

1.- CARACTERIZACION RÍO PEUCO

El Río Peuco se ubica en la Sexta Región, del Libertador General Bernardo O'Higgins, formando parte de la red de drenaje del Río Maipo y corresponde a un cauce de cordillera media. El río caracteriza principalmente por ser un cauce de régimen mixto nivo pluvial, al actuar de desagüe de un amplio sector de la cordillera media de San Francisco de Mostazal. Este río es afluente al río Maipo.

El río Peuco nace de la cordillera media frente al sector de angostura en San Francisco de Mostazal. Presenta un sentido de escurrimiento de este a oeste en una longitud aproximadamente 27 km. Aportan a su cauce las aguas una importante red de quebradas. Fuera del área de estudio el río Peuco confluye con el estero Codegua para luego entregar sus recursos al Río Angostura.

1.1.- RED FLUVIOMETRICA

El río Peuco NO cuenta con estación Fluvimétrica de medición administrada por la DGA a través de sus Servicio Hidrométrico Nacional.

1.2.- ANÁLISIS HIDROLÓGICO

El objetivo de este análisis es determinar los caudales de crecida del estero, como el área de estudio no cuenta con estaciones fluvimétricas la determinación de estos se realiza por medio de fórmulas empíricas.

Disponibilidad de Información Fluvimétrica.

El río Peuco es un cauce natural que no posee estación de aforo ni control fluvimétrico, por lo cual los datos deben ser generados para estimar los caudales asociados a las probabilidades de retorno escogidas. Por lo cual se realiza una estimación de los caudales del Estero por medio **transposición de caudales** con la estación fluvimétrica Hacienda las Nieves del Río Claro la que se encuentra distante a 20 km de sector en estudio.

Según Bibliografía CNR, Programa "Desarrollo de Capacidades para la Innovación Tecnología den Riego y Drenaje en las Regiones VIII, IX, X con el Objetivo de Fortalecer la Aplicación de Instrumentos de Fomento del Estado" CURSO Análisis Hidrológico, se describe el siguiente procedimiento para la determinación de caudal en una cuenca como la del río Peuco presentada en el presente proyecto:

DETERMINACION DE CAUDALES EN FUENTES SIN REGISTROS FLUVIOMETRICOS

Una cuenca sin registros es una cuenca no controlada y por tanto la única forma de conocer sus caudales es a través de la generación de éstos mediante métodos indirectos. Los métodos más comúnmente utilizados son: a) Métodos basados en datos fluvimétricos; b) Métodos basados en datos pluviométricos; c) Métodos basados en datos fisiográficos y d) Modelos de simulación.

Métodos basados en datos fluvimétricos

En caso de disponer de registros fluviométricos de estaciones localizadas en cuencas vecinas al área en estudio, y que presenten características similares respecto a su geomorfología, cobertura vegetal, clima y suelo, los caudales medios podrán ser determinados en base a la aplicación de métodos de transposición de caudales o correlación entre estaciones.

TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES

Este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un período de tiempo considerado. De acuerdo a esto, los caudales medios de la cuenca en estudio quedan determinados por la relación:

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

donde :

Q1	= caudal medio de la cuenca en estudio
Q2	= caudal medio de la cuenca base
A1	= área de la cuenca en estudio
A2	= área de la cuenca base
P1	= precipitación de la cuenca en estudio
P2	= precipitación de la cuenca base

Los resultados así generados deben ser analizados cuidadosamente en la perspectiva que se cumplan los requisitos básicos. Su aplicación se recomienda principalmente para la determinación de caudales medios anuales, aún cuando con ciertas precauciones también permiten generar caudales medios mensuales.

Dicha metodología fue usada para la determinación de los caudales del río Peuco determinando la estadística Fluviométrica de una cuenca homogénea y cercana, desde este punto se ocupa la Estadística Fluviométrica del Río Claro de Rengo ubicada a 65 km del punto de estudio del río Peuco. Se presentan sus características y planos de ubicación, área de drenaje en el primer informe. Se presentó una hidrología de 56 años de registros fluviométricos construyendo un registro de larga data para el proyecto desarrollado.

Precipitación Media Anual (Pma)

La determinación de las Pma para ambas cuencas se realiza a partir de los planos de isoyetas escala 1:500.000 del estudio "Balance Hídrico de Chile" de la Dirección General de Aguas.

El valor se interpola desde el centroide de la región de las cuencas señaladas a las curvas de isoyetas de Pma, obteniendo los siguientes valores:

P1 = 1.670 mm	precipitación de la cuenca en estudio
P2 = 1.372 mm	precipitación de la cuenca base

Para ambas cuencas tanto el patrón y la de estudios se cruzan las isoyetas de precipitación media anual de 1000-1500-2000 mm.

Para la zona de estudio se consideraron las estaciones vigentes, homogéneas y representativas con el fin de estimar el caudal del río Peuco. El Río Peuco corresponde a una cuenca nivo-pluvial con un área de drenaje aproximada de 16.000 ha. (antes de inicio de las bocatomas de los canales). Posee un área nival media, colindante a las áreas más altas como la de río Maipo por el nororiente y río Cachapoal por el suroriente. Su altitud máxima bordea los 3.000 msnm. Por otro parte la cuenca patrón escogida posee características similares, cuenca nivo pluvial, rodeada por las cuencas más altas de Cachapoal por el nororiente y Tinguiririca por sur oriente, su altitud media bordea los 3.000 msnm.

Se descarto el uso de estaciones fluviométricas de la cuenca del Maipo, cuya altitud máxima superan los 6.000 msnm, así como también las de Cachapoal y Tinguiririca con altitudes que bordean los 5.000 msnm. Estas últimas tres cuencas con un grado de intervención mucho mayor en cuanto a sus usos mineros e hidroeléctricos.

Se considero que la cuenca del río Claro de Rengo distante a 64 km presenta homogeneidad con la cuenca del Río Peuco, áreas de drenaje cercanos, valles pre-cordilleranos de características similares, sin intervención hidroeléctricas y mineras aguas arriba.

El método de trasposición de caudales permitió la estimación de los caudales de la cuenca de estudio para los meses de máxima demanda correspondientes a dic, ene y feb. Mostrados en **Tabla 2 Estimación de Caudales medios mensuales del Río Peuco**

Análisis de Frecuencia.

Se busca establecer la relación entre los eventos de caudales medios mensuales en el río Peuco y su frecuencia de ocurrencia, mediante el uso de distribuciones de probabilidades.

Procedimiento

Se realiza el análisis de frecuencia en forma gráfica.

Solución Gráfica: se utiliza la distribución Gumbel siguiendo el siguiente procedimiento:

- a) Determinación de la posición de graficado.
- b) Ajuste de la curva.
- c) Elección de la probabilidad de diseño.

Para la determinación de la posición de trazado se ocupa la fórmula de Weisbull.

Probabilidad de excedencia (P)

$$P = \frac{m}{N + 1}$$

Donde: N: Nº total de valores de la muestra

m: Nº de orden de los valores

Tabla 1 Caudales medios mensuales Río Claro de Rengo

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PAGINA
FECHA EMISION INFORME

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)
PERIODO: 1920 - 2016

Estación : RIO CLARO EN HACIENDA LAS NIEVES

Código BNA: 06013001-9

Altitud : 720 msnm

Cuenca : Río Rapel

Latitud S : 34 29 00

Longitud W : 70 42 00

SubCuenca : Río Cachapoal Bajo (Bajo jta Río Claro y E Rapel)

UTM Norte : 6181890 mts

UTM Este : 343650 mts

Área de Drenaje: 276 km2

Año	Diciembre (m3/s)	Enero (m3/s)	Febrero (m3/s)	Promedio (m3/s)	Nº de orden	Evento (m3/s)	Probabilidad (%)	Periodo de retorno (años)
1960	9.43	6.22	8.62	8.09	1	16.50	0.017	59.00
1961	4.54	3.16	14.14	7.28	2	14.45	0.034	29.50
1962	7.93	4.35	8.77	7.02	3	14.17	0.051	19.67
1963	5.02	3.68	21.23	9.98	4	14.00	0.068	14.75
1964	18.13	9.02	7.42	11.52	5	13.96	0.085	11.80
1965	6.51	3.62	15.09	8.41	6	13.15	0.102	9.83
1966	15.83	7.94	12.58	12.12	7	12.79	0.119	8.43
1967	12.95	8.43	11.24	10.87	8	12.16	0.136	7.38
1968	5.65	3.71	2.51	3.96	9	12.12	0.153	6.56
1969	2.61	1.92	13.29	5.94	10	12.04	0.169	5.90
1970	6.18	3.23	8.68	6.03	11	11.80	0.186	5.36
1971	4.3	2.59	10.22	5.70	12	11.72	0.203	4.92
1972	6.61	3.03	19.16	9.60	13	11.52	0.220	4.54
1973	18.26	11.41	12.2	13.96	14	11.03	0.237	4.21
1974	9.1	6.11	10.84	8.68	15	10.90	0.254	3.93
1975	9.46	4.98	12.8	9.08	16	10.88	0.271	3.69
1976	8.25	4.84	8.2	7.10	17	10.87	0.288	3.47
1977	7.11	5	13.03	8.38	18	10.84	0.305	3.28
1978	9.92	6.2	20.35	12.16	19	10.74	0.322	3.11
1979	11.52	7.55	13.57	10.88	20	10.54	0.339	2.95
1980	12.29	8.84	10.5	10.54	21	9.98	0.356	2.81
1981	11.58	8.54	6.89	9.00	22	9.69	0.373	2.68
1982	6.57	4.53	27.28	12.79	23	9.60	0.390	2.57
1983	22.11	15.23	12.16	16.50	24	9.30	0.407	2.46
1984	10.06	6.24	23.15	13.15	25	9.15	0.424	2.36
1985	14.64	9.91	10.85	11.80	26	9.08	0.441	2.27
1986	6.89	5.2	12.56	8.22	27	9.00	0.458	2.19
1987	8.5	8.52	12.04	9.69	28	8.91	0.475	2.11
1988	9.43	6.22	9.31	8.32	29	8.90	0.492	2.03
1989	6.31	5.42	11.01	7.58	30	8.68	0.508	1.97
1990	7.25	5.56	6.49	6.43	31	8.41	0.525	1.90
1991	4.38	3.55	16.97	8.30	32	8.38	0.542	1.84
1992	10.46	6.89	15.36	10.90	33	8.32	0.559	1.79
1993	10.33	5.77	16.42	10.84	34	8.30	0.576	1.74
1994	12.47	7.63	12.98	11.03	35	8.22	0.593	1.69
1995	8.18	6.72	12.55	9.15	36	8.09	0.610	1.64
1996	7.2	5.99	3.63	5.61	37	8.05	0.627	1.59
1997	4.01	3.54	19.14	8.90	38	7.94	0.644	1.55
1998	16.73	12.13	3.35	10.74	39	7.67	0.661	1.51
1999	4.05	4.19	10.51	6.25	40	7.58	0.678	1.48
2000	7.74	5.34	22.07	11.72	41	7.28	0.695	1.44
2001	15.09	7.98	20.28	14.45	42	7.10	0.712	1.40
2002	13.27	7.38	21.34	14.00	43	7.04	0.729	1.37
2003	20.93	11.62	9.95	14.17	44	7.02	0.746	1.34
2004	7.77	5.6	7.32	6.90	45	6.90	0.763	1.31
2005	6.2	5.14	16.56	9.30	46	6.53	0.780	1.28
2006	13.26	8.34	14.53	12.04	47	6.43	0.797	1.26
2007	11.18	5.92	6.73	7.94	48	6.25	0.814	1.23
2008	5.06	5.36	12.6	7.67	49	6.17	0.831	1.20
2009	8.04	6.22	9.88	8.05	50	6.07	0.847	1.18
2010	9.43	6.22	5.48	7.04	51	6.03	0.864	1.16
2011	5	3.26	6.84	5.03	52	5.94	0.881	1.13
2012	3.87	2.59	12.04	6.17	53	5.70	0.898	1.11
2013	14.69	6.41	5.62	8.91	54	5.61	0.915	1.09
2014	3.76	1.44	7.61	4.27	55	5.03	0.932	1.07
2015	4.47	2.85	5.91	4.41	56	4.41	0.949	1.05
2016	8.24	3.68	6.29	6.07	57	4.27	0.966	1.04
2017	9.7	5.74	4.16	6.53	58	3.96	0.983	1.02

Tabla 2 Estimación de Caudales medios mensuales del Río Peuco

Cauce base Río Claro de Rengo en Hacienda las Nieves

Area Río Claro de Rengo 27,600 ha
Area Río Peuco 16,924 ha
Precipitación Media Anual Río Claro de Rengo 1372 mm
Precipitación Media Anual Río Peuco 1670 mm

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

Caudales medios mensuales (m3/s) Estero Tipaume
Análisis de frecuencia
A1*P1/A2*P2: 0.746

Acciones Río Peuco 10,000
Acciones Tronco Chada-Culitrín 4,262
Acciones Picarquín 1,800
Acciones Chada 2,321
Acciones Culitrín 1,941

Año	Diciembre (m3/s)	Enero (m3/s)	Febrero (m3/s)	Promedio (m3/s)	Nº de orden	Evento (m3/s)	Probabilidad (%)	Periodo de retorno (años)
1960	7.04	4.64	6.43	6.04	1	12.32	0.017	59.00
1961	3.39	2.36	10.55	5.43	2	10.79	0.034	29.50
1962	5.92	3.25	6.55	5.24	3	10.57	0.051	19.67
1963	3.75	2.75	15.85	7.45	4	10.45	0.068	14.75
1964	13.53	6.73	5.54	8.60	5	10.42	0.085	11.80
1965	4.86	2.70	11.26	6.27	6	9.81	0.102	9.83
1966	11.82	5.93	9.39	9.04	7	9.55	0.119	8.43
1967	9.67	6.29	8.39	8.12	8	9.07	0.136	7.38
1968	4.22	2.77	1.87	2.95	9	9.04	0.153	6.56
1969	1.95	1.43	9.92	4.43	10	8.99	0.169	5.90
1970	4.61	2.41	6.48	4.50	11	8.81	0.186	5.36
1971	3.21	1.93	7.63	4.26	12	8.75	0.203	4.92
1972	4.93	2.26	14.30	7.17	13	8.60	0.220	4.54
1973	13.63	8.52	9.11	10.42	14	8.23	0.237	4.21
1974	6.79	4.56	8.09	6.48	15	8.14	0.254	3.93
1975	7.06	3.72	9.55	6.78	16	8.12	0.271	3.69
1976	6.16	3.61	6.12	5.30	17	8.12	0.288	3.47
1977	5.31	3.73	9.73	6.25	18	8.09	0.305	3.28
1978	7.40	4.63	15.19	9.07	19	8.01	0.322	3.11
1979	8.60	5.64	10.13	8.12	20	7.87	0.339	2.95
1980	9.17	6.60	7.84	7.87	21	7.45	0.356	2.81
1981	8.64	6.37	5.14	6.72	22	7.23	0.373	2.68
1982	4.90	3.38	20.36	9.55	23	7.17	0.390	2.57
1983	16.50	11.37	9.08	12.32	24	6.94	0.407	2.46
1984	7.51	4.66	17.28	9.81	25	6.83	0.424	2.36
1985	10.93	7.40	8.10	8.81	26	6.78	0.441	2.27
1986	5.14	3.88	9.37	6.13	27	6.72	0.458	2.19
1987	6.34	6.36	8.99	7.23	28	6.65	0.475	2.11
1988	7.04	4.64	6.95	6.21	29	6.64	0.492	2.03
1989	4.71	4.05	8.22	5.66	30	6.48	0.508	1.97
1990	5.41	4.15	4.84	4.80	31	6.27	0.525	1.90
1991	3.27	2.65	12.67	6.19	32	6.25	0.542	1.84
1992	7.81	5.14	11.46	8.14	33	6.21	0.559	1.79
1993	7.71	4.31	12.26	8.09	34	6.19	0.576	1.74
1994	9.31	5.69	9.69	8.23	35	6.13	0.593	1.69
1995	6.11	5.02	9.37	6.83	36	6.04	0.610	1.64
1996	5.37	4.47	2.71	4.18	37	6.01	0.627	1.59
1997	2.99	2.64	14.29	6.64	38	5.93	0.644	1.55
1998	12.49	9.05	2.50	8.01	39	5.73	0.661	1.51
1999	3.02	3.13	7.84	4.66	40	5.66	0.678	1.48
2000	5.78	3.99	16.47	8.75	41	5.43	0.695	1.44
2001	11.26	5.96	15.14	10.79	42	5.30	0.712	1.40
2002	9.90	5.51	15.93	10.45	43	5.26	0.729	1.37
2003	15.62	8.67	7.43	10.57	44	5.24	0.746	1.34
2004	5.80	4.18	5.46	5.15	45	5.15	0.763	1.31
2005	4.63	3.84	12.36	6.94	46	4.88	0.780	1.28
2006	9.90	6.22	10.84	8.99	47	4.80	0.797	1.26
2007	8.34	4.42	5.02	5.93	48	4.66	0.814	1.23
2008	3.78	4.00	9.40	5.73	49	4.60	0.831	1.20
2009	6.00	4.64	7.37	6.01	50	4.53	0.847	1.18
2010	7.04	4.64	4.09	5.26	51	4.50	0.864	1.16
2011	3.73	2.43	5.11	3.76	52	4.43	0.881	1.13
2012	2.89	1.93	8.99	4.60	53	4.26	0.898	1.11
2013	10.96	4.78	4.19	6.65	54	4.18	0.915	1.09
2014	2.81	1.07	5.68	3.19	55	3.76	0.932	1.07
2015	3.34	2.13	4.41	3.29	56	3.29	0.949	1.05
2016	6.15	2.75	4.69	4.53	57	3.19	0.966	1.04
2017	7.24	4.28	3.10	4.88	58	2.95	0.983	1.02

Dotación Accionaria de los Canales del Río Peuco

El Río Peuco divide sus aguas en 7 obras de captación desde el cauce con la siguiente dotación accionaria:

N°	CANAL	N° ACCIONES	PORCENTAJE (%)	ANCHO MARCO (MT)
1	PILAY	200	2,0	0,140
2	CÁREN	1.338	13,38	0,937
3	TRONCO CHADA-CULITRIN	4.262	42,62	2,937
4	PICARQUÍN	1.800	18,0	1,260
5	ROMERAL	600	6,0	0,420
6	PEUCO	1.080	10,80	0,756
7	SANTA TERESA	720	7,20	0,504
TOTAL		10.000	100	7

A su vez el canal Tronco Chada-Culitrin divide sus aguas de acuerdo con la siguiente proporción:

Asociación de Canales Canal Culitrin	54,46%	2.321 acc del Río Peuco
Comunidad de Aguas Hacienda Chada	45,54%	1.941 acc del Río Peuco

De esta misma forma las aguas del canal Hacienda Chada son repartidas en la siguiente proporción:

Chada La Turbina	41,67%	808,81 acc del Río Peuco
Chada Tanque	58,33%	1.132,19 acc del Río Peuco

Las aguas del sector Chada Tranque son abastecido por el Tranque Chada el cual posee un volumen de 900.000 m³, de régimen anual, llenado con recursos provenientes desde el Río Peuco desde abril a septiembre.

RÍO PEUCO		
Caudal con 85% de probabilidad	4.526	m ³ /s
Caudal con 50% de probabilidad	6.561	m ³ /s

Canales	Acc Río Peuco	Q85% (m3/s)	Q50% (m3/s)
CANAL Picarquín	1,800.00	0,815	1.18
CANAL Tronco Chada - Culitrin	4,262.00	1.929	2.80
CANAL Chada	1,941.00	0,870	1.27
CANAL Chada Tranque	808.81	0,366	0.53
CANAL Chada Turbina	1,132.19	0,512	0.74
CANAL Culitrin	2,321.00	1.05	1.52

La comunidad de aguas del canal Culitrin distribuye su caudal en un total de 4.262 acciones de rio, la cual tiene la siguiente relación como se muestra a continuación.

Para caudal con 85% de probabilidad de excedencia:

$$Rel = \frac{1.085 \text{ l/s}}{2321 \text{ acc}} = 0,4467 \text{ (l/s/acc)}$$

Para caudal con 50 % de probabilidad de excedencia:

$$Rel = \frac{1.520}{2321} = 0,6549 \text{ (l/s/acc)}$$

El Proyecto mejoramiento canal Culitrin se ubica entre los Km 2,460-2,960 , siendo la única entrega de agua en el tramo del proyecto, donde las acciones que se benefician son las 2.321 acciones totales.

De esta forma se tiene:

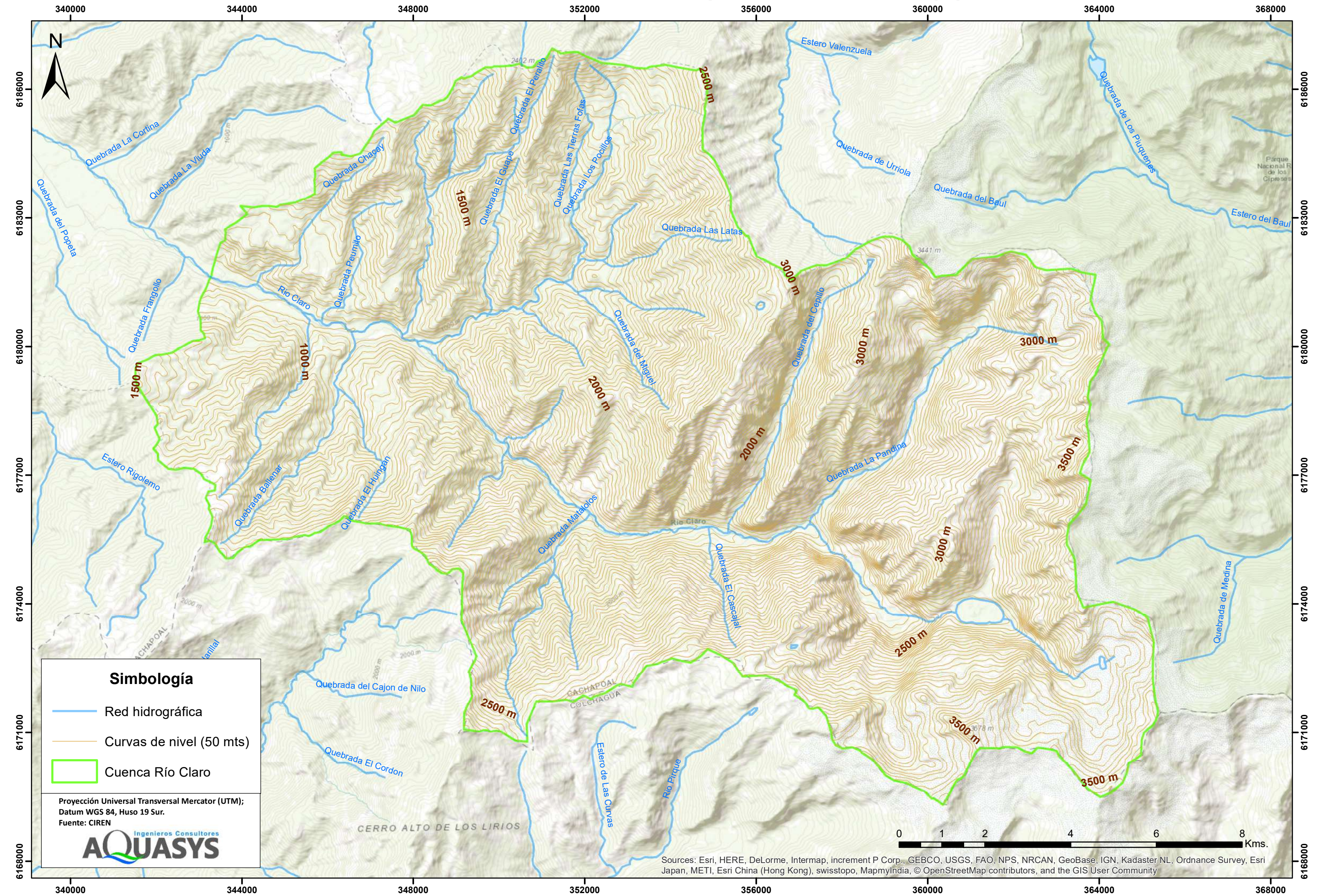
$$Q_{85\%} = 0,4467 \text{ (l/s/acc)} * 2.321 \text{ (acc)}$$

$$Q_{85\%} = 1.085 \text{ (l/s)}$$

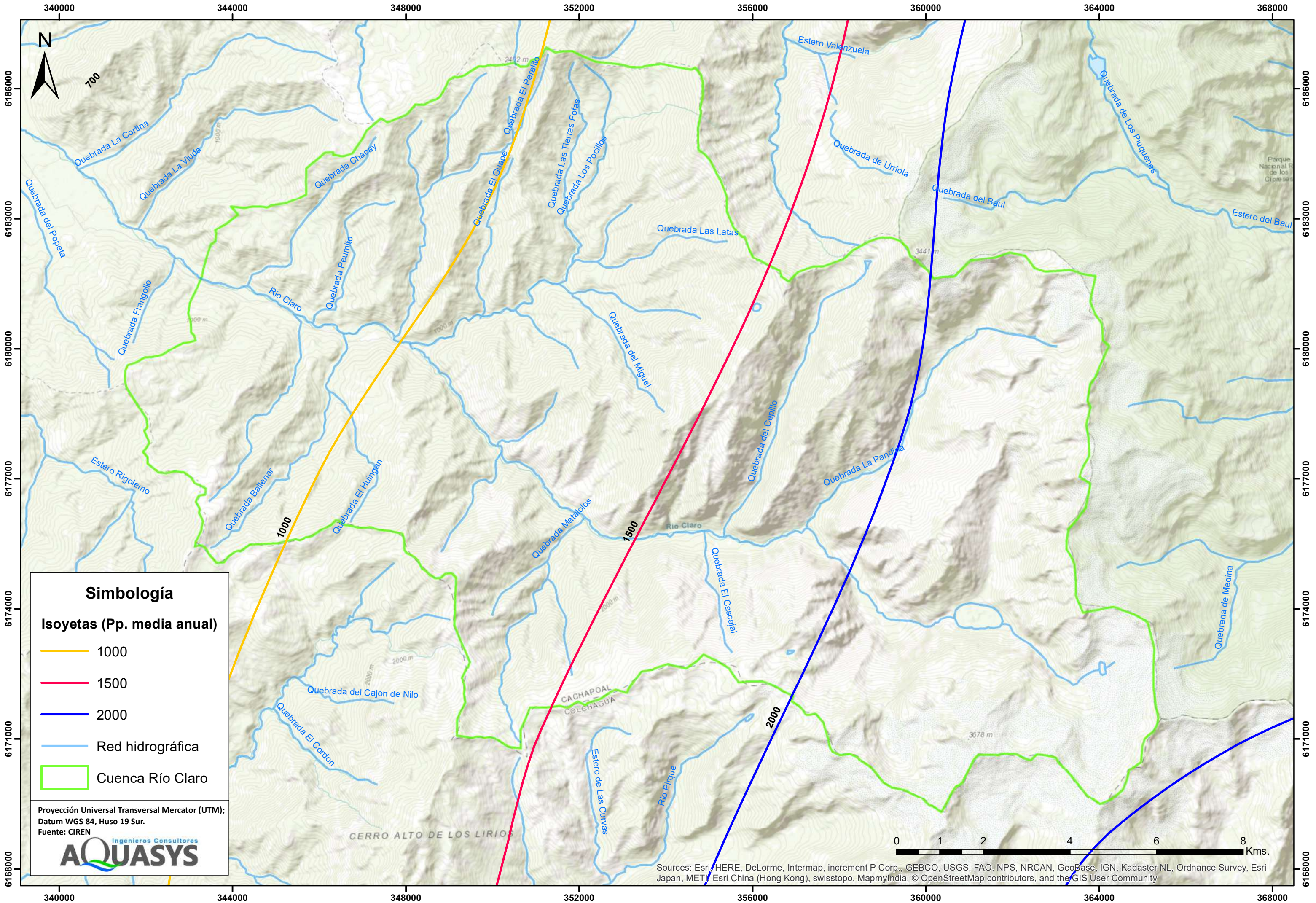
$$Q_{50\%} = 0,6549 \text{ (l/s/acc)} * 2.321 \text{ (acc)}$$

$$Q_{50\%} = 1.520 \text{ (l/s)}$$

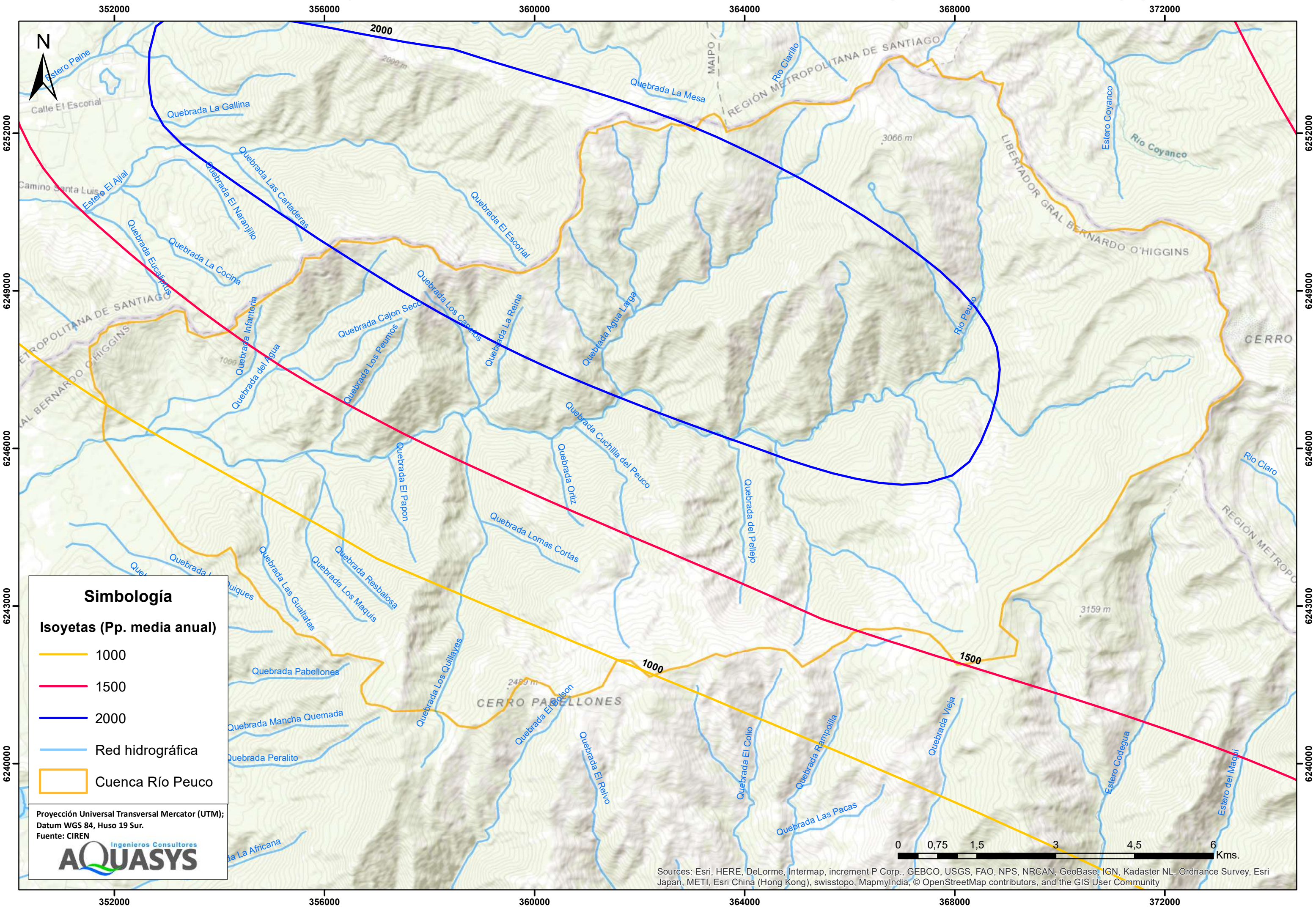
Cuenca Río Claro, Región de O'Higgins



Plano de Isoyetas, Cuenca Río Claro, Región de O'Higgins



Plano de Isoyetas, Cuenca Río Peuco, Región de O'Higgins



Cuenca Río Peuco, Región de O'Higgins

