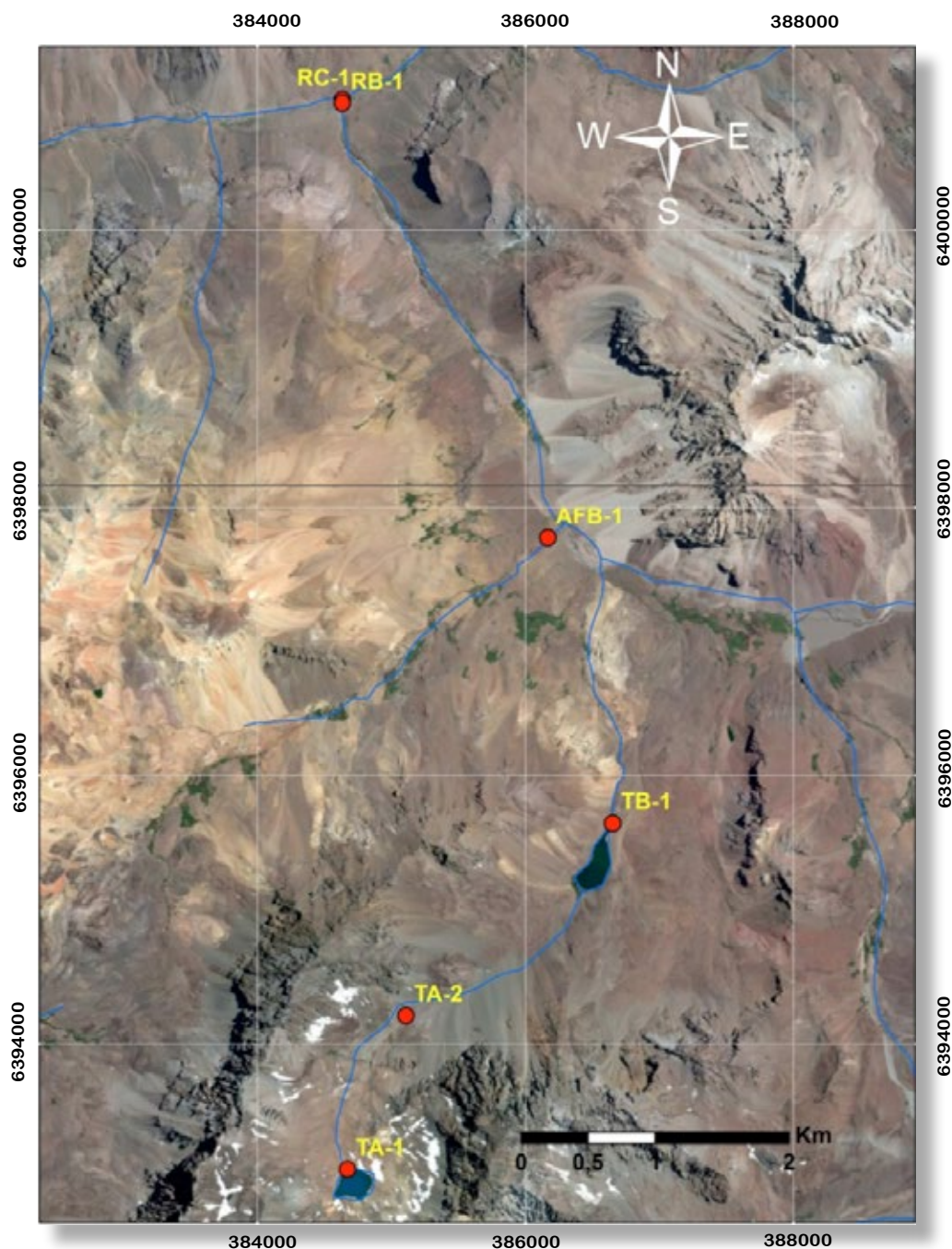


Figura n° 17: Distribución de las muestras (Datum WGS84)

4.5 Muestreo de Calidad del Agua en Puntos de Interés

Después, una tabla que detalla cada uno de los puntos de muestreo de calidad del agua. El 20 de febrero de 2014, las muestras fueron llevadas al laboratorio Agriquem de América S.A.

Los resultados del análisis son emitidos por el laboratorio hidrológico.

Cuadro n° 2: Muestras Puntuales de la Calidad del Agua (Datum WGS84)

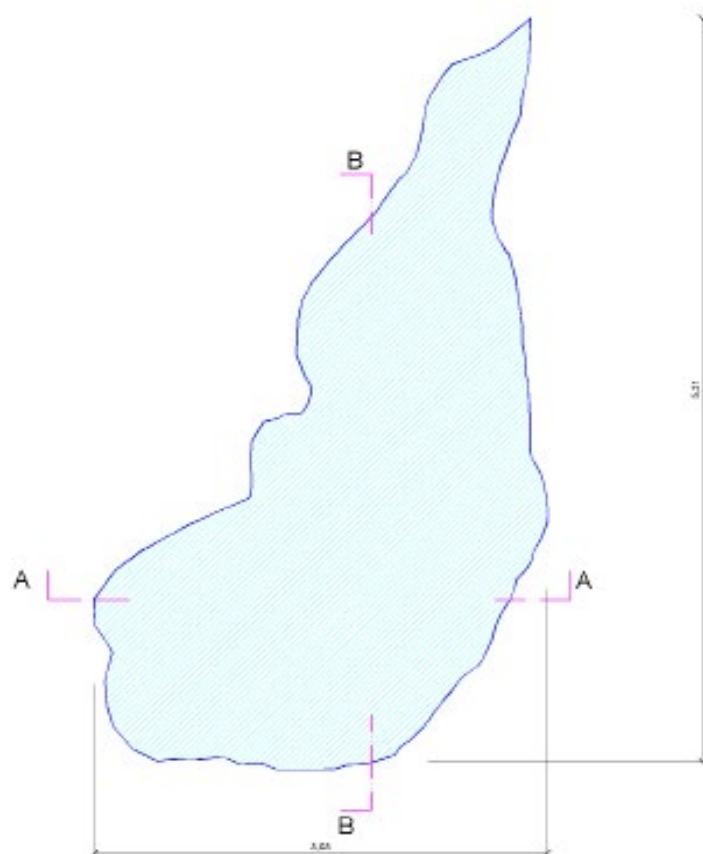
Station Code	Station Name	UTM East [m]	UTM North [m]	Elevation [m.a.s.l]
TA-1	Tordillo Alto Lagoon	384672	6393060	4220
TA-2	Upwelling in Tordillo Alto	385107	6394207	3874
TB-1	Tordillo Bajo's Drainage	386651	6395644	3548
AFB-1	Flowing in Blanco River	386166	6397776	3192
RC-1	Colorado River before converging with Blanco River	384632	6400974	2871
RB-1	Blanco River before converging with Colorado River	384633	6400949	2867

Para cada uno de los puntos donde se tomaron las muestras, puede ser visto que el agua fue tomada en recipientes adecuados con los conservantes necesarios y la temperatura requerida.



Figura n° 18: Muestras Tomadas de estaciones TA-1 y TA-2a

LAGUNA TORDILLO BAJO



LAGUNA TORDILLO BAJO



LAGUNA TORDILLO BAJO - CORTE A-A



LAGUNA TORDILLO BAJO - CORTE B-B



4.6

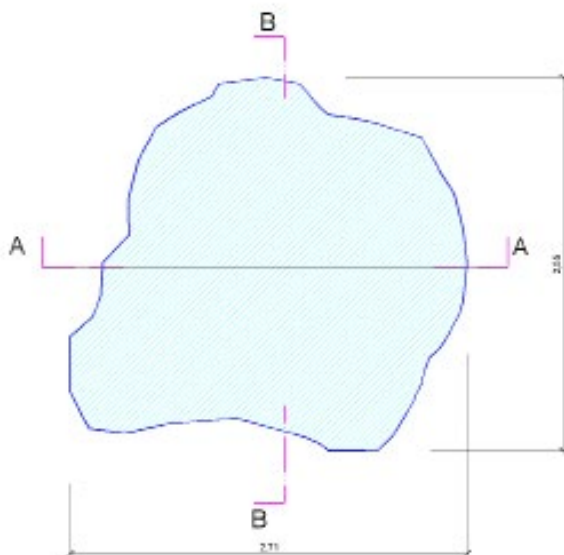
Caracterización Hidrológica del Campo de las Lagunas Tordillos

En el momento de la visita al campo de la Laguna Tordillo Alto esta no tiene superficie drenaje, lo que se aprecia en la figura n° 19. Se filtra y drena el agua subterráneamente para la Laguna Tordillo Bajo.



Figura n° 19: Drenaje de Laguna Tordillo Alto

LAGUNA TORDILLO ALTO



LAGUNA TORDILLO ALTO



LAGUNA TORDILLO ALTO - CORTE A-A



LAGUNA TORDILLO ALTO - CORTE B - B



5

Observaciones

- La información fue recogida en el curso de la cuenca hidrológica, independientemente del volumen o la cantidad y calidad del agua, corresponde a una particular medición r.
- La medición hidrológica será una referencia para el análisis que se hace en la segunda parte de este estudio.
- Todos los mapas se han elaborado sobre la base de informaciones obtenida en el campo, superpuesta a imágenes de satélite y mapas con curvas de nivel (topografía) cada 20 metros.



El presente documento quedó
protocolizado al final del registro
de escrituras públicas bajo
el N° 69, el día 04 DIC. 2013

Intendencia Campos de Chumoso



Terreno de don Pedro Salgado
con una superficie de 20.000
metros cuadrados.

Terreno de don Juan Salgado
de 40.000 metros cuadrados.

Don Pedro Salgado y don Juan Salgado
venden mediante escritura pública de compra y venta
superficie de 20.000 metros cuadrados.

Quilota, 12 de Diciembre de 1944.

do Anselmo Corvalán

Don Juan Salgado en representación de la Sociedad Anónima "S.A. de Minería y Exploración S.A." y don Juan Salgado en representación de la Sociedad de
Ingenieros Río Colorado Mining and Exploration S.A., ambos con sus más amplios facultades de derecho, vienen en calidad de testigos en todos sus actos y
transacciones de compra y venta de terrenos, efectuadas en 1944, ante don Excmo. Anselmo Corvalán, Abogado, Notario Público y Conservador de Bienes
Raíces de Quilota.

54057356

2006-7

Conservador de Bienes Raíces de Chile
en conformidad con la Ley N° 16.256, de 1967, en virtud de la
cual, que la presente copia, impresa de la escritura
conforme con el texto que se encuentra en el
libro del Registro de Bienes Raíces de Chile N° 16.256
Conservador de Bienes Raíces de Chile

30 SET 2010



CONSERVADOR REALIDAD
CONSERVACIÓN
NACIONAL

NOTARIA EDUARDO AVELLO C.
CERTIFICO QUE LA PRESENTE FOTOCOPIA
SE ENCUENTRA CONFORME CON EL
DOCUMENTO QUE SE HA LEÍDO A LA
VISTA Y QUE SEDEVOLVO AL INTERESADO

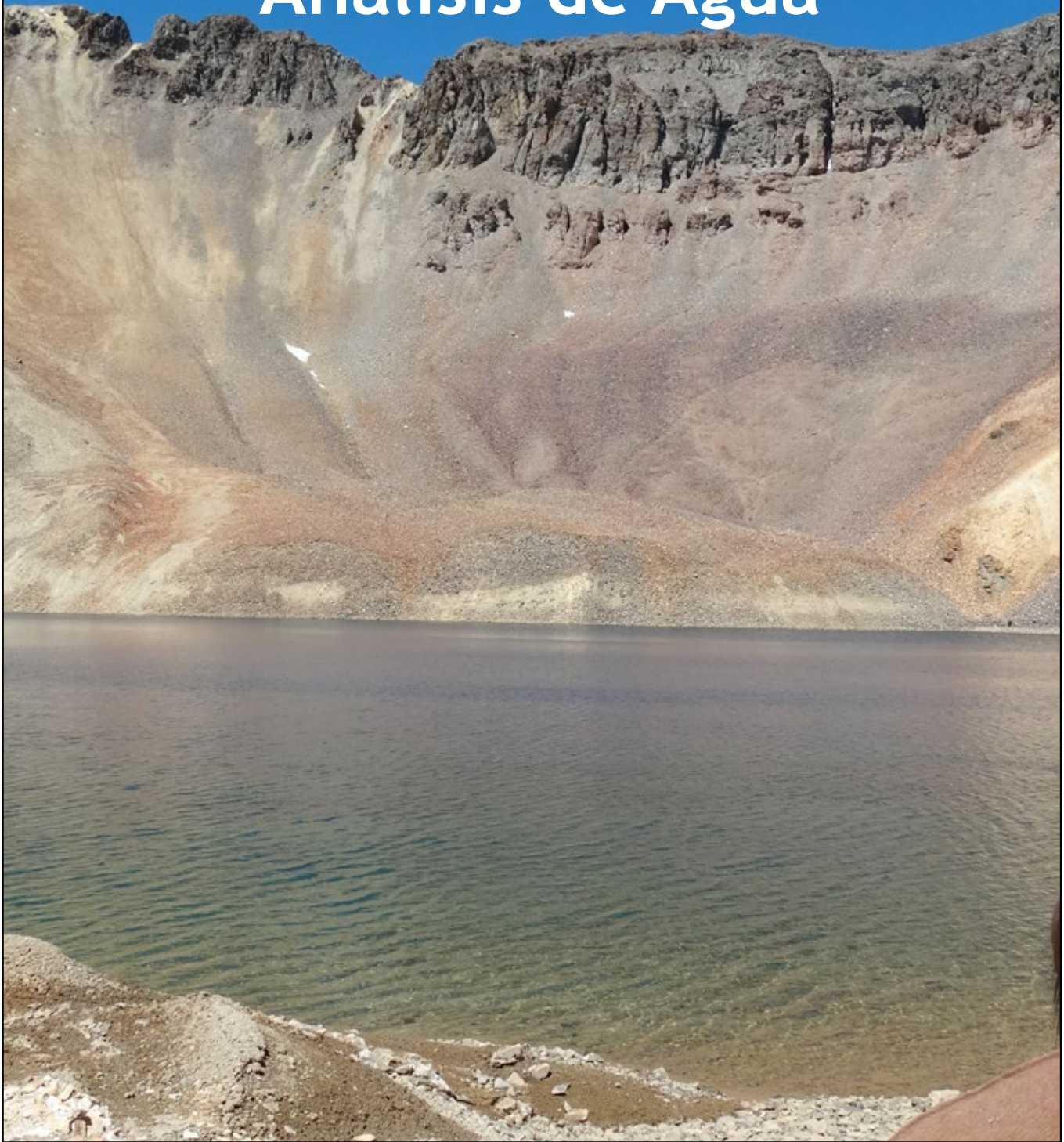
TRABAJO

1-2 OCT 2013





Certificado Análisis de Agua



13.1 Documentos



INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia:	A-14/04987	Registrada en:	AGQ Chile	Ciente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0021-CH (NCh 1333)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Ciente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Ciente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	04/03/2014		
		Lote:			
Descripción:	TA1			PNT Muestreo	

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Fernando Olate
Resp. Lab. Inorgánico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 15:00

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04987	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA1	Fecha Fin:	04/03/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
Aluminio Total	0,10	mg/l	
Arsénico Total	< 0,005	mg/l	
Bario Total	< 0,002	mg/l	
* Berilio Total	< 0,002	mg/l	
Boro Total	0,059	mg/l	
Cadmio Total	< 0,002	mg/l	
* Cianuros	< 0,04	mg/l	
Cloruros	< 2,70	mg/l	
Cobalto Total	< 0,001	mg/l	
Cobre Total	< 0,01	mg/l	
Conductividad Eléctrica	186	µS/cm a 25°C	
Cromo Total	< 0,009	mg/l	
Fluoruros	< 0,08	mg/l	
Hierro Total	0,06	mg/l	
Litio Total	< 0,001	mg/l	
Manganeso Total	0,018	mg/l	
Mercurio Total	< 0,0010	mg/l	
Molibdeno Total	< 0,009	mg/l	
Níquel Total	< 0,009	mg/l	
Plata Total	< 0,05	mg/l	
Plomo Total	< 0,05	mg/l	
Selenio Total	< 0,0040	mg/l	
* Sodio Porcentual	< 0,0010	%	
* Sólidos Disueltos	108	mg/l	
Sulfatos	63,6	mg/l	
Vanadio Total	< 0,05	mg/l	
Zinc Total	< 0,008	mg/l	
Propiedades Químicas			
* pH	6,03		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04987	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA1	Fecha Fin:	04/03/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Aluminio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,007 - 1000 mg/l
Arsénico Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,005 - 1000 mg/l
Bario Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Berilio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Boro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Cadmio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Cianuros	SM 4500 CN E	Electrometría	0,04 - 1000 mg/l
Cloruros	SM 4500 Cl-B	Volumetría	2,7 - 10000 mg/l
Cobalto Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Cobre Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,01 - 1000 mg/l
Conductividad Eléctrica	SM 2510 B Ed.21	Electrometría	0,07 - 30 µS/cm a 25°C
Cromo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Fluoruros	SM 4500F C	Electrometría	0,08 - 10000 mg/l
Hierro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Litio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Manganeso Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Mercurio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Molibdeno Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Níquel Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Plata Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Plomo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 100000 mg/l
Selenio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,004 - 1000 mg/l
* Sodio Porcentual	SM 3120 B	Calculado	0,001 - 80 %
* Sólidos Disueltos	SM 2540 C Ed.21	Gravimetría	7,56 - 10000 mg/l
Sulfatos	SM 4500SO4 B Ed.21	Espect ICP-OES	5,32 - 1000 mg/l
Vanadio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Zinc Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 10000 mg/l
Propiedades Químicas			
* pH	PEC-001	Electrometría	1 - 12

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre paréntesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.		www.agq.com.es	
Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)	T +56 2 7544000	F +56 2 2484766	agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04988	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0099-CH (Col.Fec. Std. Met.)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	23/02/2014	PNT Muestreo	
Descripción:	TA1	Lote:			

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Claudia Catalán Catalán
Resp. Lab. Microbiológico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 15:00

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04988	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA1	Fecha Fin:	23/02/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
-----------	-----------	----------	-----

Coliformes Fecales por NMP	< 2	NMP/100 ml	
----------------------------	-----	------------	--

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04988	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E Ed. 21	Detec y Confirm	2 - 1000000 NMP/100 ml

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04988	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
-----------	-----	---------	-----------

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.			www.agq.com.es
Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)	T +56 2 7544000	F +56 2 2484766	agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04989	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0021-CH (NCh 1333)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Punto de Muestreo:		Fecha Fin:	04/03/2014		
Muestreado por:	Cliente	Lote:			
Descripción:	TA2				PNT Muestreo

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Fernando Olate
Resp. Lab. Inorgánico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 16:00

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04989	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA2	Fecha Fin:	04/03/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
Aluminio Total	0,10	mg/l	
Arsénico Total	< 0,005	mg/l	
Bario Total	0,003	mg/l	
* Berilio Total	< 0,002	mg/l	
Boro Total	0,094	mg/l	
Cadmio Total	< 0,002	mg/l	
* Cianuros	< 0,04	mg/l	
Cloruros	< 2,70	mg/l	
Cobalto Total	< 0,001	mg/l	
Cobre Total	< 0,01	mg/l	
Conductividad Eléctrica	323	µS/cm a 25°C	
Cromo Total	< 0,009	mg/l	
Fluoruros	0,08	mg/l	
Hierro Total	0,02	mg/l	
Litio Total	< 0,001	mg/l	
Manganeso Total	< 0,008	mg/l	
Mercurio Total	< 0,0010	mg/l	
Molibdeno Total	< 0,009	mg/l	
Níquel Total	< 0,009	mg/l	
Plata Total	< 0,05	mg/l	
Plomo Total	< 0,05	mg/l	
Selenio Total	< 0,0040	mg/l	
* Sodio Porcentual	< 0,0010	%	
* Sólidos Disueltos	152	mg/l	
Sulfatos	73,9	mg/l	
Vanadio Total	< 0,05	mg/l	
Zinc Total	< 0,008	mg/l	
Propiedades Químicas			
* pH	6,98		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/- 2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia: A-14/04989

Tipo Muestra: AGUA SUPERFICIAL

Descripción: TA2

Fecha Fin: 04/03/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Aluminio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,007 - 1000 mg/l
Arsénico Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,005 - 1000 mg/l
Bario Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Berilio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Boro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Cadmio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Cianuros	SM 4500 CN E	Electrometría	0,04 - 1000 mg/l
Cloruros	SM 4500 Cl-B	Volumetría	2,7 - 10000 mg/l
Cobalto Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Cobre Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,01 - 1000 mg/l
Conductividad Eléctrica	SM 2510 B Ed.21	Electrometría	0,07 - 30 µS/cm a 25°C
Cromo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Fluoruros	SM 4500F C	Electrometría	0,08 - 10000 mg/l
Hierro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Litio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Manganeso Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Mercurio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Molibdeno Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Níquel Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Plata Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Plomo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 100000 mg/l
Selenio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,004 - 1000 mg/l
* Sodio Porcentual	SM 3120 B	Calculado	0,001 - 80 %
* Sólidos Disueltos	SM 2540 C Ed.21	Gravimetría	7,56 - 10000 mg/l
Sulfatos	SM 4500SO4 B Ed.21	Espect ICP-OES	5,32 - 1000 mg/l
Vanadio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Zinc Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 10000 mg/l
Propiedades Químicas			
* pH	PEC-001	Electrometría	1 - 12

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04990	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0099-CH (Col.Fec. Std. Met.)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	23/02/2014		
		Lote:			
Descripción:	TA2			PNT Muestreo	

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un período determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Claudia Catalán Catalán
Resp. Lab. Microbiológico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 16:00

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04990	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA2	Fecha Fin:	23/02/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
-----------	-----------	----------	-----

Coliformes Fecales por NMP	< 2	NMP/100 ml	
----------------------------	-----	------------	--

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04990	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA2	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E Ed. 21	Detec y Confirm	2 - 1000000 NMP/100 ml

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como \pm 2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04990	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TA2	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
-----------	-----	---------	-----------

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia:	A-14/04991	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0021-CH (NCh 1333)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	04/03/2014	PNT Muestreo	
Descripción:	TB1	Lote:			

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un período determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este período, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Fernando Olate
Resp. Lab. Inorgánico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 16:30

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia: A-14/04991

Tipo Muestra: AGUA SUPERFICIAL

Descripción: TB1

Fecha Fin: 04/03/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
Aluminio Total	0,07	mg/l	
Arsénico Total	< 0,005	mg/l	
Bario Total	0,005	mg/l	
* Berilio Total	< 0,002	mg/l	
Boro Total	0,150	mg/l	
Cadmio Total	< 0,002	mg/l	
* Cianuros	< 0,04	mg/l	
Cloruros	2,96	mg/l	
Cobalto Total	< 0,001	mg/l	
Cobre Total	< 0,01	mg/l	
Conductividad Eléctrica	396	µS/cm a 25°C	
Cromo Total	< 0,009	mg/l	
Fluoruros	0,12	mg/l	
Hierro Total	0,07	mg/l	
Litio Total	0,002	mg/l	
Manganeso Total	< 0,008	mg/l	
Mercurio Total	< 0,0010	mg/l	
Molibdeno Total	< 0,009	mg/l	
Níquel Total	< 0,009	mg/l	
Plata Total	< 0,05	mg/l	
Plomo Total	< 0,05	mg/l	
Selenio Total	< 0,0040	mg/l	
* Sodio Porcentual	< 0,0010	%	
* Sólidos Disueltos	330	mg/l	
Sulfatos	138	mg/l	
Vanadio Total	< 0,05	mg/l	
Zinc Total	< 0,008	mg/l	
Propiedades Químicas			
* pH	8,68		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre paréntesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.

www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04991	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TB1	Fecha Fin:	04/03/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Aluminio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,007 - 1000 mg/l
Arsénico Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,005 - 1000 mg/l
Bario Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Berilio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Boro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Cadmio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Cianuros	SM 4500 CN E	Electrometría	0,04 - 1000 mg/l
Cloruros	SM 4500 Cl-B	Volumetría	2,7 - 10000 mg/l
Cobalto Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Cobre Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,01 - 1000 mg/l
Conductividad Eléctrica	SM 2510 B Ed.21	Electrometría	0,07 - 30 µS/cm a 25°C
Cromo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Fluoruros	SM 4500F C	Electrometría	0,08 - 10000 mg/l
Hierro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Litio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Manganeso Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Mercurio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Molibdeno Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Níquel Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Plata Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Plomo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 100000 mg/l
Selenio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,004 - 1000 mg/l
* Sodio Porcentual	SM 3120 B	Calculado	0,001 - 80 %
* Sólidos Disueltos	SM 2540 C Ed.21	Gravimetría	7,56 - 10000 mg/l
Sulfatos	SM 4500SO4 B Ed.21	Espect ICP-OES	5,32 - 1000 mg/l
Vanadio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Zinc Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 10000 mg/l
Propiedades Químicas			
* pH	PEC-001	Electrometría	1 - 12

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +(-)2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.		www.agq.com.es	
Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)	T +56 2 7544000	F +56 2 2484766	agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia:	A-14/04992	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0099-CH (Col.Fec. Std. Met.)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	23/02/2014	PNT Muestreo	
Descripción:	TB1	Lote:			

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Claudia Catalán Catalán
Resp. Lab. Microbiológico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 16:30

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04992	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TB1	Fecha Fin:	23/02/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
-----------	-----------	----------	-----

Coliformes Fecales por NMP	8	NMP/100 ml	
----------------------------	---	------------	--

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04992	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TB1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E Ed. 21	Detec y Confirm	2 - 1000000 NMP/100 ml

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04992	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	TB1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
-----------	-----	---------	-----------

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agg.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agg@agg.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04993	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0021-CH (NCh 1333)	Centro Análisis:	AGQ Chile		
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Cod Cliente:	107352
		Fecha Inicio:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Fin:	04/03/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Lote:		PNT Muestreo	
Descripción:	AFB				

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Fernando Olate
Resp. Lab. Inorgánico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 17:00

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04993	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	AFB	Fecha Fin:	04/03/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
Aluminio Total	165	mg/l	
Arsénico Total	0,102	mg/l	
Bario Total	< 0,002	mg/l	
* Berilio Total	< 0,002	mg/l	
Boro Total	0,334	mg/l	
Cadmio Total	0,080	mg/l	
* Cianuros	< 0,04	mg/l	
Cloruros	23,3	mg/l	
Cobalto Total	0,342	mg/l	
Cobre Total	2,17	mg/l	
Conductividad Eléctrica	1991	µS/cm a 25°C	
Cromo Total	0,019	mg/l	
Fluoruros	< 0,08	mg/l	
Hierro Total	163	mg/l	
Litio Total	0,202	mg/l	
Manganeso Total	3,554	mg/l	
Mercurio Total	< 0,0010	mg/l	
Molibdeno Total	< 0,009	mg/l	
Níquel Total	0,294	mg/l	
Plata Total	< 0,05	mg/l	
Plomo Total	< 0,05	mg/l	
Selenio Total	< 0,0040	mg/l	
* Sodio Porcentual	2,3734	%	
* Sólidos Disueltos	2382	mg/l	
Sulfatos	1323	mg/l	
Vanadio Total	0,08	mg/l	
Zinc Total	4,725	mg/l	
Propiedades Químicas			
* pH	2,77		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04993	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	AFB	Fecha Fin:	04/03/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Aluminio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,007 - 1000 mg/l
Arsénico Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,005 - 1000 mg/l
Bario Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Berilio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Boro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Cadmio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Cianuros	SM 4500 CN E	Electrometría	0,04 - 1000 mg/l
Cloruros	SM 4500 Cl-B	Volumetría	2,7 - 10000 mg/l
Cobalto Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Cobre Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,01 - 1000 mg/l
Conductividad Eléctrica	SM 2510 B Ed.21	Electrometría	0,07 - 30 µS/cm a 25°C
Cromo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Fluoruros	SM 4500F C	Electrometría	0,08 - 10000 mg/l
Hierro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Litio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Manganeso Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Mercurio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Molibdeno Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Níquel Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Plata Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Plomo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 100000 mg/l
Selenio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,004 - 1000 mg/l
* Sodio Porcentual	SM 3120 B	Calculado	0,001 - 80 %
* Sólidos Disueltos	SM 2540 C Ed.21	Gravimetría	7,56 - 10000 mg/l
Sulfatos	SM 4500SO4 B Ed.21	Espect ICP-OES	5,32 - 1000 mg/l
Vanadio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Zinc Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 10000 mg/l
Propiedades Químicas			
* pH	PEC-001	Electrometría	1 - 12

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.		www.agq.com.es	
Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)	T +56 2 7544000	F +56 2 2484766	agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04994	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0099-CH (Col.Fec. Std. Met.)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Ciente	Fecha Fin:	23/02/2014	PNT Muestreo	
Descripción:	AFB	Lote:			

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Claudia Catalán Catalán
Resp. Lab. Microbiológico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 17:00

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04994	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	AFB	Fecha Fin:	23/02/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
-----------	-----------	----------	-----

Coliformes Fecales por NMP	< 2	NMP/100 ml	
----------------------------	-----	------------	--

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04994	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	AFB	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E Ed. 21	Detec y Confirm	2 - 1000000 NMP/100 ml

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +A-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04994	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	AFB	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
-----------	-----	---------	-----------

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.			www.agq.com.es
Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)	T +56 2 7544000	F +56 2 2484766	agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia:	A-14/04996	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0099-CH (Col.Fec. Std. Met.)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	23/02/2014	PNT Muestreo	
Descripción:	RB1	Lote:			

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Claudia Catalán Catalán
Resp. Lab. Microbiológico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 17:30

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04996	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RB1	Fecha Fin:	23/02/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
-----------	-----------	----------	-----

Coliformes Fecales por NMP	23	NMP/100 ml	
----------------------------	----	------------	--

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04996	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RB1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E Ed. 21	Detec y Confirm	2 - 1000000 NMP/100 ml

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04996	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RB1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
-----------	-----	---------	-----------

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 1-2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.		www.agq.com.es	
Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)	T +56 2 7544000	F +56 2 2484766	agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO					
Nº de Referencia:	A-14/04997	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
Análisis:	A-0021-CH (NCh 1333)	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014	Cod Cliente:	107352
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014	Contrato:	CL14-0074-AMB
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014	Cliente tercero:	
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	04/03/2014		
Descripción:	RC1	Lote:		PNT Muestreo	

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Fernando Olate
Resp. Lab. Inorgánico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 18:00

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO			
Nº de Referencia:	A-14/04997	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RC1	Fecha Fin:	04/03/2014
RESULTADOS ANALITICOS			
Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
Aluminio Total	2,39	mg/l	
Arsénico Total	0,012	mg/l	
Bario Total	0,174	mg/l	
* Berilio Total	< 0,002	mg/l	
Boro Total	0,264	mg/l	
Cadmio Total	0,004	mg/l	
* Cianuros	< 0,04	mg/l	
Cloruros	15,9	mg/l	
Cobalto Total	< 0,001	mg/l	
Cobre Total	0,27	mg/l	
Conductividad Eléctrica	736	µS/cm a 25°C	
Cromo Total	< 0,009	mg/l	
Fluoruros	0,19	mg/l	
Hierro Total	12,4	mg/l	
Litio Total	0,019	mg/l	
Manganeso Total	1,388	mg/l	
Mercurio Total	< 0,0010	mg/l	
Molibdeno Total	< 0,009	mg/l	
Níquel Total	< 0,009	mg/l	
Plata Total	< 0,05	mg/l	
Plomo Total	< 0,05	mg/l	
Selenio Total	< 0,0040	mg/l	
* Sodio Porcentual	13,5	%	
* Sólidos Disueltos	548	mg/l	
Sulfatos	239	mg/l	
Vanadio Total	< 0,05	mg/l	
Zinc Total	0,307	mg/l	
Propiedades Químicas			
* pH	7,09		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

INFORME DE ENSAYO			
Nº de Referencia:	A-14/04997	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RC1	Fecha Fin:	04/03/2014

ANEXO TECNICO			
Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Aluminio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,007 - 1000 mg/l
Arsénico Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,005 - 1000 mg/l
Bario Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Berilio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Boro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
Cadmio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,002 - 1000 mg/l
* Cianuros	SM 4500 CN E	Electrometría	0,04 - 1000 mg/l
Cloruros	SM 4500 Cl-B	Volumetría	2,7 - 10000 mg/l
Cobalto Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Cobre Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,01 - 1000 mg/l
Conductividad Eléctrica	SM 2510 B Ed.21	Electrometría	0,07 - 30 µS/cm a 25°C
Cromo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Fluoruros	SM 4500F C	Electrometría	0,08 - 10000 mg/l
Hierro Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Litio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Manganeso Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 1000 mg/l
Mercurio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,001 - 1000 mg/l
Molibdeno Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Níquel Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,009 - 1000 mg/l
Plata Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Plomo Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 100000 mg/l
Selenio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,004 - 1000 mg/l
* Sodio Porcentual	SM 3120 B	Calculado	0,001 - 80 %
* Sólidos Disueltos	SM 2540 C Ed.21	Gravimetría	7,56 - 10000 mg/l
Sulfatos	SM 4500SO4 B Ed.21	Espect ICP-OES	5,32 - 1000 mg/l
Vanadio Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,05 - 1000 mg/l
Zinc Total	SM 3120 B Ed.21	Espect ICP-OES	0,008 - 10000 mg/l
Propiedades Químicas			
* pH	PEC-001	Electrometría	1 - 12

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.		www.agq.com.es	
Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)	T +56 2 7544000	F +56 2 2484766	agq@agq.cl

INFORME DE ENSAYO			
Nº de Referencia:	A-14/04998	Registrada en:	AGQ Chile
Análisis:	A-0099-CH (Col.Fec. Std. Met.)	Centro Análisis:	AGQ Chile
Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Toma Muestra:	19/02/2014
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	20/02/2014
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	20/02/2014
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	23/02/2014
Descripción:	RC1	Lote:	
		Cliente:	SOC. INVERS. RIO COLORADO MINING AND EXPLORATION S.A.
		Domicilio:	CARLOS WILSON 1342 PROVIDENCIA
		Cod Cliente:	107352
		Contrato:	CL14-0074-AMB
		Cliente tercero:	
		PNT Muestreo	

A continuación se expone el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



Claudia Catalán Catalán
Resp. Lab. Microbiológico

Fecha Emisión 25/3/14

Observaciones:

HORA: 18:00

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04998	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RC1	Fecha Fin:	23/02/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	CMA
-----------	-----------	----------	-----

Coliformes Fecales por NMP	13	NMP/100 ml	
----------------------------	----	------------	--

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04998	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RC1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E Ed. 21	Detec y Confirm	2 - 1000000 NMP/100 ml

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

AGRIQUEM AMERICA, S.A.
www.agq.com.es

Industriales 697 Huechuraba Santiago (CHILE)

T +56 2 7544000

F +56 2 2484766

agq@agq.cl

Modificación: 1

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-14/04998	Tipo Muestra:	AGUA SUPERFICIAL
Descripción:	RC1	Fecha Fin:	23/02/2014

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rango (1)
-----------	-----	---------	-----------

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como $\pm 2s$) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre parentesis no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/A: No Aplica.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

PARTE 2

RIO COLORADO

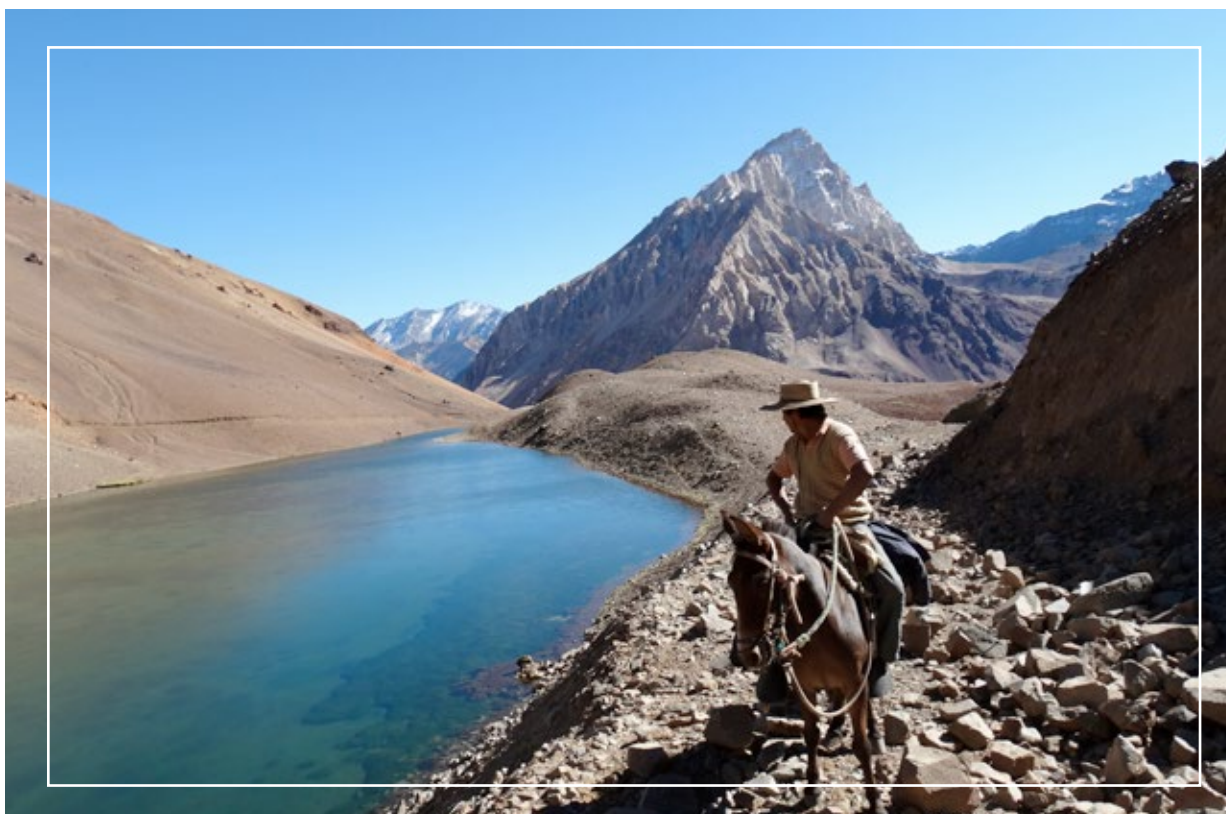
Proyecto de Agua

Análisis Hidrológico



Contenido

1. - Introducción	69
2. - Objetivos	70
3. - Historia	71
3.1. - Cuenca Tordillo.....	71
3.2. - Rio Juncal en Cuenca Juncal.....	73
3.3. - Flujos.....	76
3.4. - Lluvias.....	77
4.- Análisis Hidrológico	79
4.1. - Metodología.....	79
4.2. - Flujo de Llenado en “Rio Juncal en Juncal”.....	80
4.3. - Transposición de flujos.....	83
4.4. - Estadística generada en Cuenca Tordillo	84
5.- Consideraciones	85
6.- Recursos Naturales Certificación	86



1

Introducción

El presente informe se presentan los resultados del análisis de la cuenca hidrológica Tordillo, donde están las lagunas Tordillo Alto y Bajo.

Por esto, se procedió a utilizar un método indirecto para determinar su hidrología, particularmente una transposición de flujos o correlación con las cuencas cercanas. La cuenca elegida, es similar a las características de la cuenca estudiada, tiene un punto de salida, controlada por la Dirección General de Aguas (DGA), que presenta la medición de flujo por la estación de medición “Río Juncal en Juncal”.

El presente informe tiene como objetivo cuantificar los recursos hídricos disponibles en promedio en un año, con el fin de evaluar los embalses y el poder potencial de plantas de generación, además de la tubería que transportará agua para las áreas definidas. El objetivo final es para desarrollar los capítulos 3 y 4 del presente estudio, “Proyecto de Aguas de Río Colorado”.

Para evaluar los recursos hídricos de la cuenca del Tordillo una serie de flujo histórico fue hecho desde 1970 hasta 2013, de acuerdo con la metodología anterior. Los resultados estiman una tasa de flujo de 1.430 litros por segundo (45 millones metros cúbicos por año), que representa el valor medio del período 1970-2013 de la cuenca de drenaje. La estructura de flujo corresponde a una nevada tipo de la cuenca, con las cantidades más abundantes en la temporada de fusión, de Septiembre a Marzo.



2

Objetivos

- Realizar un análisis hidrológico de la cuenca del Tordillo (DGA la información disponible, los estudios anteriores, las imágenes de satélite, etc.). Esto con el fin de cuantificar los recursos hídricos disponibles en la cuenca.
- Generar una serie de tiempo de caudales medios, mensuales para la Cuenca Tordillo, cuyo punto de partida es el drenaje de la Laguna Tordillo Bajo. Esto ayudará a evaluar el potencial de embalses, centrales eléctricas y la presión de tuberías determinada.
- Caracterizar la estructura hidrológica de la serie, lo que permite para cada mes los tres principales momentos estadísticos: media, desviación estándar y el coeficiente de asimetría. También evaluar la estructura de dependencia de la serie, teniendo en cuenta que el estudio de la cuenca presenta un “snowy runoff” (algoritmo de fusión).



3 Background

3.1 Cuenca Tordillo

El estudio del cauce es la cuenca del Tordillo, en cuyos campos hay dos lagunas: Tordillo Bajo y Tordillo Alto. Estas lagunas se delinearon en el Informe n° 1 (Excursión). El punto de salida de la cuenca corresponde al drenaje de Tordillo Bajo, punto de diferencia con el que esta cuenca está delimitada presentando una superficie total de 637 hectáreas, lo que representa algo más del 1% de la propiedad de la empresa Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration S.A.

Basin	Area [Km2]	UTM East [m]	UTM North [m]	Elevation [m.a.s.l]
Tordillo	6,37	386651	6395644	3548

Cuadro n° 1: Coordenadas y Elevación Punto de Drenaje de la Cuenca Tordillo

A continuación se muestra una tabla con las características del centro de gravedad de la cuenca, correspondiente al centro de simetría. Considérese como una figura geométrica plana en la muestra. La importancia de este punto es que la precipitación media en la cuenca corresponde a la isohieta (curvas de igual precipitación), que pasa por el centro de gravedad de la cuenca. Este último se puede ver en más detalle en el capítulo 3.4.

Table n°2: Coordenadas y Elevación Centroide Cuenca Tordillo

Basin	UTM East [m]	UTM North [m]	Elevation [m.a.s.l]
Tordillo	385393	6394071	3840

La figura que se muestra a continuación es para la delimitación de la cuenca Tordillo, que corresponde a toda la zona que es el punto de drenaje para la laguna Tordillo Bajo, salida baja. La cuenca se muestra en amarillo, la laguna en azul, todo esto en una imagen de satélite de la zona de estudio.

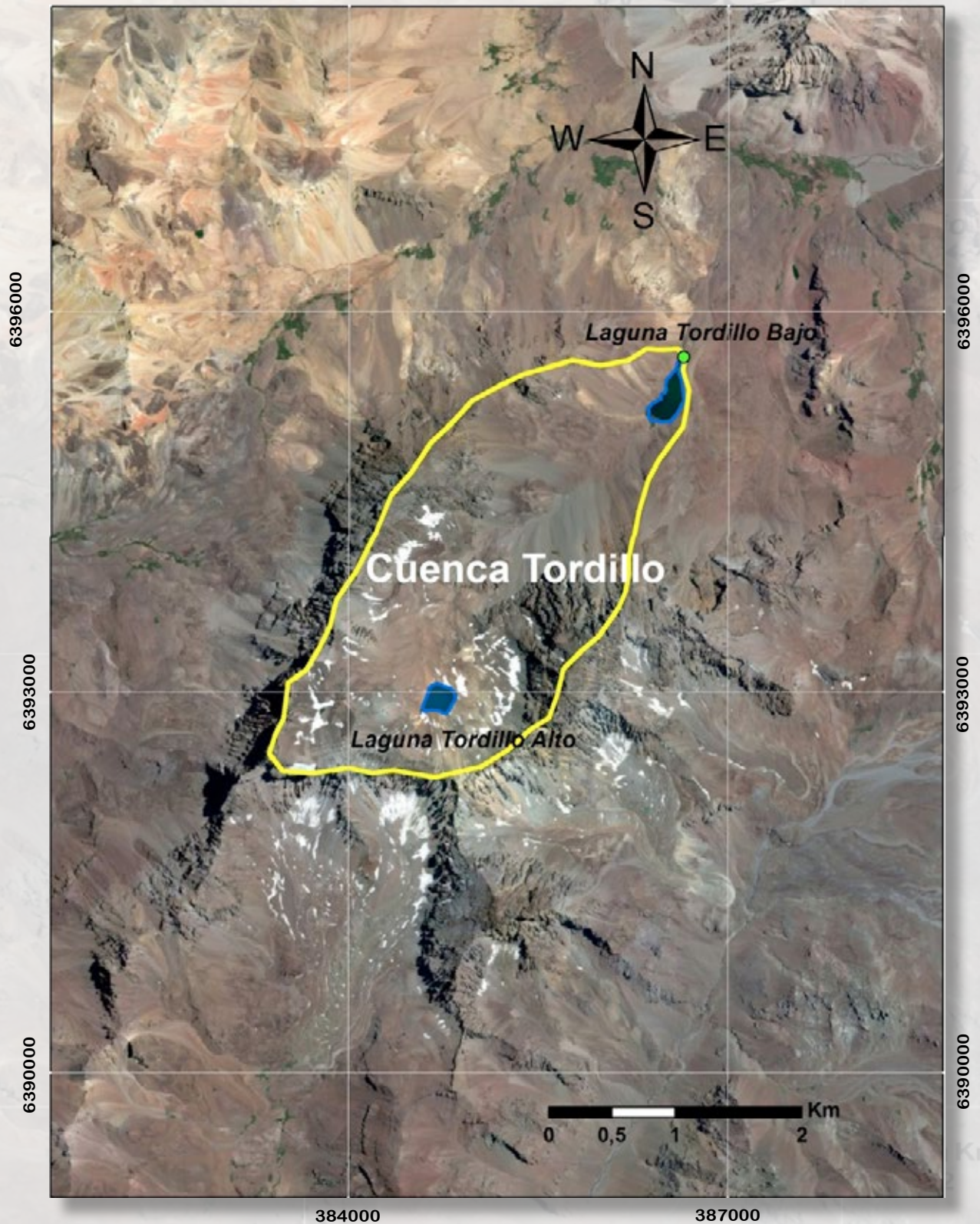
384000

387000

3.1 Cuenca Tordillo

384000

387000

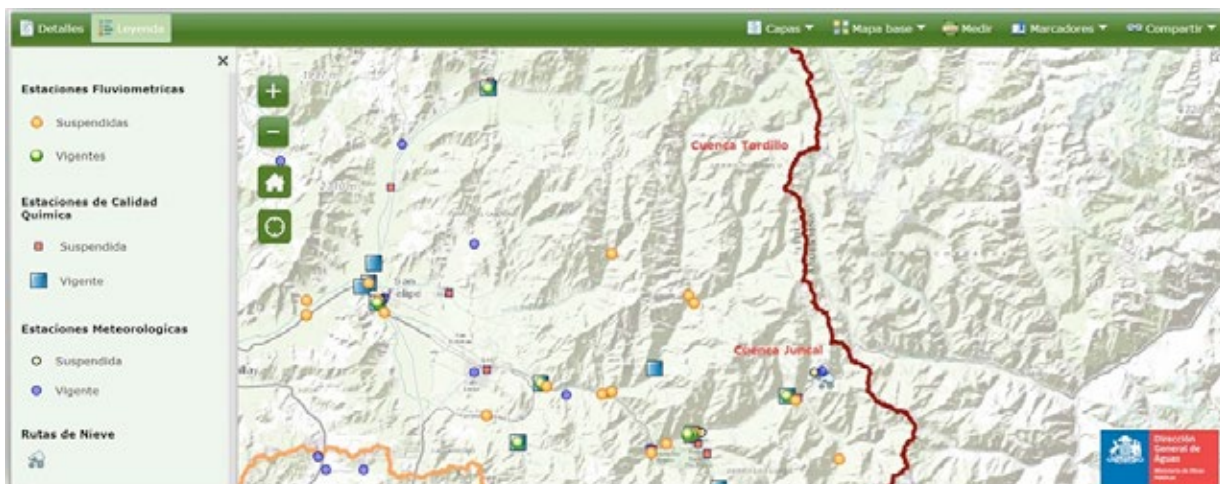


384000

387000

3.2 Río Juncal en Cuenca Juncal

Dentro de la cuenca Tordillo no hay estaciones de medición de flujo y tampoco estación meteorológica (para medición de precipitaciones, temperatura, radiación, velocidad del viento, etc.), u otra manera. Sin embargo, la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) cuenta con una red de monitoreo con estaciones de medición en todo el país. Se muestra a continuación esta red en el área de interés.



Cuadro n°2: Imagen pagina web DGA, estaciones de medición (Red Hidrométrica)

Es por la razón anterior, y como se explica más adelante en la metodología (Sección 4.1), que esto se ha optado para tomar como punto de referencia la cuenca cuya salida corresponde a la estación de medición de flujo “Río Juncal en Juncal”. Se puede observar a continuación las principales características de esta cuenca.

Cuadro n°3: Coordenadas y Elevación Punto de Drenaje Rio Juncal en Juncal

Basin	Area [Km2]	UTM East [m]	UTM North [m]	Elevation [m.a.s.l]
Río Juncal en Juncal	243	390765	6363352	2120

Cuadro n°4: Coordenadas y Elevación Centro de Gravedad Rio Juncal en Juncal

Basin	UTM East [m]	UTM North [m]	Elevation [m.a.s.l]
Río Juncal en Juncal	398807	6354830	3121

3.2 Río Juncal en Cuenca Juncal

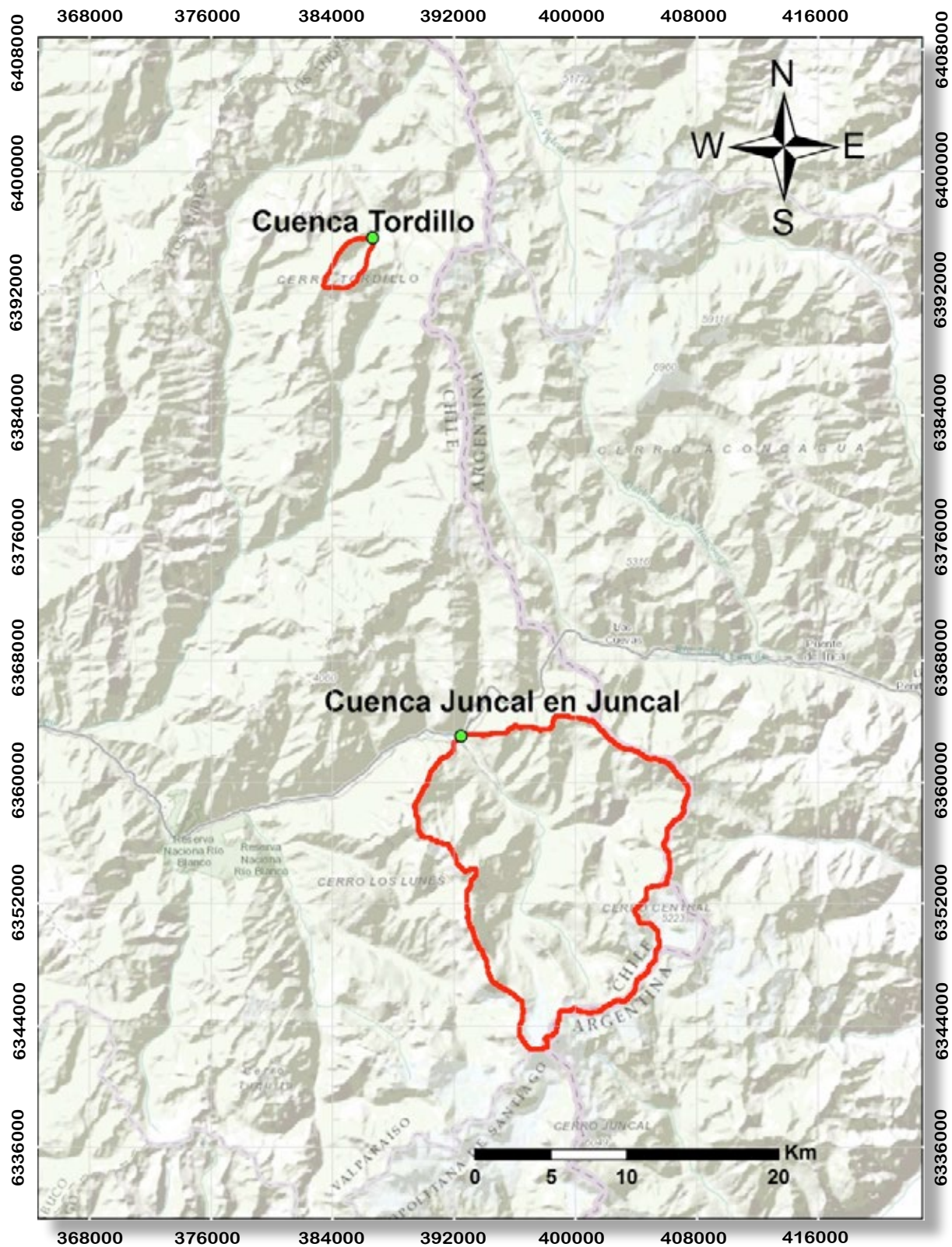


Figura n° 3: Mapa Cuenca Tordillo y Río Juncal en Cuenca Juncal (Datum: WGS84)

3.2 Río Juncal en Cuenca Juncal

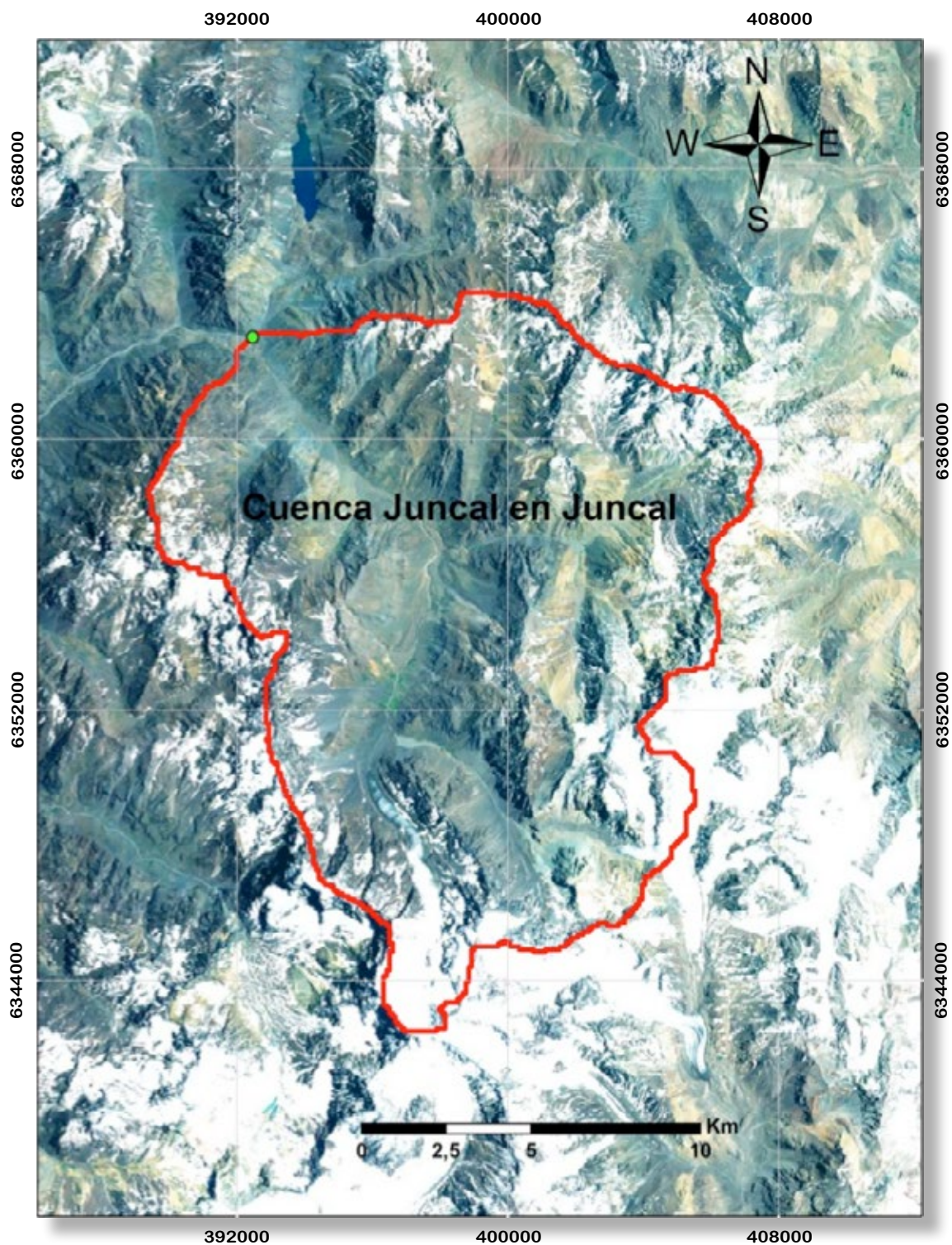


Figura n° 4: Imagen Satelital Río Juncal en Cuenca Juncal (Datum WGS84)

3.3 Flujos

El caudal promedio mensual en la estación de medición de la Dirección General de Aguas, “Río Juncal en Juncal”, desde 1970 hasta 2013 se muestra en el siguiente cuadro. Los espacios verdes corresponden a los datos que faltan. Además, la media, la desviación standard y el coeficiente de asimetría de cada mes son mostradas.

Cuadro n° 5: Flujos Mensuales en m3/s años 1970-2013 en Río Juncal en flujo

Año Hidrológico		Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1970	1971	4,11	2,17	1,74		1,87	1,77	2,96	5,75	7,66	6,56	6,75	4,58
1971	1972	2,39	1,50	1,47	1,54	1,48	2,82	4,00	9,36	9,59	10,59	8,41	4,57
1972	1973	3,21	2,28	2,01	1,92	1,78	2,11	3,95	6,80	20,21	25,03	18,79	13,35
1973	1974	7,20	4,14	2,84	2,01	1,58		3,37	8,39	11,85	14,96	11,47	7,81
1974	1975	5,32	2,99	1,92	1,59	2,18	2,20	5,41	9,03	11,22	16,43	11,80	8,55
1975	1976	4,05	2,48	1,99	1,82	1,66	2,55	3,33	4,46	9,65	10,72	7,79	5,85
1976	1977	4,04	3,00				2,44	2,34	6,78	9,77	12,17	8,88	7,31
1977	1978	4,16	2,64	2,30	2,09	1,94	2,49	6,51	12,73	22,43	19,84	14,80	8,77
1978	1979	5,65	3,86	2,83	2,60			5,41	10,67	23,96	30,03	15,78	8,37
1979	1980	4,60	2,86	2,29	2,03	1,96	1,93	3,53	4,59	8,85	16,13	10,52	9,07
1980	1981	4,99	3,20	2,54	2,16	2,38	3,89	3,98	7,27	21,81	17,23	15,30	8,04
1981	1982	4,27	2,62	2,12	1,95	2,83	3,29	4,58	7,62	9,28	10,51	7,69	5,69
1982	1983	4,24	3,00	2,68	2,57	2,57	2,95	4,24	8,94	20,35	25,61	20,49	9,39
1983	1984	6,07	4,71	4,10	3,82				8,93	16,16	14,43	10,25	6,01
1984	1985	3,81	2,46	2,10		1,81	1,88	4,10	6,44	11,31	12,31	11,99	10,37
1985	1986	6,00	4,04	3,43	2,85	2,55	2,32	3,10	9,31	12,83	12,19	8,36	8,07
1986	1987	4,55							9,33	13,66	19,68	14,11	12,01
1987	1988	6,10	3,34	2,90	2,64	2,37	2,36	3,94	11,25	16,47	19,66	14,95	11,82
1988	1989	7,57	3,94	2,73	2,17	1,87	2,17	3,74	7,18	8,91	9,66	9,64	6,44
1989	1990	3,91	2,21	1,88	1,70	1,51	2,00	4,57	9,33	10,60	9,64	6,97	4,83
1990	1991	2,74	1,85	1,55	1,41	1,56	1,60	2,86	10,87	8,25	7,22	6,12	5,59
1991	1992	2,92	2,11	1,75	1,65	1,58	1,94	4,20	8,23	10,46	9,15	12,39	9,53
1992	1993	4,97	3,29	2,53	2,36	2,29	2,69	4,95	8,54	10,20	10,90	10,91	9,56
1993	1994	5,64	5,13	2,75	2,38	2,46	2,97	4,62	7,51	8,09	10,53	7,23	5,76
1994	1995	2,65	2,23	1,99	1,84	1,79	2,31	3,34	8,35	11,69	10,05	7,80	5,73
1995	1996	4,01	2,73	2,04	1,70	1,57	2,24	3,28	8,26	9,10	7,00	6,79	6,01
1996	1997	3,19	2,44	1,64	1,45	1,57	1,80	2,34	3,62	4,47	6,19	5,36	3,98
1997	1998	2,78	1,76	1,34	1,35	1,59	2,14	3,10	6,53	12,19	17,66	12,66	7,90
1998	1999	6,01	3,73	2,75	2,11	1,74	1,68	4,18	6,02	7,86	7,63	7,64	4,95
1999	2000	2,64	2,51	1,81	1,60	1,79	2,27	4,35	10,13	9,64	10,04	6,77	4,95
2000	2001	3,54	2,18	1,80	1,57	1,67	2,07	6,31	8,55	14,99	14,95	13,29	9,11
2001	2002	5,51	3,20	2,52	2,12	1,95	2,13	5,77	8,71	15,56	13,41	10,45	6,48
2002	2003	3,65	2,66	2,25	2,09	2,21	2,30	4,27	9,20	15,14	21,07	16,79	11,61
2003	2004	7,03	4,28	3,08	2,69	2,65	3,14	4,61	7,85	10,44	11,08	10,58	7,08
2004	2005	3,98	2,54	2,06	1,83	1,82	2,31	2,64	3,72	6,02	9,47	8,75	5,30

3.3 Flujos

Año Hidrológico		Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
2005	2006	2,88	2,01	1,79	1,74	1,86	2,03	4,13	8,41	18,79	23,95	15,68	9,71
2006	2007	6,22	4,15	2,83	2,68	2,41	3,11	5,73	9,48	16,04	18,56	11,04	8,65
2007	2008	4,99	3,35	2,69	2,48	2,13	2,61	4,24	5,82				
2008	2009	3,68	2,64	2,10	1,90	1,71		6,36	9,42	11,44	10,30	8,73	7,31
2009	2010	5,75	3,05	2,11	1,86	1,92	2,30	3,25	5,57	10,31	11,87	9,88	9,23
2010	2011	6,14	4,17	3,35	2,90	2,69	2,78	3,64	4,76	6,37	7,27	6,53	5,25
2011	2012	3,30	2,33	1,89	1,74	1,65	2,07	3,19	6,01	8,57	8,25	7,41	6,21
2012	2013	3,71	2,71	2,30	2,31	2,27	2,96	3,22	6,47	8,97	9,48	7,26	4,65
Promedio		4,49	3,03	2,32	2,07	2,00	2,37	4,09	7,82	12,17	13,56	10,59	7,51
Desviación Estándar		1,35	0,94	0,57	0,50	0,39	0,49	1,06	2,05	4,69	5,77	3,68	2,32
Coeficiente de Asimetría		0,46	0,94	0,82	1,21	0,59	0,96	0,63	-0,11	0,94	1,03	0,84	0,58

3.4 Aguas Lluvia

El valor promedio de las precipitaciones se puede obtener del Balance Nacional de Agua, comúnmente utilizado y aceptado en Chile. Esta evaluación se llevó a cabo en 1987 por el departamento de investigación de la DGA. Lo que es importante en este caso, ya que se utiliza para flujos de transposición, no es el valor absoluto pero es el valor relativo entre las dos cuencas, “Tordillo” y “Río Juncal en Juncal “.

El valor de la precipitación media en una cuenca corresponde a la isohieta (o igual curva de precipitación) que pasa a través de la centroide. En la figura que se muestra en la siguiente página del equilibrio hidrológico de interés y la ubicación de los dos centroides es apreciada. El valor de la precipitación media para la cuenca del Tordillo corresponde a 900 mm / año y el valor para la cuenca del Río Juncal en Juncal es 1000 mm / año.



3.4 Pluviometría

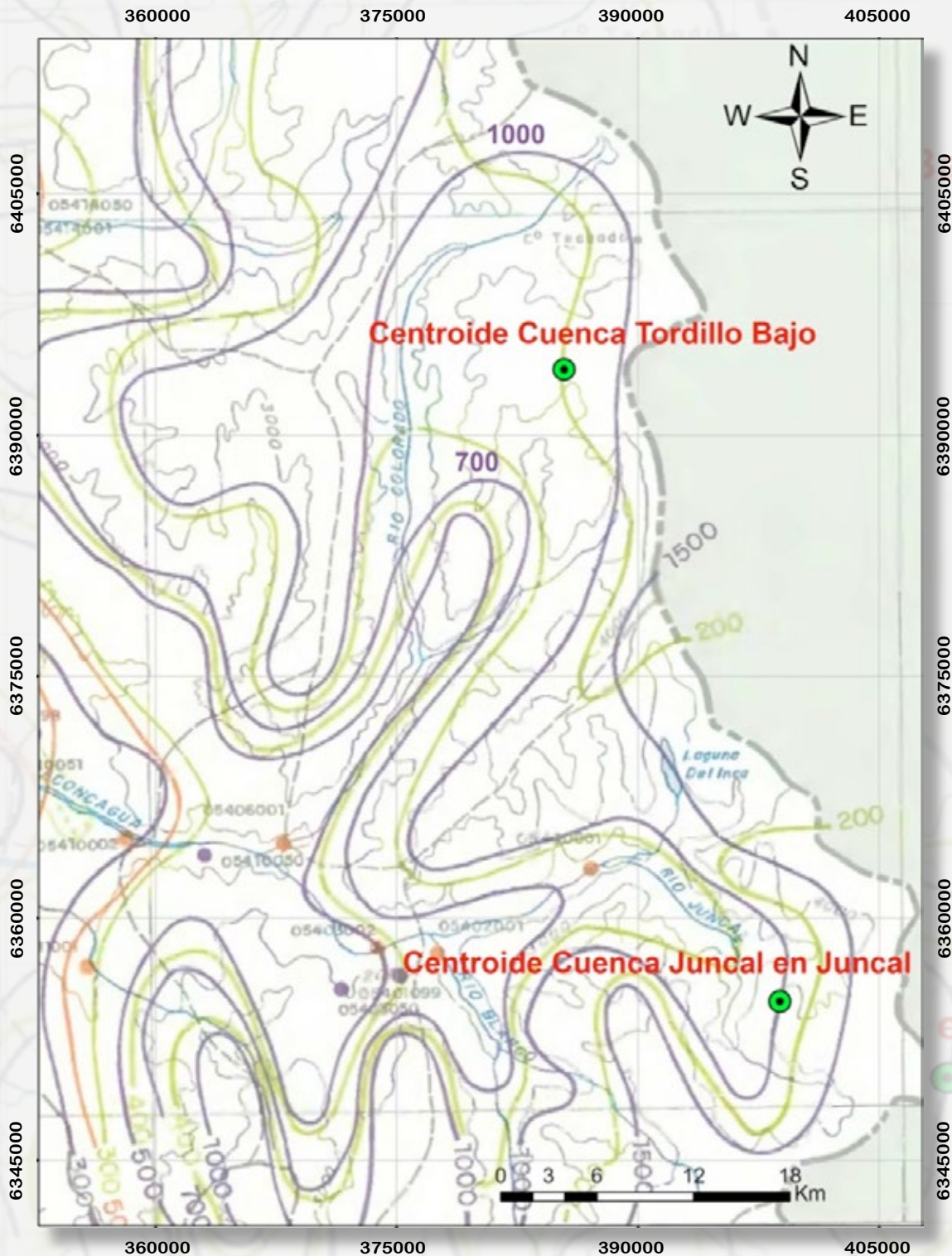


Figura 5: Mapa Isohyets y Centroide - Tordillo y Juncal en Cuenca Juncal (Datum:WGS84)

4

Análisis Hidrológico

4.1 Metodología

La cuantificación de los recursos hídricos disponibles en una cuenca siempre requiere datos empíricos, caudales medidos ya sea, lluvias y otros de las variables meteorológicas. Sin embargo, es posible estimar el disponible de agua o drenaje de la cuenca, utilizando metodologías que recogen mediciones de cercanas cuencas hidrográficas.

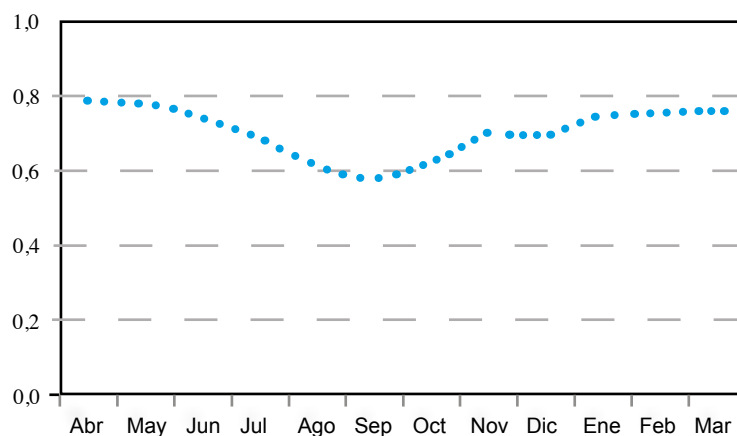
Como se muestra en el capítulo anterior, está por ejemplo, el mapa de isoyetas (precipitaciones promedio) de la DGA, que es hecho para todo el territorio, sobre la base de una red de estaciones de medición de precipitación. Para muchas cuencas donde no hay estaciones de medición, la isohieta es conocida, con una aproximación razonable. La hidrología es una ciencia basada en la evidencia, todas las metodologías estadísticas se basan en mediciones sistemáticas obtenidas con diferentes instrumentos en áreas de interés. La cuenca del Tordillo, a pesar de no tener mediciones, tiene una gran ventaja: su similitud hidrológica a la Cuenca Río Juncal en la estación de medición de flujo “Río Juncal en Juncal “descrito en el capítulo anterior. Esta cuenca tiene estadísticas de medición de flujo (flujo mensual promedio) casi completos entre 1970 y 2013 y tiene la distinción de ser poco intervenido, permitiendo estadísticamente ser considerado como régimen natural.

La metodología que se utilizará es la transposición de flujo, o correlación con cuencas cercanas, teniendo en cuenta los datos medidos en “Río Juncal en Juncal “, corrigiendo los valores de flujo mensual promedio por área y precipitación. Hay varios datos para ambas cuencas.



4.2 Flujo de Llenado del “Río Juncal en Juncal”

La base de este método se refiere principalmente al hecho de que, como se mencionó anteriormente, hay cuencas con características similares: ambas tienen un régimen de escorrentía nival, hay alta montaña, contienen escasa cobertura vegetal, la permeabilidad del suelo es similar, contienen lagunas, y no se han aprovechado, entre otros. Las estadísticas de la estación de mediciones de flujo en “Río Juncal en Juncal”, medidas por la Dirección General de Aguas (DGA), no está completa, como podemos ver en el anterior capítulo. Para llenar la estadística (algunos datos que faltan), debe tenerse en cuenta la estructura de la serie histórica. Siendo una cuenca nevada, la estructura de dependencia es importante, esto significa que los flujos en un mes dependen de los meses anteriores. Dado la fuerte dependencia de primer orden entre los meses consecutivos, se utilizó la auto correlación de primer orden para llenar los datos. Aquí se muestra el gráfico de auto correlación.



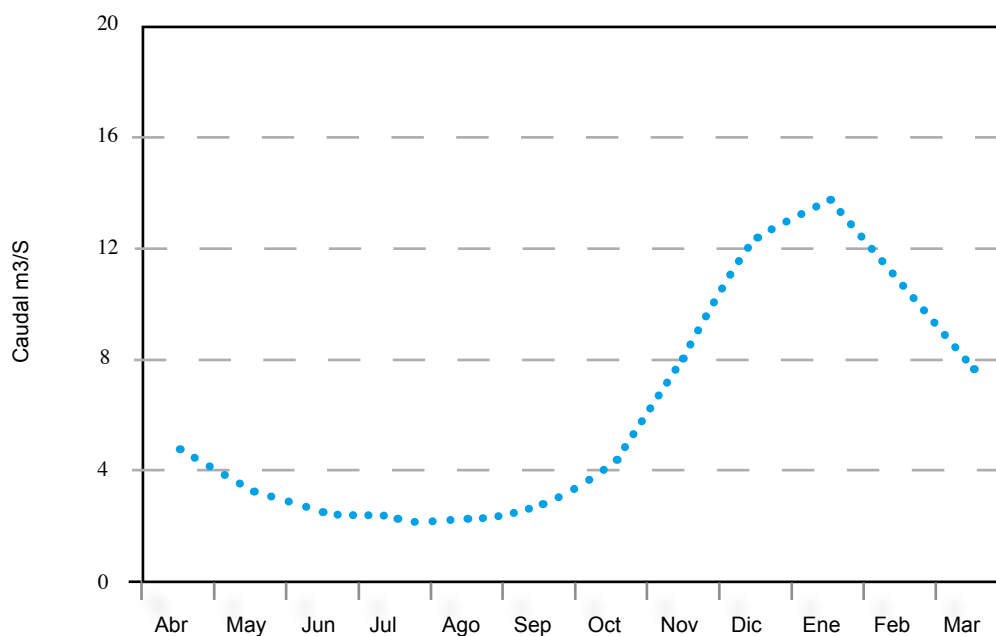
Cuadro n° 6: Primer Orden Auto correlación en “Río Juncal en Juncal”(WGS84)

Los resultados del llenado nos permiten tener una serie completa desde 1970 hasta 2013 (año hidrológico), en la cuenca del “Río Juncal en Juncal”. A continuación hay una tabla con estadísticas completas y presenta tres gráficos asociados a esta serie histórica: caudal medio mensual, desviación mensual de flujo y la asimetría del flujo mensual.

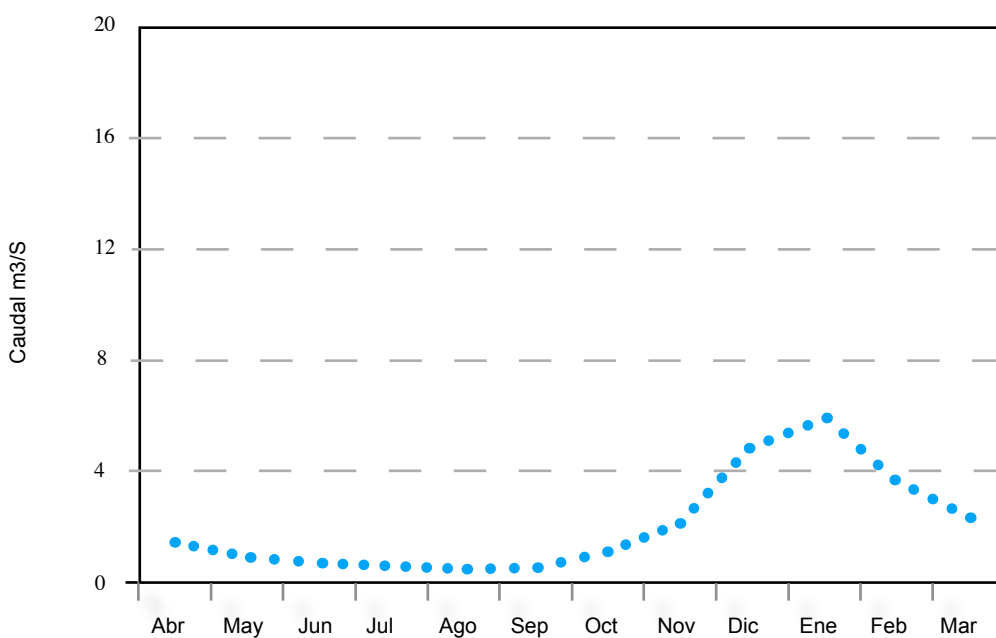
4.2 Flujo de llenado en “Río Juncal en Juncal”

Año Hidrológico	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1970 1971	4,11	2,17	1,74	1,60	1,87	1,77	2,96	5,75	7,66	6,56	6,75	4,58
1971 1972	2,39	1,50	1,47	1,54	1,48	2,82	4,00	9,36	9,59	10,59	8,41	4,57
1972 1973	3,21	2,28	2,01	1,92	1,78	2,11	3,95	6,80	20,21	25,03	18,79	13,35
1973 1974	7,20	4,14	2,84	2,01	1,58	1,94	3,37	8,39	11,85	14,96	11,47	7,81
1974 1975	5,32	2,99	1,92	1,59	2,18	2,20	5,41	9,03	11,22	16,43	11,80	8,55
1975 1976	4,05	2,48	1,99	1,82	1,66	2,55	3,33	4,46	9,65	10,72	7,79	5,85
1976 1977	4,04	3,00	2,33	2,08	2,03	2,44	2,34	6,78	9,77	12,17	8,88	7,31
1977 1978	4,16	2,64	2,30	2,09	1,94	2,49	6,51	12,73	22,43	19,84	14,80	8,77
1978 1979	5,65	3,86	2,83	2,60	2,42	2,71	5,41	10,67	23,96	30,03	15,78	8,37
1979 1980	4,60	2,86	2,29	2,03	1,96	1,93	3,53	4,59	8,85	16,13	10,52	9,07
1980 1981	4,99	3,20	2,54	2,16	2,38	3,89	3,98	7,27	21,81	17,23	15,30	8,04
1981 1982	4,27	2,62	2,12	1,95	2,83	3,29	4,58	7,62	9,28	10,51	7,69	5,69
1982 1983	4,24	3,00	2,68	2,57	2,57	2,95	4,24	8,94	20,35	25,61	20,49	9,39
1983 1984	6,07	4,71	4,10	3,82	3,33	3,56	4,73	8,93	16,16	14,43	10,25	6,01
1984 1985	3,81	2,46	2,10	1,89	1,81	1,88	4,10	6,44	11,31	12,31	11,99	10,37
1985 1986	6,00	4,04	3,43	2,85	2,55	2,32	3,10	9,31	12,83	12,19	8,36	8,07
1986 1987	4,55	2,98	2,32	2,08	2,03	2,35	4,88	9,33	13,66	19,68	14,11	12,01
1987 1988	6,10	3,34	2,90	2,64	2,37	2,36	3,94	11,25	16,47	19,66	14,95	11,82
1988 1989	7,57	3,94	2,73	2,17	1,87	2,17	3,74	7,18	8,91	9,66	9,64	6,44
1989 1990	3,91	2,21	1,88	1,70	1,51	2,00	4,57	9,33	10,60	9,64	6,97	4,83
1990 1991	2,74	1,85	1,55	1,41	1,56	1,60	2,86	10,87	8,25	7,22	6,12	5,59
1991 1992	2,92	2,11	1,75	1,65	1,58	1,94	4,20	8,23	10,46	9,15	12,39	9,53
1992 1993	4,97	3,29	2,53	2,36	2,29	2,69	4,95	8,54	10,20	10,90	10,91	9,56
1993 1994	5,64	5,13	2,75	2,38	2,46	2,97	4,62	7,51	8,09	10,53	7,23	5,76
1994 1995	2,65	2,23	1,99	1,84	1,79	2,31	3,34	8,35	11,69	10,05	7,80	5,73
1995 1996	4,01	2,73	2,04	1,70	1,57	2,24	3,28	8,26	9,10	7,00	6,79	6,01
1996 1997	3,19	2,44	1,64	1,45	1,57	1,80	2,34	3,62	4,47	6,19	5,36	3,98
1997 1998	2,78	1,76	1,34	1,35	1,59	2,14	3,10	6,53	12,19	17,66	12,66	7,90
1998 1999	6,01	3,73	2,75	2,11	1,74	1,68	4,18	6,02	7,86	7,63	7,64	4,95
1999 2000	2,64	2,51	1,81	1,60	1,79	2,27	4,35	10,13	9,64	10,04	6,77	4,95
2000 2001	3,54	2,18	1,80	1,57	1,67	2,07	6,31	8,55	14,99	14,95	13,29	9,11
2001 2002	5,51	3,20	2,52	2,12	1,95	2,13	5,77	8,71	15,56	13,41	10,45	6,48
2002 2003	3,65	2,66	2,25	2,09	2,21	2,30	4,27	9,20	15,14	21,07	16,79	11,61
2003 2004	7,03	4,28	3,08	2,69	2,65	3,14	4,61	7,85	10,44	11,08	10,58	7,08
2004 2005	3,98	2,54	2,06	1,83	1,82	2,31	2,64	3,72	6,02	9,47	8,75	5,30
2005 2006	2,88	2,01	1,79	1,74	1,86	2,03	4,13	8,41	18,79	23,95	15,68	9,71
2006 2007	6,22	4,15	2,83	2,68	2,41	3,11	5,73	9,48	16,04	18,56	11,04	8,65
2007 2008	4,99	3,35	2,69	2,48	2,13	2,61	4,24	5,82	7,78	8,75	7,83	6,06
2008 2009	3,68	2,64	2,10	1,90	1,71	2,06	6,36	9,42	11,44	10,30	8,73	7,31
2009 2010	5,75	3,05	2,11	1,86	1,92	2,30	3,25	5,57	10,31	11,87	9,88	9,23
2010 2011	6,14	4,17	3,35	2,90	2,69	2,78	3,64	4,76	6,37	7,27	6,53	5,25
2011 2012	3,30	2,33	1,89	1,74	1,65	2,07	3,19	6,01	8,57	8,25	7,41	6,21
2012 2013	3,71	2,71	2,30	2,31	2,27	2,96	3,22	6,47	8,97	9,48	7,26	4,65
Promedio	4,52	2,96	2,31	2,07	2,02	2,40	4,12	7,82	12,07	13,45	10,53	7,48
Desviación Estándar	1,36	0,83	0,57	0,49	0,42	0,51	1,05	2,05	4,68	5,75	3,66	2,30
Coficiente de Asimetría	0,42	0,67	0,86	1,25	0,95	0,94	0,54	-0,11	0,97	1,07	0,87	0,62

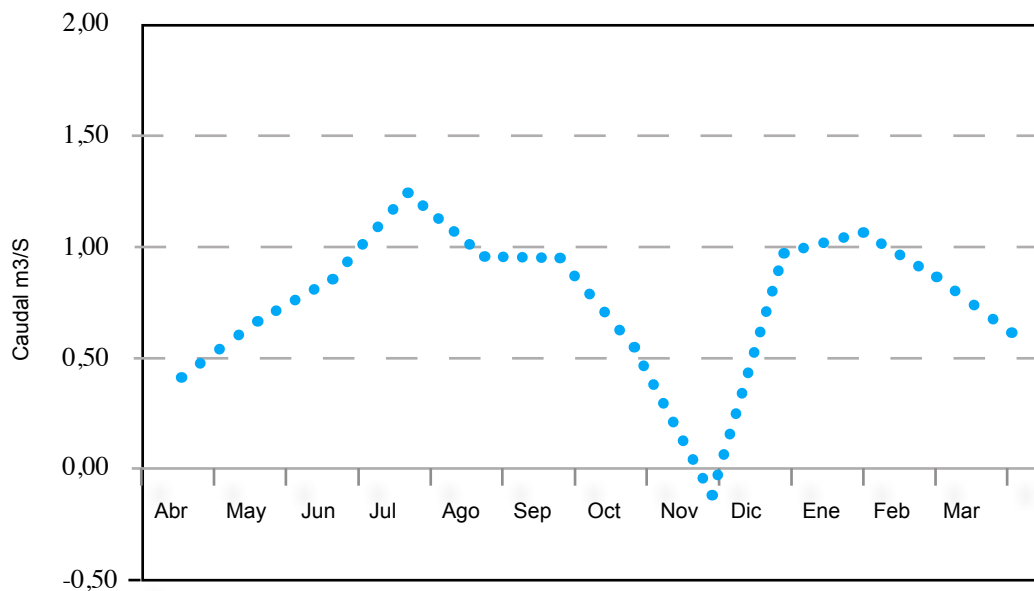
Cuadro n° 5: Flujo mensual en m3/s años 1970-2013 en “Río Juncal en Juncal” estación de medición de flujos (series de llenado).



Cuadro n° 7: Promedio mensual de flujo en “Río Juncal en Juncal” (1970-2013)



Cuadro n° 8: Flujo mensual desviación standard en “Río Juncal en Juncal”(1970-2013)



El coeficiente de asimetría indica el grado de asimetría en la distribución de probabilidad de los flujos mensuales. Al acercarse a cero, la distribución es más simétrica. La hidrología de la nieve se caracteriza por presentar asimetría, llama la atención en este caso el valor para noviembre, que está lejos de la “media”, siendo la más simétrica.

4.3 *Transposition en Flujos*

Como se indica en el capítulo 4.1, la metodología utilizada para generar una serie de tiempo, en la cuenca Tordillo, corresponde a la adaptación de los flujos. La forma en la que se aplica se basa en la siguiente ecuación:

$$\frac{Q_1}{A_1 \cdot P_1} = \frac{Q_2}{A_2 \cdot P_2}$$

Esta ecuación relaciona el caudal en una cuenca con el flujo en otra cuenca por el área (A) y precipitación promedio (P) para cada cuenca. Ambos datos se fijan por transposición, en el que en este caso la serie de flujo mensual de “Río Juncal en Juncal”, será llevado (por este método) para la Cuenca Tordillo.

A continuación los datos básicos se presentan por transposición. Cuenca 1 es Tordillo y la cuenca 2 es Río Juncal en Juncal.

Cuadro n° 6: Parámetros para Transposición de Flujos

Parámetro	Valor
A ₁	6,37 km ²
A ₂	243 km ²
P ₁	900 mm
P ₂	1000 mm

4.4 Estadística Generada en la Cuenca Tordillo

Como resultado de la transposición de los flujos, por área y la precipitación media, se ha logrado la generación de las series de tiempo (1970-2013) en la cuenca Tordillo. También muestra los gráficos para la media, la desviación estándar y el coeficiente de asimetría mensual.



5

Consideraciones

- Por la metodología de flujo de transposición hidrológica, se ha logrado cuantificar los recursos hídricos existentes en la Cuenca Tordillo, incluyendo la generación de la histórica serie con la estructura estadística y dependencia. Los datos medidos por la estación DGA “Río Juncal en Juncal” apoyan la metodología y los resultados, dando sentido por la proximidad y similares características a la cuenca bajo estudio, además de la poca intervención en ambas cuencas.
- El valor medio obtenido para el flujo de la cuenca Tordillo corresponde a 1,430 L / s, lo que es equivalente a un volumen anual de 45 millones de metros cúbicos. Como se estipula en el Informe No. 1, el caudal medido en el campo no fue utilizado para ajustar los datos.
- Las estadísticas generadas (1970-2013), se utilizarán para evaluar con más precisión la viabilidad técnica y económica de presas y plantas de energía, además del diseño conceptual de la tubería de presión para la transferencia de agua desde la cuenca Tordillo.
- En la cuenca Tordillo no hay estaciones de medición de flujo o estaciones meteorológicas. Para un análisis más preciso de los recursos hídricos existentes en la cuenca y tener en cuenta las proyecciones futuras de esta instalación, se recomienda la instalación de una estación de medición de flujo en el punto de drenaje de la laguna Tordillo Bajo y una estación meteorológica en la punto óptimo de la cuenca.





Ademar Alvear Vergara

Civil Engineer University of Chile

International Environment Consultant

CE BSI Certification ISO 14,001

Natural Resources Certification

Hereby I certified the study requested by **Sociedad de Inversiones Rio Colorado Mining and Exploration S.A.** for the analysis of the Tordillo Alto, Tordillo Bajo, El Colorado Alto and La Monja Lagoons located in La Hacienda Los Andes. The conclusions and results are as follow:

Tordillo Alto Lagoon has a volume of 80,000,000 of m³ (eighty millions of cubic meters of freshwater.)

Tordillo Bajo Lagoon has a volume of 18,000,000 of m³ (Eighteen millions of cubic meters of freshwater.)

El Colorado Alto Lagoon has a volume of 110,000,000 of m³ (one hundred and ten millions of cubic meters of freshwater.)

La Monja Lagoon (has no registry of hydric natural resources.)

It is establish hereby that the bathymetry has a 12% margin of error, considering that the level curves of each lagoon have undetermined volcanic sediments (without sampling.)

Water quality, without pollutants.

Basin annual evacuation flow 42,000,000 of m³ (forty two millions of cubic meters), having a reposition factor by means of snow, lagoons, rivers and glaciers. These are determinant factors for the use and exploitation of hydric and natural resources. This generates the feasibility for the installation

The hereby Certification has a 120 days validity.

Certificate Number **GS03881-2**

Original approval date **18/04/2014**

Effective date **28/04/2014**



**ISO
14001**



Ademar Alvear Vergara

Civil Engineer University of Chile

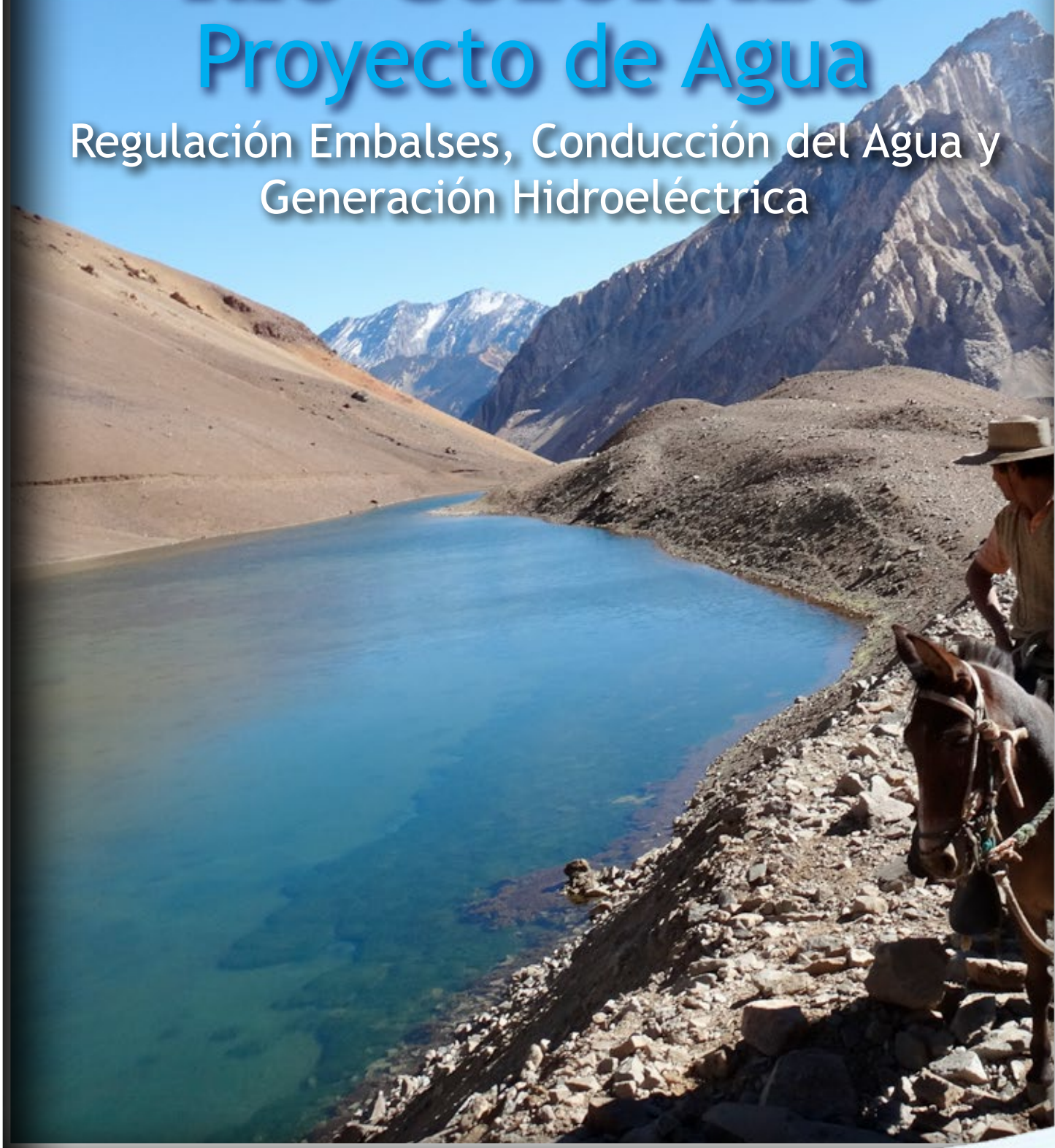
International Environment Consultant

CE BSI Certification ISO 14,001

RIO COLORADO

Proyecto de Agua

Regulación Embalses, Conducción del Agua y
Generación Hidroeléctrica



Content

1.- Introducción	90
2.- Objetivos	91
3.- Selección de Embalses. Ubicaciones	92
4.- Hidrología en el Embalse	94
5.- Características de los Embalses Propuestos	98
5.1.- Embalse 1	98
5.1.- Embalse 2	100
6.- Tubería para Conducción de Agua desde Tordillo.....	102
7.- Regulación de Agua de Río Colorado y Tordillo	104
8.- Modelo operación Embalses	107
8.1.- Regulación Río Colorado	107
8.2.- Regulación Agua Cuenca Tordillo	107
9.- Consideraciones para los Escenarios Propuestos.....	108
9.1.- Balance, Ecuación y Reglas de Operación del Embalse	109
9.2.- Evaporación	110
9.3.-Escenario A	112
9.4.- Escenario B	113
9.5.- Escenario C	113
9.6.- Escenario D	114
10.- Consideraciones para los Escenarios Propuestos	115
11.- Costos Económicos e Ingresos por Generación	116
11.1.- Escenario A	116
11.2.- Escenario B	117
11.3.- Escenario C	118
11.4.- Escenario D	119
12.- Consideraciones Finales.....	120
13.- Conclusión	121



1

Introducción

Este informe corresponde a la continuación del estudio que se hizo para la Cuenca del Tordillo, perteneciente a la Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration S.A. Estos estudios permitieron definir, los recursos hídricos disponibles en esta cuenca, cualitativa y cuantitativamente. Con la suposición que el dueño de la propiedad ocupará el agua de la Laguna Tordillo Bajo, que produce 45 millones de metros cúbicos al año en promedio, este estudio plantea la manera de extraer el agua y reunirla en un embalse en el río Colorado.

Hay 2 escenarios para los embalses propuestos, cuya función será para regular estacionalmente el agua afluente. Esto llevará a consecuencias provechosas para la cuenca del Aconcagua: beneficios para las plantas de generación que ya están instalados, beneficios para la agricultura, beneficios para los hogares, etc. Por otra parte, en este embalse el agua extraída de la cuenca del Tordillo será acumulada, con el fin de garantizar un suministro seguro (80-90%), con un flujo de 1.400 de litros por segundo. La hidrología de la zona embalses y la suposición de que los flujos por encima de la media se almacenarán de una temporada a otra, además de otras consideraciones, puede generar modelos de operación para los 4 escenarios presentados. El análisis indica que hay 2 escenarios más favorables, sin embargo para elegir uno se debe considerar los beneficios económicos producidos por la regulación estacional de las aguas del río Colorado, la base de la generación de energía de la presa y otros beneficios sociales y privados.

El agua de Tordillo se puede mover a través de tuberías hacia la zona de depósito que soporte físicamente los derechos de los propietarios en ellos, pero como sabemos que estos podrían escurrir en el embalse y ejercer los derechos allí.



2

Objetivos

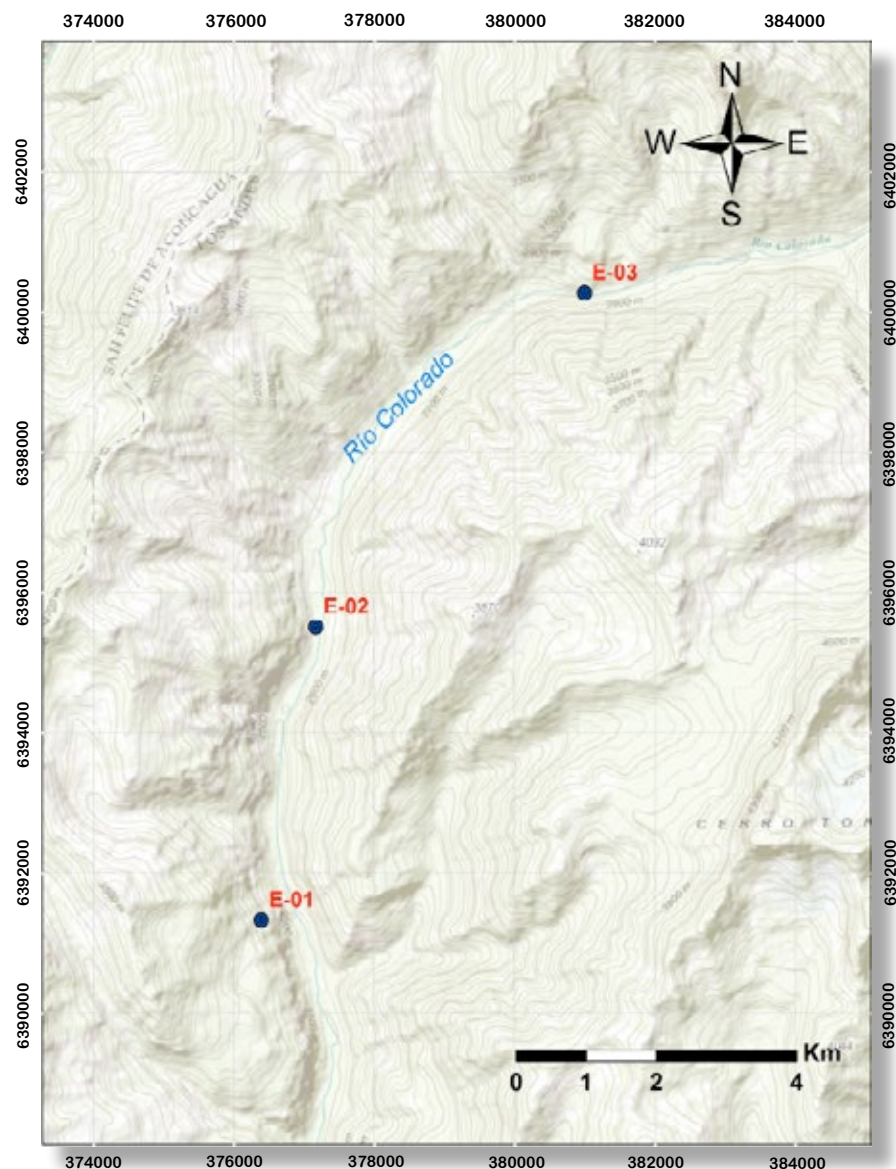
- a) Elección de 2 lugares para una simulación de acumulación y regulación de las aguas del Río Colorado y en particular el agua extraída por Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration S.A de la laguna de Tordillo Bajo.
- b) La determinación de las características de embalses: Curva de alto volumen, altura curva de la superficie inundada. Y el escenario de generación basada en la definición de dos alturas posibles del embalse.
- c) Diseño conceptual de las tuberías de conducción de agua desde la laguna Tordillo Alto hacia la zona del embalse.
- d) Simulación de 4 escenarios propuestos de operación, a fin de evaluar las capacidades y la seguridad de la acumulación del suministro.
- e) Determinación del potencial hidroeléctrico asociado con la caída del agua conducida desde la cuenca del Tordillo (2 casos) y en los 4 escenarios de embalses.
- f) Análisis de los escenarios propuestos y determinación de los costes económicos asociados.



3

Selección de Embalses, Ubicaciones.

Desde el estudio previo, las ubicaciones potenciales identificadas en el sitio visitado se muestran. Estas áreas corresponden a los lugares donde se cierra el valle, por lo tanto los costos de construcción son más bajos porque la longitud de la parte superior de la pared sería menor. Abajo se presentan 3 áreas potenciales.



Cuadro n°1: Mapa de las Ubicaciones de Embalses Potenciales (Datum WGS84)

3.0 Selección de Embalses, Ubicaciones.

Hemos elegido los 2 reservorios ubicados en el flujo descendente producto derivado del análisis del contorno; con las mismas alturas es posible construir volúmenes más altos. También, ya que es esperado para regular el agua del Río Colorado (por el beneficio que aporta a agricultores río abajo, hidráulica, sanitaria y otros usos), estos 2 lugares permiten hacer esto de una mejor manera. Se presentan las principales características de los dos lugares elegidos a continuación.

Código	Nombre	UTM East [m]	UTM North [m]	Measurement point's Level [m.a.s.l]	River's Level [m.a.s.l]
E-02	Potential Location 2	377157	6395512	2579	2548
E-03	Potential Location 3	380989	6400274	2742	2714

Cuadro n° 1: Embalses Elegidos, Ubicaciones (Datum WGS84)



4

Hidrología en el Embalse

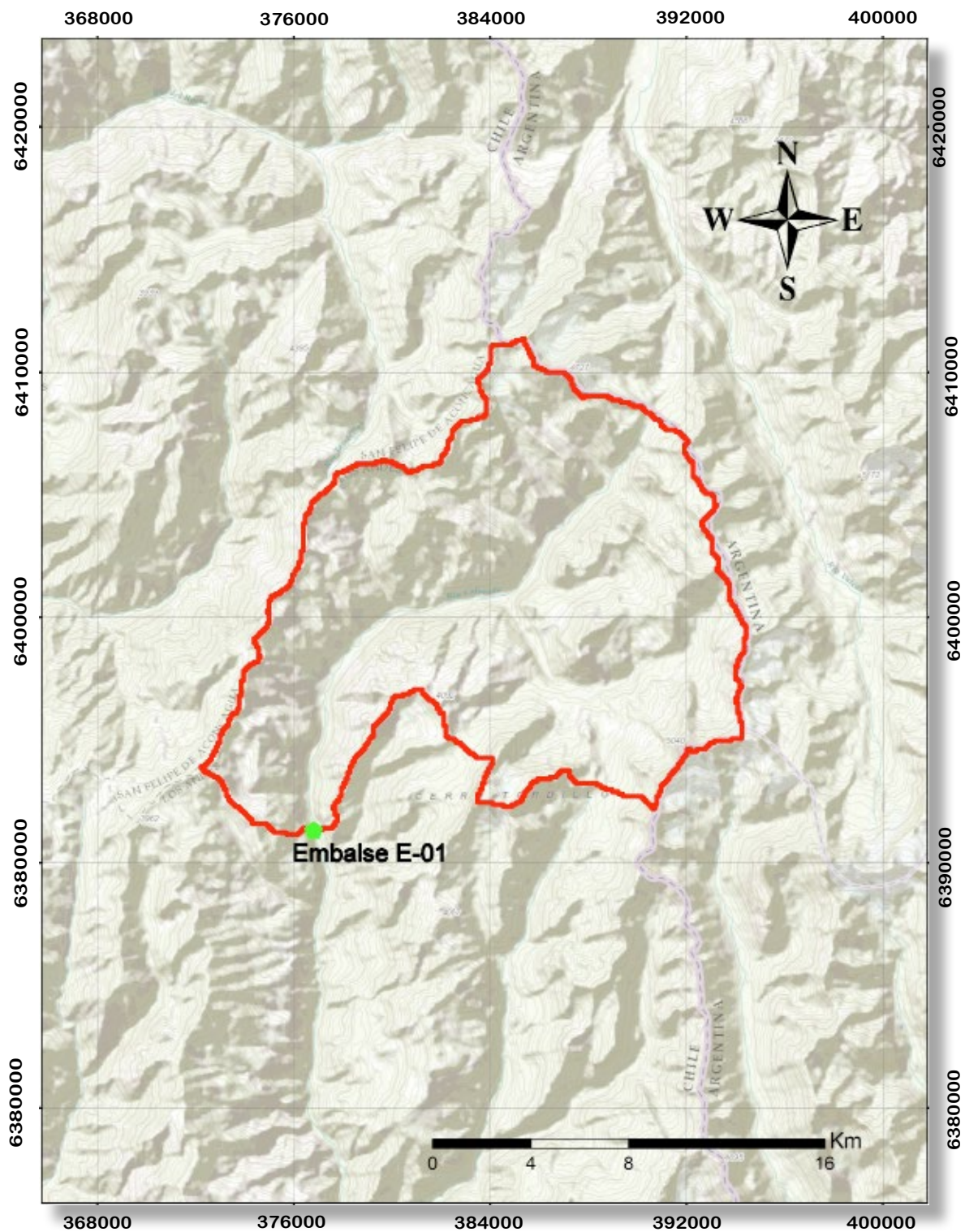
Para cada una de las ubicaciones de las paredes del depósito, se calculó con el método de la transposición con una cuenca similar, la hidrología mensual. La cuenca, al igual que en el estudio anterior está en el río Juncal en Juncal. Se presentan las características de las dos cuencas.

Basin	Area [Km2]	UTM East [m] Centroid	UTM North [m]Centroide
Embalse 1	264,5 km ²	384426 m	6400312 m
Embalse 2	243,4 km ²	385210 m	6400912 m

Cuadro n°2: Datos de la cuenca embalses 1 y 2 (Datum WGS84)

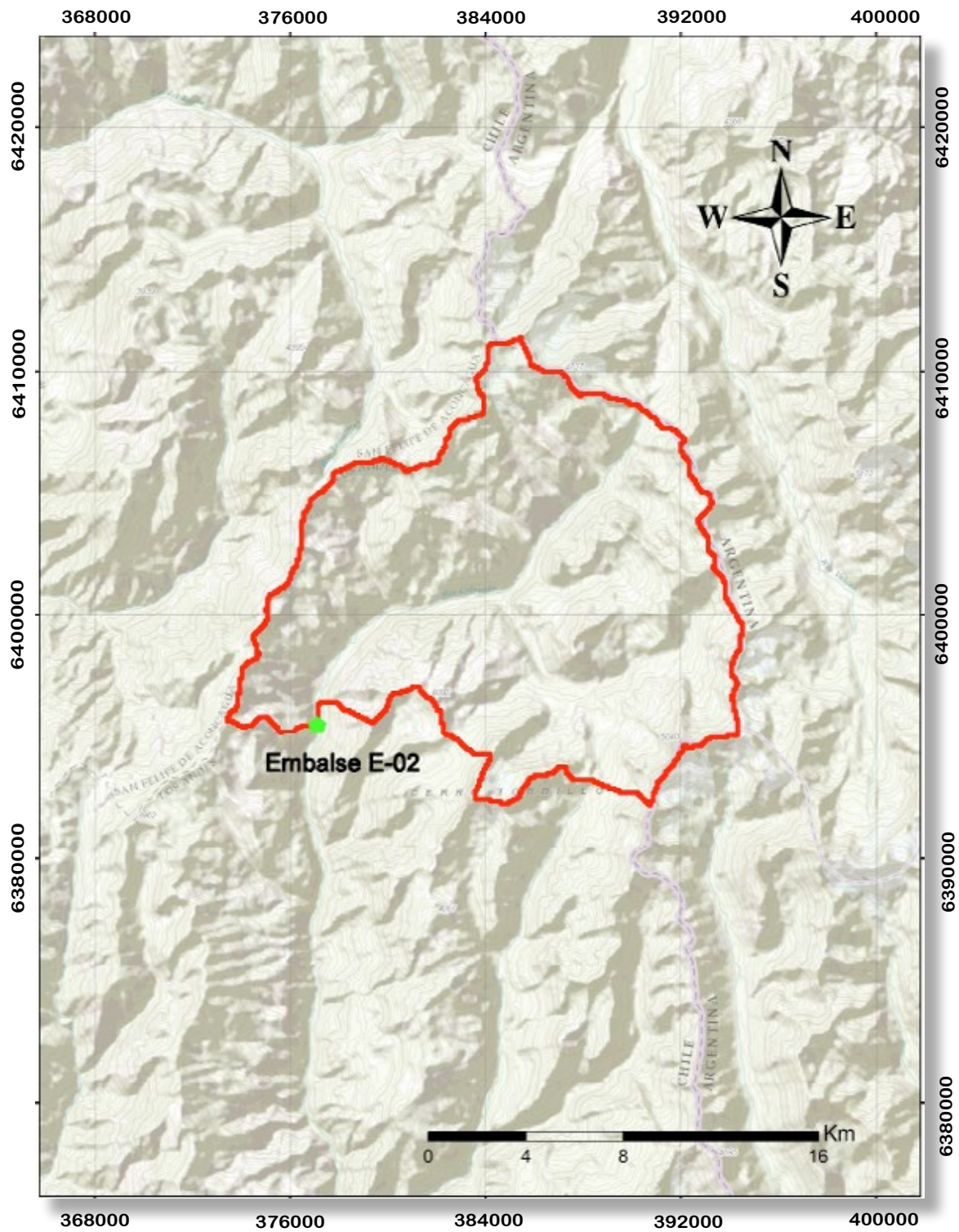


4.0 Hidrología en el Embalse



Cuadro n°2: Mapa de Delimitación, Cuenca Embalse 1 (Datum WGS84)

4.0 Hidrología en el Embalse



Cuadro n°3 Mapa Delimitación, Cuenca Embalse 2 (Datum WGS84)

4.0 Hidrología en el Embalse

Como resultado de la transposición de los flujos, se han obtenido los siguientes resultados . Se presenta un gráfico de las medias mensuales para el periodo 1970-2013 (año de agua) , además de la tabla de todos los medios flujos, medias , varianzas y coeficientes de asimetría mensuales . El promedio para el yacimiento 1 corresponde a $62 \text{ m}^3 / \text{seg}$ y de embalse 2 de $57 \text{ m}^3 / \text{s}$. Esto incluye el agua de la cuenca del Tordillo .



5

Características de los Embalses Propuestos.

Los embalses evaluados deberían ser capaces de regular un volumen de aproximadamente 45 millones de metros cúbicos. Esto porque se supone que todos los flujos mensuales encima de la media (en cada caso) será almacenado en la estación de fusión (nevada en la cuenca) de Septiembre a Marzo, que se utilizará en el período de menor caudal.

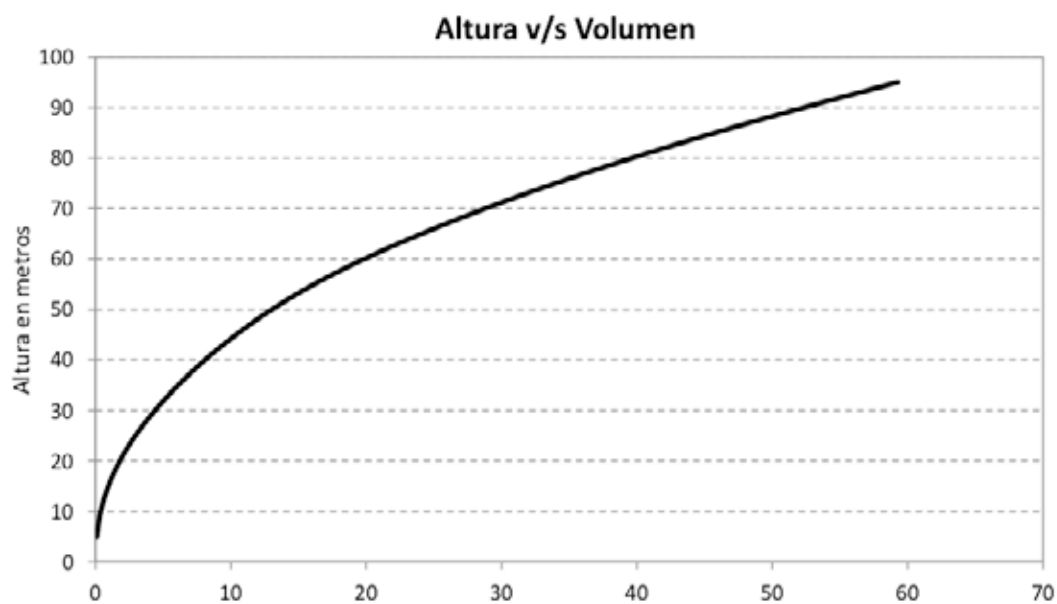
Se presentan las principales características de los embalses, que se construyeron con los planos del Instituto Geográfico Militar (IGM), interpolándose para adaptarse a la precisión requerida.

5.1 Embalse 1

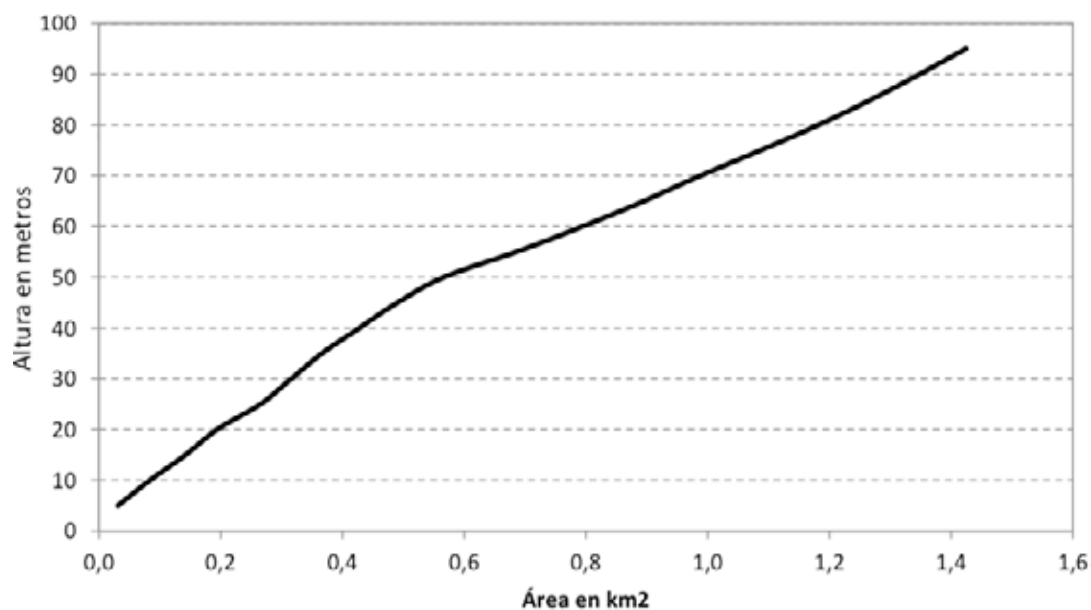
Nivel (m.a.s.l.)	Altura Embalse (m)	Area (m2)	Volume (m3)	Ancho Embalse (m3)	Volumen Acumulado (m3)
2450		7261			
2455	5	31094	95.888		95.888
2460	10	83964	287.645		383.533
2465	15	142309	565.683		949.215
2470	20	194402	841.778		1.790.993
2475	25	265634	1.150.090		2.941.083
2480	30	316184	1.454.545		4.395.628
2485	35	366615	1.706.998		6.102.625
2490	40	428005	1.986.550		8.089.175
2495	45	490532	2.296.343	257	10.385.518
2500	50	566723	2.643.138	277	13.028.655
2505	55	686354	3.132.693	295	16.161.348
2510	60	794938	3.703.230	314	19.864.578
2515	65	895536	4.226.185	334	24.090.763
2520	70	988133	4.709.173	355	28.799.935
2525	75	1087076	5.188.023	372	33.987.958
2530	80	1182109	5.672.963	387	39.660.920
2535	85	1269108	6.128.043	401	45.788.963
2540	90	1348403	6.543.778	417	52.332.740
2545	95	1424202	6.931.513	430	59.264.253

El cuadro que figura más arriba proporciona curvas del embalse: altura v/s volumen y Altura v / s Área inundada. Esto es de extrema importancia para la simulación de la operación de la represa, debido a que estas curvas determinan el nivel de agua en cada mes que afecta a la generación de energía y la superficie inundada que influye en la evaporación. Los gráficos correspondientes se muestran.

5.1 Embalse 1



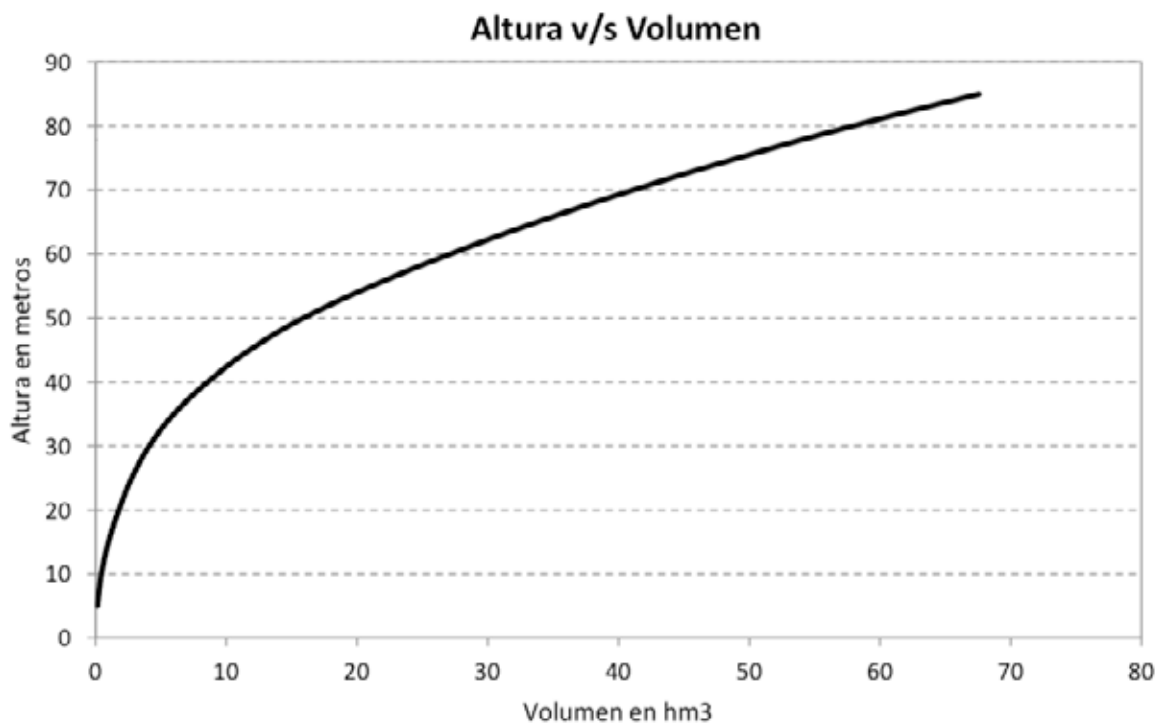
Cuadro n°5: Embalse 1 Curva Altura-Volumen.



Cuadro n°6: Embalse 1 Curva Altura-Área Inundada.

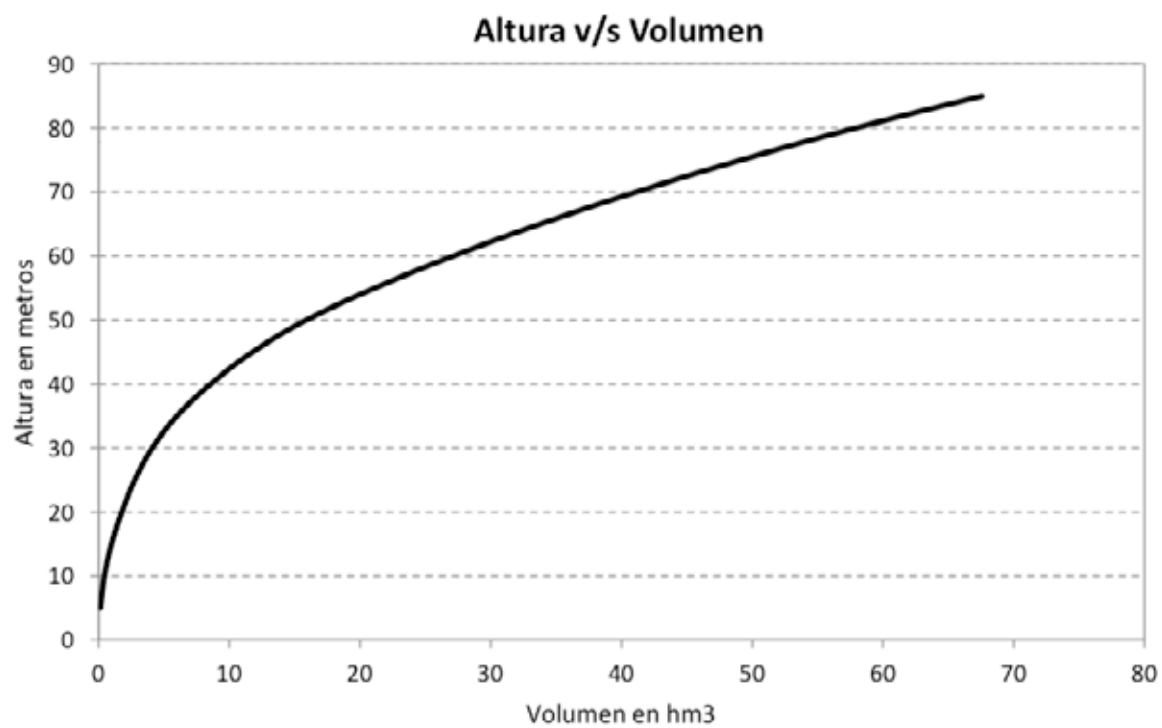
5.1 Embalse 2

Nivel (m.a.s.l)	Altura Embalse (m)	Area (m ²)	Volumen (m ³)	Ancho Embalse (m)	Volumen Acumulado (m ³)
2545		12.743			
2550	5	41.349	135.230		135.230
2555	10	83.770	312.798		448.028
2560	15	135.082	547.130		995.158
2565	20	180.266	788.370		1.783.528
2570	25	216.000	990.665		2.774.193
2575	30	317.809	1.334.523		4.108.715
2580	35	436.554	1.885.908		5.994.623
2585	40	601.126	2.594.200		8.588.823
2590	45	681.135	3.205.653	294	11.794.475
2595	50	961.715	4.107.125	320	15.901.600
2600	55	1.133.932	5.239.118	344	21.140.718
2605	60	1.263.680	5.994.030	366	27.134.748
2610	65	1.402.519	6.665.498	394	33.800.245
2615	70	1.532.477	7.337.490	422	41.137.735
2620	75	1.672.156	8.011.583	448	49.149.318
2625	80	1.837.784	8.774.850	471	57.924.168
2630	85	2.019.844	9.644.070	493	67.568.238



Cuadro n°7: Embalse 2 Curva Altura-Volumen.

5.1 Embalse 2



Cuadro n°8: Embalse 2 Altura-Área de Inundación.



6

Tuberías para la Conducción del Agua desde Tordillo.s

En este proyecto se han definido las características básicas que las tuberías transportadoras de agua deben tener. La trayectoria principal para el diseño, es la necesidad de transportar todo el flujo de salida, y por lo tanto, dependiendo del tiempo del año, la tubería transportará más o menos flujo. Como anteriormente se expuso, debe ser considerado que el sistema de transporte es un acueducto, que puede variar de acuerdo a las necesidades que se definirán en un futuro o posibles modificaciones a la laguna para regular el flujo anual.

Para determinar la longitud aproximada de los tubos se considera una carga de cámara para una planta que entrega agua a la cola del potencial embalse, de modo que dos posibles largos de línea se obtienen de acuerdo a sus embalses. Se ha considerado una pendiente estándar, suficiente para llevar el rango medio de flujos definido en el paso 1 del Proyecto del Río Colorado.

Por otro lado, la diferencia en la pendiente de la posible ubicación de la cámara de carga y el peak de sus respectivos entrega la altura de generación, lo que permite obtener una capacidad instalada promedio considerando la tasa de flujo promedio obtenido para el drenaje de la cuenca de la Laguna Tordillo Bajo.

Por último, hemos considerado un espesor de un tubo de acero que no opera en la presión, a fin de determinar la cantidad de acero necesaria por lo que el coste aproximado de diseño de la tubería para cualquiera de los embalses proyectados pueda ser evaluado.

A continuación, la tabla muestra las características básicas definidas para la planta y los tubos para cada uno de los embalses potenciales.



6.0 Tuberías para la Conducción del Agua desde Tordillo.

Parámetros	Embalse E-01	Embalse E-02
Largo tubería [Km]	19.4	12.5
Diámetro tubería [m]	1	1
Pendiente [%]	0.2%	0.2%
Elevación desagüe Tordillo bajo [msnm]	3549	3549
Elevación cámara de carga [msnm]	3535	3524
Elevación embalse [msnm]	2630	2545
Desnivel [m]	905	979
Espesor tubería [mm]	22	22
Volumen acero [m3]	678	437
Eficiencia central [%]	90%	90%
Potencia promedio (MW)	1.14	1.23
Factor de Planta	50%	50%
Potencia Instalada (MW)	2.3	2.5

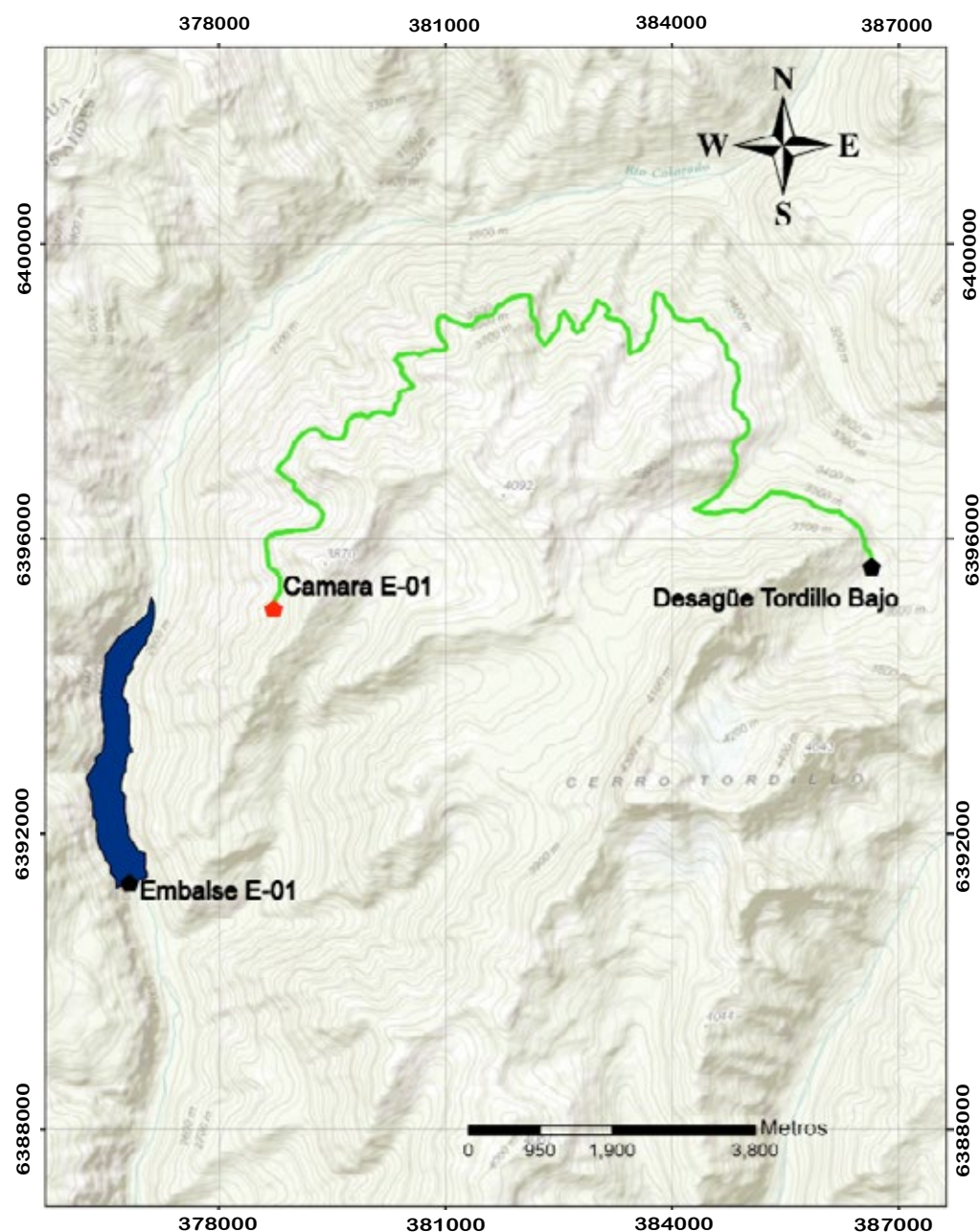
La potencia media se ha calculado teniendo en cuenta el caudal medio previsto en el estudio hidrológico, además de la pendiente en cada caso. Para la potencia instalada fue considerado un factor de planta de 50%, que corresponde a una central de pasada, en una zona donde este valor es razonable.



7

Regulación de Agua, Río Colorado y Tordillo's.

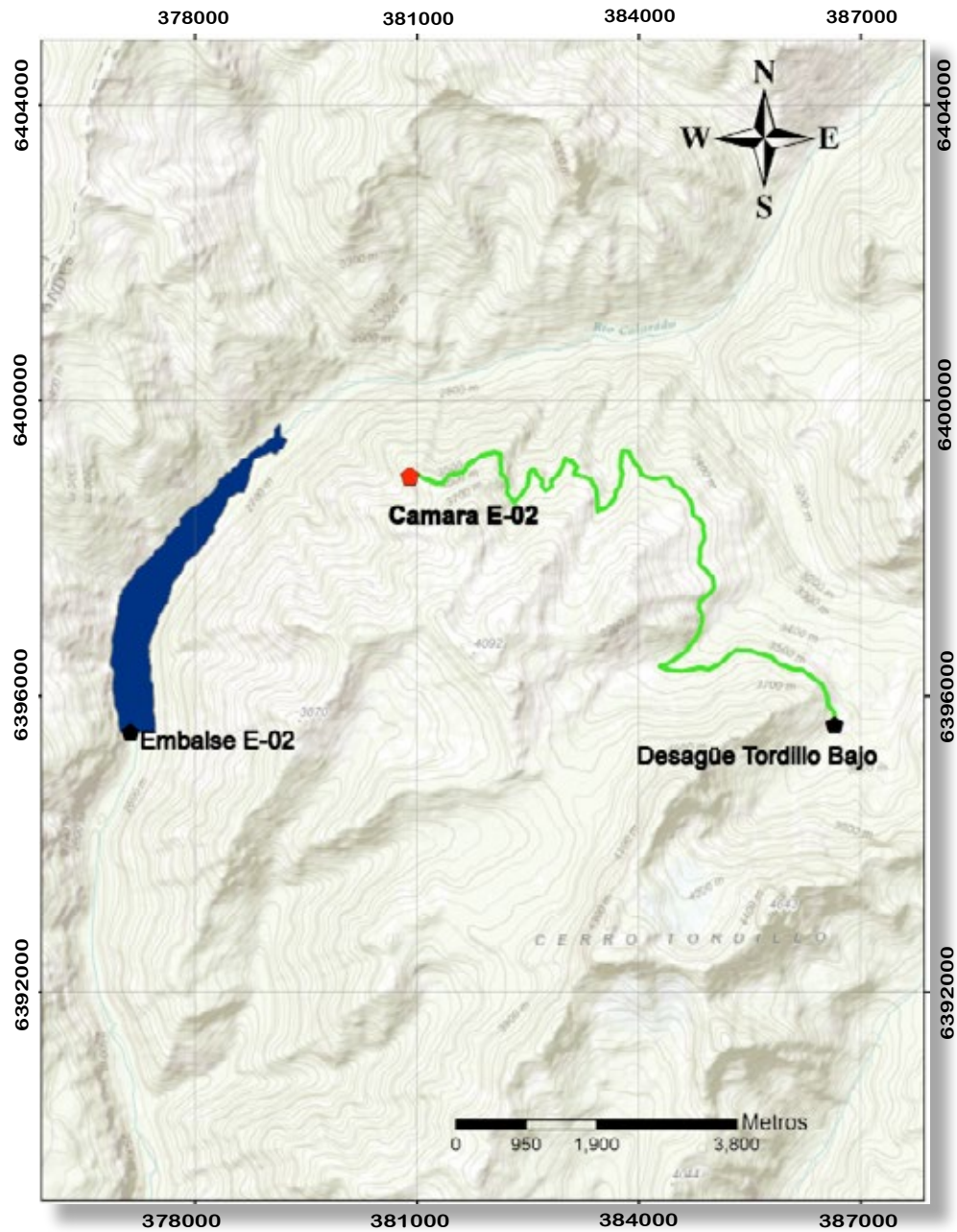
3 mapas se presentan en este capítulo, que incluyen los dos embalses propuestos con el área inundada en el nivel de altura (85 y 90 metros respectivamente). También aparece el contorno de las tuberías que llevarán el agua de la cuenca del Tordillo a los embalses.



Cuadro n°8: Mapa Tuberías y Embalse n°1 (Datum WGS84)

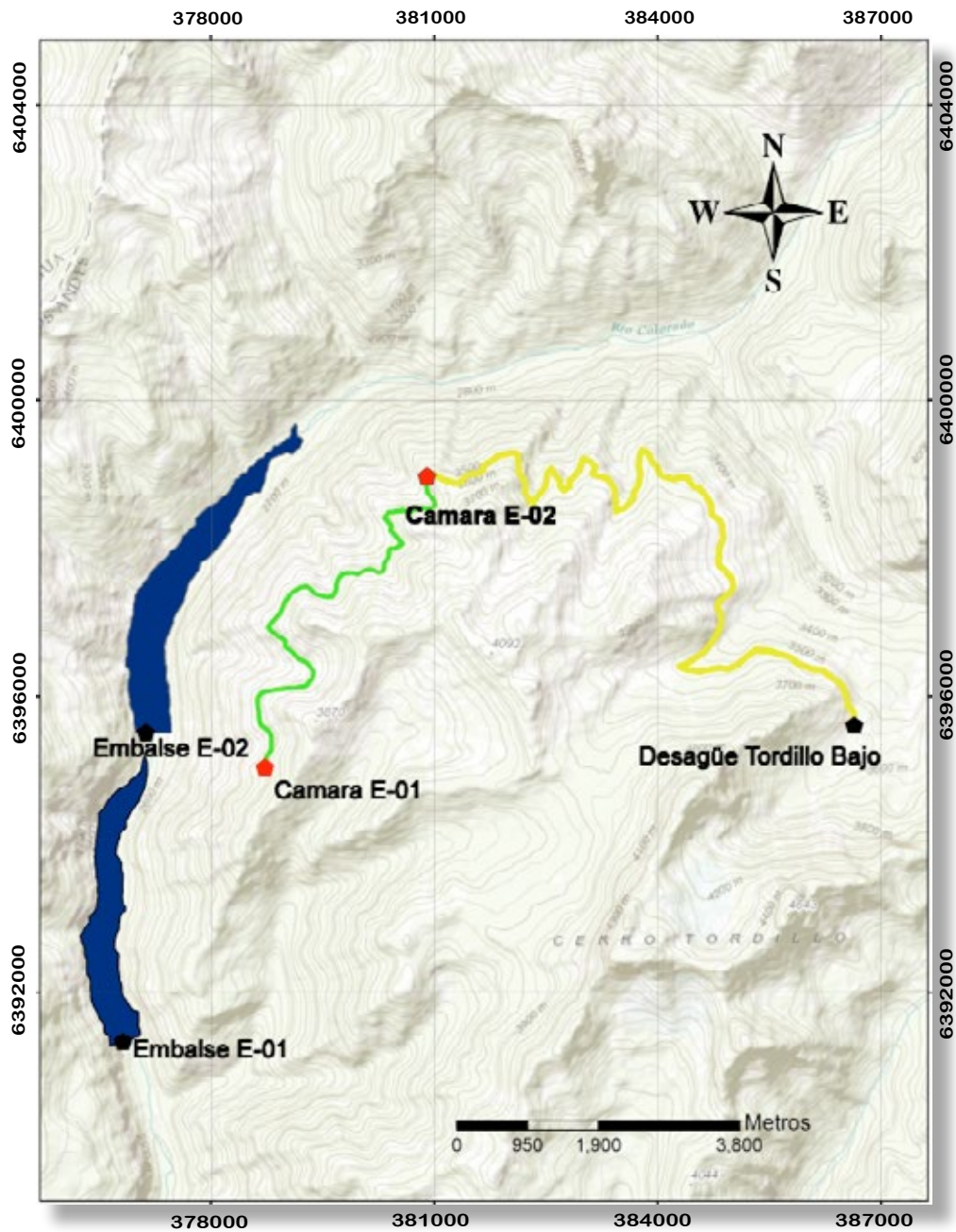
7.0

Regulación de Agua, Rio Colorado y Tordillo´s.



Cuadro n°9: Mapa Tuberías y Embalse n°2 (Datum WGS84)

7.0 Regulación de Agua, Rio Colorado y Tordillo´s.



Cuadro n° 10: Mapa Tuberías y Embalse n° 3 (Datum WGS84)

8

Regulación de Agua, Río Colorado y Tordillo´s.

Antes de especificar el modelo de explotación de los embalses N°. 1 y N°. 2, es necesario tener en cuenta su propósito.

8.1 Regulación Río Colorado

Río Colorado trae, considerando la cuenca del Tordillo, 62 m³ / s promedio a Embalse 1 y 57 m³ / s al Embalse 2, esto permite la regulación estacional. Suponiendo que el volumen que podría ser regulado para ambos embalses está en el orden de 40 hasta 45 millones de metros cúbicos por año (en otras palabras, lo que puede ser almacenado desde la estación de deshielo a los períodos de flujo reducido), esto tendría un gran impacto en la agricultura en la zona, incluso en el futuro debido al desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua en la cuenca del Aconcagua..

8.2 Regulación Agua Cuenca Tordillo

En la cuenca media del Tordillo, cuyo punto de partida corresponde al drenaje de la cuenca laguna Tordillo Bajo, drena 45 millones de metros cúbicos por año, lo que corresponde a un caudal medio de 1.430 litros por segundo. El objetivo de la Sociedad de Inversiones Río Colorado Mining and Exploration S.A. es vender el agua, por lo que debe proporcionar un flujo estable y regulado. Es por eso que el embalse más los beneficios ya mencionados, servirán para almacenar todos los recursos hídricos de la cuenca del Tordillo, que entregará aguas abajo desde el embalse hasta el comprador potencial.

Esto es independiente de la manera cómo el agua se lleva desde Tordillo a cualquier depósito escogido, o por tubería, discutida en el capítulo 6 de este informe, o simplemente por el ejercicio del derecho en el embalse.



9

Consideraciones para los Escenarios Propuestos

Antes de describir los principales aspectos del modelo utilizado para evaluar los embalses, se da a conocer los escenarios propuestos..

Cuadro n° 10: Mapa Tuberías y Embalse n° 2 (Datum WGS84)

Escenario	Embalse	Altura (m)
A	N°1	75
B		85
C	N°2	85
D		95

Para cada escenario se ha modelado la operación de los embalses con resolución semanal tomando en cuenta:

- Flujo entrante
- Evaporación
- Flujo saliente
- Flujo evacuado
- Volumen máximo
- Volumen mínimo
- Potencia de la Planta Represa.

La hidrología utilizada fue discutida en el Capítulo 4 del presente informe, que ha sido replicado asumiendo la entrada en operación de la represa a principios de Septiembre de 2016, en el período de deshielo, para empezar a acumular. Hay que recordar que ambas hidrologías son diferentes (puntos diferentes), por lo que el objetivo en cada embalse con respecto a la media de flujo para entregar, también difiere.

9.1 Ecuación de Equilibrio y Operación del Embalse

Normas de explotación corresponden a la forma en que opera el modelo que trata de representar la realidad. Estos se establecen en forma de ecuaciones matemáticas y restricciones, detalladas a continuación:

Ecuación de Equilibrio

$$S_t = S_{t-1} + V_{E,t} - Evap_t - V_{s,t} - V_{evac,t}$$

Dónde:

S_t : volumen del embalse al principio del período t .

S_{t-1} : volumen del embalse al principio del período $t-1$.

$V_{E,t}$: Volumen entrante de agua, período t .

$V_{s,t}$: Agua saliente del embalse. Período t .

$Evap_t$: evaporación período t .

$V_{evac,t}$: Volumen evacuado, período t .

Se hace una distinción entre el volumen de salida y el volumen evacuado, ya que el volumen de salida corresponde, en cada caso, a la media de aplanar el hidrograma, para el flujo entrante o para un flujo entre ambos; mientras tanto, el volumen evacuado corresponde al flujo por encima de la media, es necesario evacuar para evitar el derrame.

Reglas de Operación

- Cuando el volumen de entrada del embalse es mayor que el promedio histórico, este se acumula. Promedio histórico se entrega y el embalse será evacuado si se llena.
- Cuando el volumen de entrada es inferior a la media histórica, el flujo saliente es el flujo medio, suministrando el volumen almacenado para satisfacer la demanda, de lo contrario el flujo de entrada se acerca a lo que queda en el depósito por encima el volumen mínimo.
- Cuando el flujo de entrada es menor que la media y el embalse está con volumen mínimo, la entrada se entrega.

La generación de energía es una consecuencia de la operación de la represa, como embalse de riego. Esto no impone restricciones, por lo que la potencia instalada en cada caso depende de la potencia media y un factor de capacidad supuesta de 65%, dada la menor variabilidad de la carrera por la planta debido a la existencia del embalse.

9.1

Ecuación de Equilibrio y Operación del Embalse

El agua de Tordillo, siempre entregará 1.430 litros por segundo en promedio aguas abajo del embalse, con prioridad. El valor en sí mismo es de 1400 litros por segundo considerando las pérdidas por evaporación, que corresponde a un volumen anual de 44 millones de metros cúbicos.

9.2

Evaporación

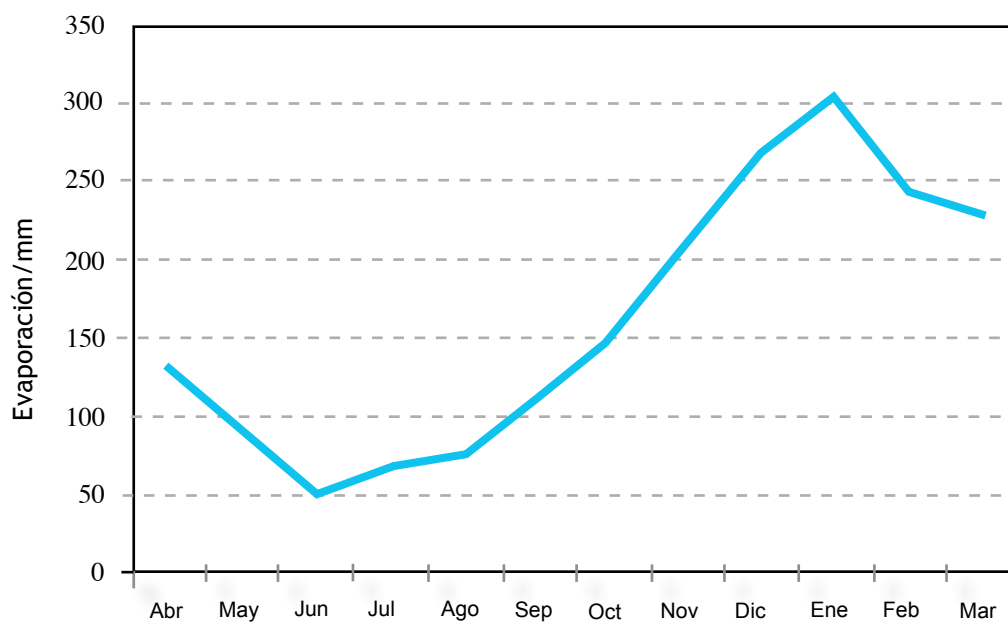
La evaporación corresponde a una pérdida en el embalse, que se estimó mensualmente con datos de la Dirección General de Aguas Vilcuya, que está aguas abajo, sin embargo esto es compensado por el efecto que evitan las laderas. La importancia de la evaporación es de entre 1% y 2%, sin embargo, debe ser considerado, y el volumen mensual se calcula con el promedio mensual multiplicado por el área dada por la curva del embalse. A continuación detalles de la estación meteorológica Vilcuya, que fueron tomadas al modelo operativo para los 4 escenarios presentados.



9.2 Evaporación

Cuadro n°8: Estación Vilcuya Evaporación (mm)

Año Hidrológico		Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
2000	2001	149,7	66,6	34	79,4	87,2	95,9	135,8	206	245,7	153,9	145,1	221,3
2001	2002	140,1	70,2	55,7	64,5	75	76	144,1	165,3	105,4	344,3	309,5	267,1
2002	2003	73,4	83,5	58	82	60,5	108,1	126,6	197,8	254,1	325,8	238,5	246,3
2003	2004	127	79,5	47,5	59	92,5	127,3	207,1	247,7	318,2	343	268,1	248,5
2004	2005	99,1	106,4	62,9	34,1	75	105,2	144,9	186,4	310,2	322,1	278	183
2005	2006	141,9	66	26,5	81,3	54,8	109	148,4	252,3	323,5	333,1	232,7	209,9
2006	2007	182,6	145	54	68	93	156	157,4	218,7	313,2	306,7	225,5	229,4
Promedio		130,5	88,2	48,4	66,9	76,9	111,1	152	210,6	267,2	304,1	242,5	229,4



9.2 Evaporación

Cuadro n°8: Evaporación para Embalse Modelo

Mes	Evaporación (mm)
Apr	130,5
May	88,2
Jun	48,4
Jul	66,9
Aug	76,9
Sep	111,1
Oct	152
Nov	210,6
Dic	267,2
Jan	304,1
Feb	242,5
Mar	229,4

9.3 Escenario A

Volúmen Embalse Río Colorado N°1 - Altura 85 m

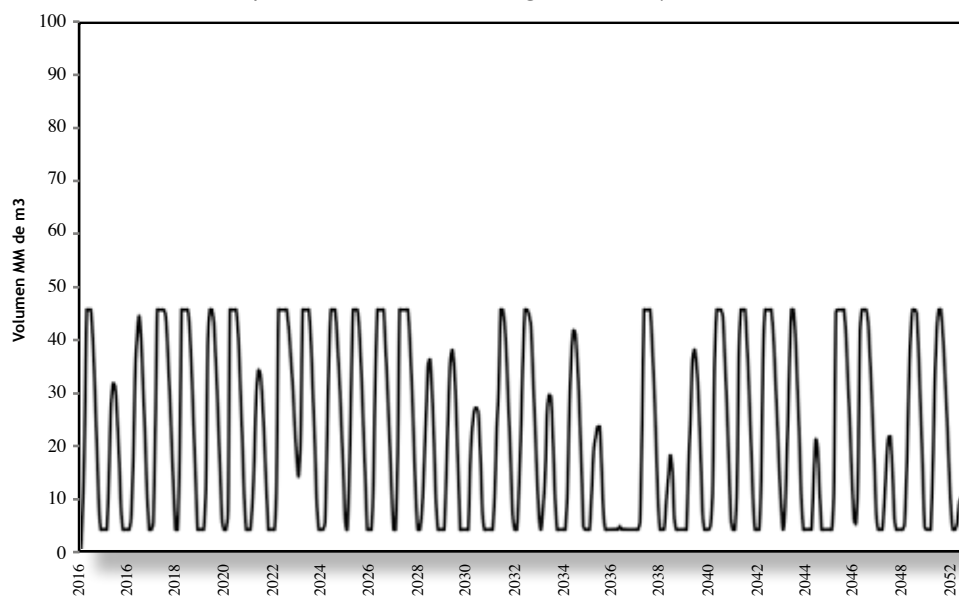


Figura n° 13: Volúmen Embalse Escenario A.

9.4 Scenario B

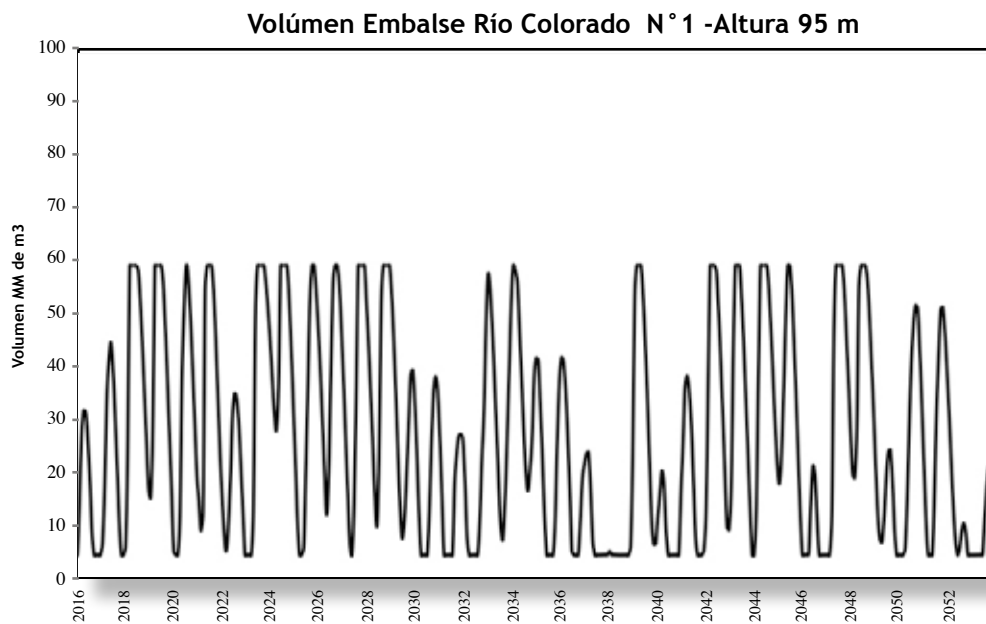


Figure n° 14: Reservoir Volume Scenario B.

9.5 Escenario C

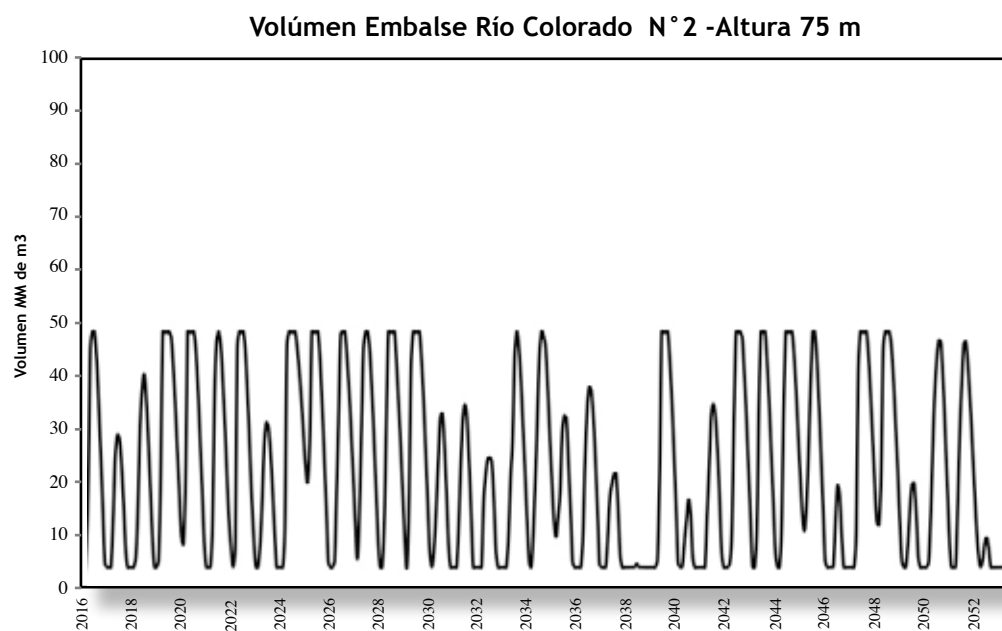


Figure n° 15: Volúmen Embalse Escenario c.

9.6 Escenario D

Volúmen Embalse Río Colorado N° 2 -Altura 85 m

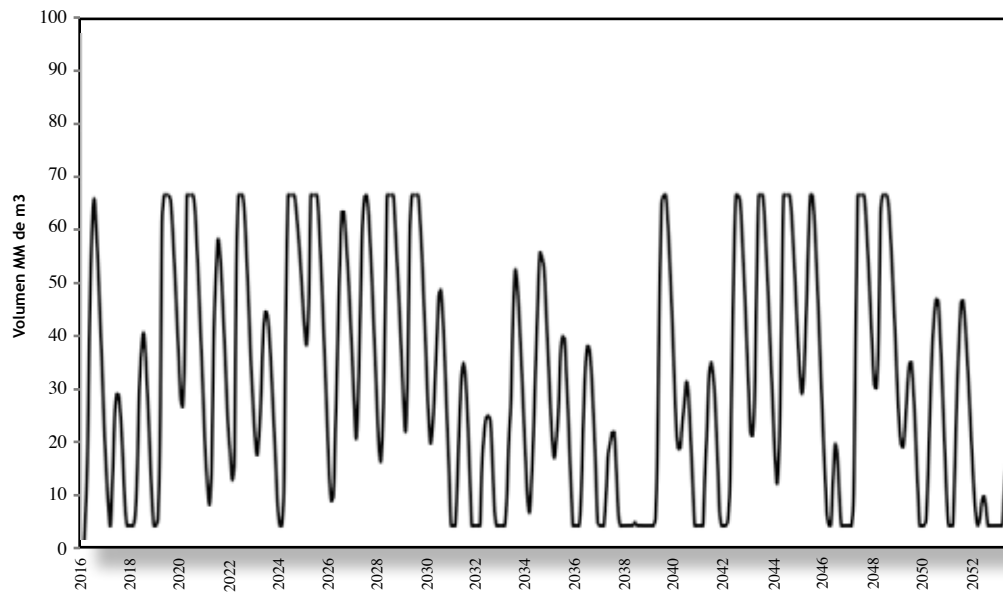


Figure n° 16: Volúmen Embalse Escenario D.



10

Consideraciones para los Escenarios Propuestos

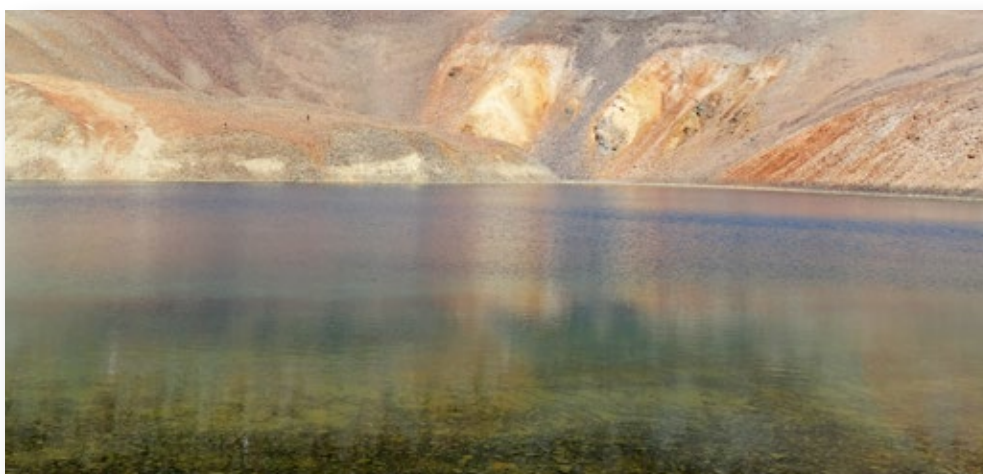
Antes de describir los principales aspectos del modelo utilizado para evaluar los embalses, se da a conocer los escenarios propuestos.

Table n° 14: Características de los Escenarios

Escenario	Embalse Vol. [hm ³]	Altura [m]	Longitud Embalse [m]	Promedio Q [m ³ /s]	Suministro de Seguridad	Fuerza de la Planta [m]
A	458	85	401	61,9	87,2%	58
B	593	95	403	61,9	90,0%	63
C	491	75	448	56,9	89,0%	48
D	676	85	483	56,9	91,5%	54

Se observa que los escenarios A y B correspondiente al embalse 1 son más beneficioso porque, a pesar de retener menos volumen, la anchura de la corona s significativamente más pequeña, ahorrando costes de inversión. Adicionalmente, se regula el caudal y suministra mayores garantías de suministro siendo bastante similar. El poder de la represa es también mayor. Entre A y B, es probable que sea más conveniente la opción B, ya que aumenta muy poco el ancho de la corona, sin embargo otra garantía en el 3% y también el poder de la planta de la represa.

Lo anterior corresponde a un análisis cuantitativo. La elección debe hacerse mediante la evaluación del flujo de caja para los 4 escenarios.



11

Costos Económicos y Generación de Ingresos

Este capítulo contiene tablas que muestran los costos de inversión, operación y los ingresos para los 4 escenarios definidos. Los costos administrativos y beneficios añadidos a los ya mencionados no han sido cuantificados, no se sabe o no se puede estimar en el momento de este estudio.

11.1

Escenario A

Cuadro n° 15: Inversiones y Operación Escenario A

Investments	MM US\$
Reservoir	383
Dam Power Plant	70
Tordillo water uptake	5
Pipe	96
Loading chamber	3
Penstock	25
Small Power Plant	28
Operational Costs	US\$/year
Reservoir	3,832.000
Dam Power Plant	2,900.000
Small Power Plant (Including other works)	2,300.000
Administrative Costs	-
Operational Incomes	US\$/year
Small Power Plant Energy	10,074.000
Firm Power Smal Plant	705.180
Dam Power Plant Energy	25,404.000
Firm Power Dam Plant	17,782.800
Acumulation and Regulation Colorado river	-
Acumulation and Regulation Tordillo water	-
Other Benefits	-

Figure n° 16: Reservoir Volume Scenario D.

11.2 Escenario B

Cuadro n° 16: Inversiones y Operación Escenario B

Investments	MM US\$
Reservoir	437
Dam Power Plant	76
Tordillo water uptake	5
Pipe	96
Loading chamber	3
Penstock	25
Small Power Plant	28
Operational Costs	US\$/year
Reservoir	4,372.000
Dam Power Plant	3,150.000
Small Power Plant (Including other works)	2,300.000
Administrative Costs	-
Operational Incomes	US\$/year
Small Power Plant Energy	10,074.000
Firm Power Smal Plant	705.180
Dam Power Plant Energy	27,594.400
Firm Power Dam Plant	1,931.580
Acumulation and Regulation Colorado river	-
Acumulation and Regulation Tordillo water	-
Other Benefits	-



11.3 Escenario C

Cuadro n° 17: Inversiones y Operación Escenario c

Investments	MM US\$
Reservoir	396
Dam Power Plant	58
Tordillo water uptake	4
Pipe	96
Loading chamber	3
Penstock	25
Small Power Plant	30
Operational Costs	US\$/year
Reservoir	3,964.000
Dam Power Plant	2,400.000
Small Power Plant (Including other works)	2,500.000
Administrative Costs	-
Operational Incomes	US\$/year
Small Power Plant Energy	10,950.000
Firm Power Smal Plant	766.500
Dam Power Plant Energy	21,024.000
Firm Power Dam Plant	1,471.680
Acumulation and Regulation Colorado river	-
Acumulation and Regulation Tordillo water	-
Other Benefits	-

11.4 Escenario D

Cuadro n° 18: Inversiones y Operación Escenario D

Investments	MM US\$
Reservoir	470
Dam Power Plant	65
Tordillo water uptake	4
Pipe	96
Loading chamber	3
Penstock	25
Small Power Plant	30
Operational Costs	US\$/year
Reservoir	4,704.000
Dam Power Plant	2,700.000
Small Power Plant (Including other works)	2,500.000
Administrative Costs	-
Operational Incomes	US\$/year
Small Power Plant Energy	10,950.000
Firm Power Smal Plant	766.500
Dam Power Plant Energy	23,652.000
Firm Power Dam Plant	1,655.640
Acumulation and Regulation Colorado river	-
Acumulation and Regulation Tordillo water	-
Other Benefits	-

12

Consideraciones Finales

Para el propósito de conducir las aguas de la cuenca Tordillo se ha realizado el diseño conceptual de tubería, que se desarrolla en la superficie libre. Esta tubería lleva el agua a una cámara de carga donde la electricidad es generada y luego se acumula en el embalse, se optó entre los 4 escenarios propuestos.

La velocidad de flujo de 143 litros por segundo que es extraída de la cuenca del Tordillo en promedio que puede entregar mensualmente a través de la regulación.

La evaporación del producto para dar el flujo neto corresponde a 140 litros por segundo, o una cantidad promedio de 4,4 millones de metros cúbicos por año.

Cuatro escenarios fueron generados para elegir la alternativa más adecuada para la acumulación del embalse, que llevará a cabo la regulación estacional del Río Colorado asumiendo el uso no consuntivo derechos de cualquier año por encima de la media.

Dadas las simulaciones, el Embalse 1 (Escenario B), cuando sea técnicamente factible y se recomienda la evaluación económica de los 4 escenarios. Se calcularon los costos de inversión, operación y los ingresos para los escenarios, sin tener en cuenta los beneficios de la temporada ajuste para el Valle de Aconcagua, como también las plantas de aguas abajo. La rentabilidad del proyecto dependerá de estos factores y otros beneficios o costos, para ser analizadas en un estudio posterior.



13

Conclusión

En este análisis, un estudio hidrológico de la zona que alimenta tanto a la laguna Tordillo Alto como Tordillo Bajo se lleva a cabo, cuyo flujo está formado por la interceptación de un sistema de cuencas capaz de producir la escorrentía superficial que se libera través de varios afluentes hacia estos depósitos naturales.

El análisis se establece en el comportamiento de las cuencas de la presencia de lluvia y nevadas con un período de retorno de 10 años extraídos de las mediciones (capacidades) de los flujos medidos desde los ríos Juncal y Colorado.

La topografía, información cartográfica y la definición de parámetros que permiten describir las características fisiográficas del suelo son reconocidas.

Se estima que la escorrentía de la cuenca a través de metodologías cuyo uso es ocasional por la capacidad de los flujos, con la intención de obtener un diseño de flujo.

1 Descripción de las Cuencas

En esta parte algunos parámetros o constantes que se obtienen del proceso de información cartográfica y topográfica más las características fisiográficas del conjunto de cuencas que forman el objetivo de este estudio para el mantenimiento de los niveles freáticos de ambas lagunas, Tordillo Alto y Bajo, se han tenido en cuenta.

1.1 Descripción Hidrológico de las cuencas

1.1.1 Cuencas de limitación Cuenca delimitación consiste en definir la línea divisoria que divide las gotas de lluvia que caen en las cuencas cercanas y que guía la escorrentía superficial que se traduce por uno u otro sistema fluvial. De acuerdo a las líneas divisorias, la zona de estudio fue dividido en dos subcuencas, llamando cuenca 1 del área del drenaje oeste y cuenca 2 el área de drenaje oriental.

1.1.2 Caracterización de la cuenca a través de sus parámetros geomorfológicos

- a. Área y perímetro En general, esta área se expresa en kilómetros cuadrados. en caso de medidas muy pequeñas, se expresan en hectáreas como en esta situación. La longitud de la línea divisoria da como resultado el perímetro de la cuenca y se expresa en metros. En la tabla 2.1 se muestra el área y el perímetro de cada cuenca que ha de considerarse.
- b. Forma de la cuenca Es muy difícil expresar satisfactoriamente a través de un índice numérico el efecto de la forma de la cuenca sobre las características hidrológicas del flujo. Varios índices se han sugerido para expresar la forma de la cuenca.

Factor de forma (KS) .- Es un parámetro a dimensional que indica lo redondeado o la forma alargada de la cuenca y que se define como la relación entre la zona A de la cuenca y el cuadrado del rango máximo (L). El factor de forma da una indicación de la tendencia a la inundaciones, cuando este valor es mayor tenemos inundaciones rápidas y muy intensas mientras que cuando el valor es pequeño las inundaciones son muy lentas y sostenido. Índice Gravelius (Kc) .- igual que el parámetro anterior, el índice Gravelius describe la geometría de la cuenca y es un parámetro a dimensional que se relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de una círculo de la misma zona de la cuenca. Su importancia radica en su apretada relación con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

Parámetros Geomorfológicos					
Cuenca	Area y Perímetro		Forma de la Cuenca		
	Area (Hts)	P (m)	Factor Forma (Ks)	Indice (Kc)	Clasificación
1	15	6,000	0.36	1.19	Casi circular (1.00-1.25)
2	21	8,000	0.27	1.32	Óvalo circular (1.26 - 1.50)

c. Sistema de Drenaje

Los sistemas de drenaje están estrechamente relacionados con las condiciones superficiales que caracterizan a una cuenca, lo mismo que es producto del proceso de erosión de los que ha sido objeto.

Número de orden de la cuenca (N).-

El número de orden de la cuenca está estrechamente relacionada con el número de brazos de la red de drenaje. Cuando los afluentes ramificados son menos, más altas son las infiltraciones, debido a la presencia de material permeable en la zona. En este caso extremo para ambas cuencas no hay afluentes ramificados que demuestran un alto nivel de impermeabilidad de los suelos que guían las aguas y los llevan tanto a los depósitos.

Densidad del Drenaje.-

La densidad de drenaje o los flujos de densidad es la relación entre la longitud total de los flujos de agua de la cuenca y su total de área.

d. Caracterización de la compensación de la cuenca Pendiente de la cuenca.- Permite conocer el tiempo de concentración o el tiempo que el agua de lluvia es de lluvia directa o nieve derretida concentradas en las camas fluviales que constituyen el drenaje rojo y su influencia en el máximo rango y la degradación potencial de la cuenca, especialmente en suelos desprotegidos de baja cobertura vegetal como en el caso que se está estudiando.

Análisis estadístico de los datos hidrológicos

El análisis estadístico consiste en medir un conjunto de datos (precipitaciones y flujos) con el fin de extrapolar y conocer los próximos eventos.

Periodo Retorno

Es el tiempo promedio en que un evento hidrológico vuelve a suceder. Como en este caso hay pocas estaciones de monitoreo que podrían permitir proyectar este evento, las variaciones de los caudales de los ríos que se forman a través de estos conjuntos de cuencas que se generan a partir de dos cuencos esta represa una cantidad importante de agua y la reserva lo que se regula de forma natural manteniendo sus capacidades constantes fueron analizadas.

1.3. Intensidad de las curvas - duración - frecuencia Estas curvas se utilizan ampliamente como herramientas de ingeniería para la planificación, diseño y propósitos de operación de las obras hidráulicas, así como la protección de obras de ingeniería contra inundaciones máximas que con la presente los datos son difíciles de obtener. Clasificación hidrológica de los suelos El método desarrollado por el Servicio de Conservación de suelos, clasifica los suelos en cuatro grupos, teniendo en cuenta tres propiedades fundamentales que son:

- Profundidad del nivel freático en la temporada de invierno.
- La infiltración y permeabilidad del suelo después de una larga humectación. -
- Profundidad hasta el estrato de muy baja permeabilidad.

Debido al hecho de que no hay cobertura vegetal del estrato superficial y sobre la base de los resultados obtenidos del análisis visual y topográfico ambos la cuenca y los suelos fueron clasificados como tipo C, con una leve alto potencial de escurrimiento superficial sin infiltración importante esto debido a la grava superficial existente sin ranuras visibles.

Condición Hidrológica.- El prado situado en las cuencas, especialmente en Tordillo Bajo se evalúa con una condición hidrológica compuesto porque tiene una ligera vegetación en su terraza.

Cuadro 4.1.- Condición Hidrológica del suelo

Condiciones Hidrológicas		
Tipo de Condición	Cuenca	
	#1	#2
<50 % de la área cubierta	✓	
Alta intensidad de pastoreo - malo		
50 - 75 % de la área cubierta		✓
Media intensidad de pastoreo- regular		

2. Recomendaciones Tras el análisis de los resultados obtenidos, las siguientes son las conclusiones:
- 2.1 Si bien es cierto que el análisis de los datos no cubren un registro extendido de los flujos, los criterios de selección de la cuenca tipo permite prever un porcentaje mínimo de infiltración pudiendo obtener como flujo de entrada de ambas represas naturales cuyas medidas en los afluentes que se originan en cada tazón.
 - 2.2 Para un mejor análisis es necesario para aumentar la muestra con registros de más estaciones pluviométricas para ser instaladas debido a que en la zona hay muy pocas.
 - 2.3 A pesar de que el imperio del MOP dice que debe estar disponible datos para un periodo de retorno de 20 años para el diseño de estaciones de descarga, las estructuras de drenaje se pueden implementar hoy, puede solo ser diseñado con un flujo con diez años de recurrencia.
 - 2.4 Debido al material superficial suelto vallas de protección deben ser implementadas en las tomas de agua con el fin de mantener los residuos sólidos que bloquearan el flujo del agua a través de estos con el propósito de guiar aguas abajo.
 - 2.5 Para absorber las pendientes en la zona, si es necesario conducir el agua, tanques de almacenamiento deben ser construidos para reducir los peak de flujo con el fin de sustituir la deficiencia de carga hidráulica en la toma de las pendientes.
 - 2.6 Se recomienda la colocación estratégica de estaciones meteorológicas para el procesamiento, el ajuste y la obtención de las curvas de intensidad - duración - frecuencia de los sectores norte, centro y sur de la ciudad de Los Andes.
 - 2.7 Fomentar la investigación de las cuencas hidrográficas completas para ayudar a calcular un tasa de escorrentía superficial y adaptarla al uso de agua para consumo y la generación de energía a través de centrales de paso.