CNR-0402_V9

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BELLAVISTA

VOLUMEN 7: Anexos 10-14-16

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BELLAVISTA

Anexo 10

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

4184-1000-IH-MEC-003

ANEXO 10 ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	D. Arce	P.Muñoz/ P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión interna
	Fecha	01.10.14	01.10.14	01.10.14	
B	Nombre Firma	D. Arce	P.Muñoz/ P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	30.10.14	30.10.14	30.10.14	
0	Nombre Firma	F. de la Fuente	P.Muñoz/ P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	20.07.15	20.07.15	20.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 10 ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 OBJETIVOS 4
1.2 REFERENCIAS 4
1.3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO 4
2 ANTECEDENTES Y CRITERIOS PARA EL EJE HIDRÁULICO 5
2.1 TABLA DE EQUIVALENCIA DE KILOMETRAJE 5
2.2 COEFICIENTES DE RUGOSIDAD 6
2.3 TOPOGRAFÍA 30
2.4 CAUDALES 30
3 RESULTADOS MODELACIÓN HIDRÁULICA 32
3.1 MODELACIÓN EN OPERACIÓN NORMAL 34
3.2 MODELACIÓN DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DEL CANAL Y CRECIDAS 35

ANEXOS

Apendice 1 Modelo Eje Hidraulico
Apendice 2 Caracteristicas hidraulicas del canal.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Equivalencia de Kilometraje Balizado y Hec Ras 5
Tabla 2-2 Materiales y valores del n de Manning considerados 6
Tabla 2-3 Detalle coeficientes de rugosidad de Manning condición sin algas 8

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1: Secciones transversales en el canal Bellavista con obras de arte, HEC RAS 32
Figura 3-1: Unifilar canal Bellavista 34
Figura 3-2 Identificación de puntos de desborde en operación normal 35
Figura 4-1 Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años. Canal Bellavista 37

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1 Densa presencia de algas en el canal 7
Fotografía 2-2 Presencia extensa de algas en el canal 7

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

El siguiente documento contiene el estudio hidráulico del canal Bellavista, el cual se emplaza en la Provincia del Choapa en la IV Región de Coquimbo.

El análisis hidráulico tiene como objetivo modelar la operación de canal y determinar sus capacidades de transporte hidráulico, entregando información relevante para las obras de mejoramiento.

1.2 REFERENCIAS

Ref. 1: Chow, V. (1959). *Hydraulics of Open Channels*. McGraw-Hill.
Ref. 2: US Army Corps of Engineers, hydrologic Engineering Center (2014). Sitio web http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

1.3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El eje hidráulico del canal Bellavista se realizó con el software HEC-RAS versión 4.1.0 (Ref. 2), que cuenta con un procedimiento computacional unidimensional, basado de la ecuación de la energía. Las pérdidas friccionales son evaluadas a través de la ecuación de Manning y las contracciones/expansiones se determinan según un coeficiente y la altura de velocidad.

Se utilizará el software antes citado, el cual utiliza datos de entrada de archivos que contienen toda la información relativa a perfiles transversales del canal, rugosidades para cada subsección, pendiente longitudinal y caudales de cálculo. Como resultados entrega los niveles de escurrimiento, área de flujo, velocidad media, altura media, altura crítica, altura normal y el número de Froude, en cada sección y para cada caudal analizado.

La metodología incluye la revisión de las singularidades que pudieran tener efectos sobre las condiciones de escurrimiento de canal. Para ello se incorporaron las obras y elementos singulares, tanto a partir del levantamiento topográfico como del levantamiento monográfico de las obras de arte existentes (puentes, túneles, alcantarillas y sifones), a fin de evaluar adecuadamente las restricciones hidráulicas y puntos críticos que se presenten en cada sección del canal.

Dado que se tienen condiciones de régimen mixto en el canal, se consideró condición de borde de aguas arriba y aguas debajo de altura normal.

La modelación en el canal Bellavista consideró 3 escenarios de evaluación:

- Transporte hidráulico con caudales en operación normal
- Transporte hidráulico en capacidad máxima del canal
- Transporte hidráulico en crecidas para periodo de retorno de 2 años

2 ANTECEDENTES Y CRITERIOS PARA EL EJE HIDRÁULICO

2.1 TABLA DE EQUIVALENCIA DE KILOMETRAJE

Debido a que el balizado del canal se realizó partiendo desde la bocatoma (Km 0) hasta el punto final del canal (Km 60,4) y a que el software utilizado para la modelación del eje Hidráulico, correspondiente a Hec Ras en su versión 4.1, requiere que el kilometraje descienda en valor hacia aguas abajo para su funcionamiento, es que a continuación se entrega la tabla de equivalencia de kilometrajes que permite el entendimiento entre el kilometraje del canal y la modelación efectuada y en Anexo Digital se entrega el detalle de equivalencia para cada perfil Hec Ras:

Tabla 2-1: Equivalencia de Kilometraje Balizado y Hec Ras

Kilometraje Balizado [m]	Kilometraje HEC RAS [m]	Kilometraje Balizado [m]	Kilometraje HEC RAS [m]
0,00	59400,2	32062,26	27337,94
1075,99	58324,21	33003,91	26396,29
2069,21	57330,99	34006,92	25393,28
3021,23	56378,97	35051,11	24349,09
4072,69	55327,51	36079,99	23320,21
5080,11	54320,09	37096,66	22303,54
6014,89	53385,31	38133,03	21267,17
7019,80	52380,4	39031,07	20369,13
8005,36	51394,84	40067,61	19332,59
9053,65	50346,55	41056,32	18343,88
10125,02	49275,18	42010,71	17389,49
11026,74	48373,46	43053,30	16346,9
12040,43	47359,77	44082,81	15317,39
13024,59	46375,61	45102,25	14297,95
14000,67	45399,53	46059,27	13340,93
15199,20	44201	47061,42	12338,78
16053,74	43346,46	48055,14	11345,06
17123,40	42276,8	49057,39	10342,81
18242,00	41158,2	50016,36	9383,84
19030,05	40370,15	51066,82	8333,38
20034,42	39365,78	52069,23	7330,97
21002,12	38398,08	53096,32	6303,88
22099,43	37300,77	54053,31	5346,89
23013,14	36387,06	55080,76	4319,44
24043,09	35357,11	56079,72	3320,48
25053,85	34346,35	57111,47	2288,73
26049,48	33350,72	57535,34	1864,86
27027,40	32372,8		
28111,43	31288,77		
29064,61	30335,59		
30006,18	29394,02		
31004,86	28395,34		

2.2 COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

La rugosidad del canal se determinó utilizando como referencia los valores sugeridos en el texto Hidráulica de Canales Abiertos (Ref. 1) para las superficies y condiciones de las secciones observadas en terreno. En la Tabla 2-2 se presentan los materiales y valores del coeficiente n de Manning recomendados.

Tabla 2-2 Materiales y valores del n de Manning considerados

Material	Menor	Medio	Máximo
Hormigón	0,011	0,013	0,015
Hormigón con grava en el fondo	0,015	0,017	0,020
Mampostería	0,020	0,025	0,030
Tierra, recto, uniforme, limpio	0,016	0,018	0,020
Tierra, recto, uniforme, con piedras	0,022	0,025	0,030
Tierra, sinuoso, con densa vegetación	0,030	0,035	0,040
Roca, suave y uniforme	0,025	0,035	0,040
Excavado, con plantas densas, mismo nivel agua	0,050	0,080	0,120
HDPE, PVC, Geomembrana	0,008	0,009	0,010

Las condiciones del canal Bellavista corresponden en su mayoría a secciones sin revestimiento, donde en diversos tramos se encuentra un grado de saturación de vegetación acuática importante. En las 2 fotografías siguientes (Fotografía 2-1 y Fotografía 2-2) se aprecia dicha condición, con gran presencia de algas en el canal.

Fotografía 2-1. Densa presencia de algas en el canal

Fotografía 2-2. Presencia extensa de algas en el canal

La condición anterior sin embargo puede verse modificada luego de efectuarse limpieza en el canal. Con esta información, los valores principales a utilizar son los siguientes:

Tierra, recto, uniforme, con piedras	:	0,025; Condición del canal limpio de algas
Tierra, sinuoso, con densa vegetación	:	0,035; Nivel de algas apreciado bajo
Excavado, con plantas densas, mismo nivel agua	:	0,080; Nivel de algas apreciado alto

El valor de 0,025 se considera para la situación en que se ha realizado limpieza de algas a lo largo del canal. Los valores de 0,035 y 0,080 son para la situación con algas, en donde el valor mayor es para los tramos de alta densidad, y el valor menor para los tramos en que se haya detectado una presencia menor de estas.

No obstante lo anterior, se adoptó el valor correspondiente en donde el material del canal fuese distinto, donde se encontró mampostería, hormigón y geomembrana. El detalle completo de los valores utilizados se presenta en la Tabla 2-3 para la condición limpia sin algas.

Tabla 2-3 Detalle coeficientes de rugosidad de Manning

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
59400.2	n	0.025	0.025	0.025
59377.6	n	0.025	0.025	0.025
59362.73	n	0.025	0.025	0.025
59339.65	n	0.025	0.025	0.025
59275.42	n	0.025	0.025	0.025
59172.45	n	0.025	0.025	0.025
59066.81	n	0.025	0.025	0.025
58955.97	n	0.025	0.025	0.025
58873.45	n	0.025	0.025	0.025
58856.9	Bridge			
58853.45	n	0.025	0.025	0.025
58786.34	n	0.025	0.025	0.025
58763.55	n	0.025	0.025	0.025
58645.16	n	0.025	0.025	0.025
58593.02	n	0.025	0.025	0.025
58589.07	Bridge			
58562.83	n	0.025	0.025	0.025
58547.61	n	0.025	0.025	0.025
58490.04	n	0.025	0.025	0.025
58409.56	n	0.025	0.025	0.025
58324.21	n	0.025	0.025	0.025
58242.24	n	0.025	0.025	0.025
58160.49	n	0.025	0.025	0.025
58083.97	n	0.025	0.025	0.025
58015.47	Bridge			

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
58000.89	n	0.025	0.025	0.025
57912.7	n	0.025	0.025	0.025
57824.45	n	0.025	0.025	0.025
57787.9	n	0.025	0.025	0.025
57717.14	Bridge			
57700.84	n	0.025	0.025	0.025
57623.2	n	0.025	0.025	0.025
57542.89	n	0.025	0.025	0.025
57459.83	n	0.025	0.025	0.025
57440.54	n	0.025	0.025	0.025
57423.75	n	0.025	0.025	0.025
57330.99	n	0.025	0.025	0.025
57292.68	n	0.025	0.025	0.025
57231.49	n	0.025	0.025	0.025
57213.49	Bridge			
57173.65	n	0.025	0.025	0.025
57156.71	n	0.025	0.025	0.025
57140.66	n	0.025	0.025	0.025
57051.33	n	0.025	0.025	0.025
56969.69	n	0.025	0.025	0.025
56868.74	n	0.025	0.025	0.025
56843.55	n	0.025	0.025	0.025
56817.62	n	0.025	0.025	0.025
56733.9	n	0.025	0.025	0.025
56675.39	n	0.025	0.025	0.025
56585.8	n	0.025	0.025	0.025
56494.74	n	0.025	0.025	0.025
56476.47	n	0.025	0.025	0.025
56458.16	n	0.025	0.025	0.025
56378.97	n	0.025	0.025	0.025
56278.22	n	0.025	0.025	0.025
56215.91	n	0.025	0.025	0.025
56198.01	n	0.025	0.025	0.025
56093.19	n	0.025	0.025	0.025
56046.82	n	0.025	0.025	0.025
56005.76	n	0.025	0.025	0.025
55914.03	n	0.025	0.025	0.025
55875.23	Bridge			
55816.58	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
55773.05	n	0.025	0.025	0.025
55773	Culvert			
55763	n	0.025	0.025	0.025
55744	n	0.025	0.025	0.025
55668.18	n	0.025	0.025	0.025
55594.92	n	0.025	0.025	0.025
55588.22	Bridge			
55578.9	n	0.025	0.025	0.025
55566.1	Bridge			
55482.93	n	0.025	0.025	0.025
55411.95	n	0.025	0.025	0.025
55327.51	n	0.025	0.025	0.025
55254.69	n	0.025	0.025	0.025
55235.36	n	0.025	0.025	0.025
55219.76	Bridge			
55198.6	n	0.025	0.025	0.025
55117.64	n	0.025	0.025	0.025
55022.13	n	0.025	0.025	0.025
54952.23	n	0.025	0.025	0.025
54938.21	n	0.025	0.025	0.025
54851.38	n	0.025	0.025	0.025
54753.81	n	0.025	0.025	0.025
54661.87	n	0.025	0.025	0.025
54638.84	n	0.025	0.025	0.025
54619.27	n	0.025	0.025	0.025
54606.28	n	0.025	0.025	0.025
54585.97	n	0.025	0.025	0.025
54495.92	n	0.025	0.025	0.025
54405.38	n	0.025	0.025	0.025
54320.09	n	0.025	0.025	0.025
54282.66	n	0.025	0.025	0.025
54191.15	n	0.025	0.025	0.025
54176.26	n	0.025	0.025	0.025
54156.75	n	0.025	0.025	0.025
54117.98	n	0.025	0.025	0.025
54016.49	n	0.03	0.025	0.025
53938.63	n	0.03	0.025	0.025
53878.12	n	0.03	0.025	0.025
53803.88	n	0.03	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
53714.57	n	0.03	0.025	0.025
53647.92	n	0.03	0.025	0.025
53624.36	n	0.03	0.025	0.025
53575.02	n	0.025	0.025	0.025
53485.26	n	0.025	0.025	0.025
53413.76	n	0.025	0.025	0.025
53385.31	n	0.025	0.025	0.025
53366.21	Bridge			
53362.91	n	0.025	0.025	0.025
53317.38	n	0.025	0.025	0.025
53288.1	n	0.025	0.025	0.025
53265.6	n	0.025	0.025	0.025
53230.06	n	0.025	0.025	0.025
53144.05	n	0.025	0.025	0.03
53118.83	n	0.03	0.025	0.025
53097.24	n	0.03	0.025	0.025
53069.1	n	0.03	0.025	0.025
52980.51	n	0.03	0.025	0.025
52933.87	n	0.03	0.025	0.025
52849.17	n	0.025	0.025	0.025
52828.37	Bridge			
52756.43	n	0.025	0.025	0.025
52737.25	n	0.025	0.025	0.025
52652.38	n	0.03	0.025	0.025
52553.89	n	0.03	0.025	0.025
52521.81	n	0.03	0.025	0.025
52425.4	n	0.03	0.025	0.025
52400.4	n	0.03	0.025	0.025
52380.4	Bridge			
52361.92	n	0.03	0.025	0.025
52280.9	n	0.03	0.025	0.025
52263.8	Bridge			
52243.8	n	0.03	0.025	0.025
52182.19	n	0.03	0.025	0.025
52085.47	n	0.03	0.025	0.025
52065.22	n	0.03	0.025	0.025
52035.22	n	0.03	0.025	0.025
52020.59	n	0.03	0.025	0.025
52002.4	n	0.03	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
51988.61	n	0.025	0.025	0.025
51870.41	n	0.025	0.025	0.025
51798.79	n	0.025	0.025	0.025
51730.29	n	0.025	0.025	0.025
51720.04	Bridge			
51717.49	n	0.025	0.025	0.025
51608.68	n	0.025	0.025	0.025
51521	n	0.025	0.025	0.025
51394.84	n	0.025	0.025	0.025
51298.89	n	0.025	0.025	0.025
51263.46	n	0.025	0.025	0.025
51248.38	n	0.025	0.025	0.025
51231.69	n	0.025	0.025	0.025
51142.86	n	0.025	0.025	0.025
51046.93	n	0.025	0.025	0.025
50958.32	n	0.025	0.025	0.025
50932.13	n	0.025	0.025	0.025
50900.3	n	0.025	0.025	0.025
50838.75	n	0.025	0.025	0.025
50795.53	n	0.025	0.025	0.025
50764.78	Bridge			
50692.36	n	0.025	0.025	0.025
50611.7	n	0.025	0.025	0.025
50558.51	n	0.025	0.025	0.025
50509.99	n	0.025	0.025	0.025
50469.78	n	0.025	0.025	0.025
50455.62	n	0.025	0.025	0.025
50446.01	n	0.025	0.025	0.025
50426.09	n	0.025	0.025	0.025
50418.55	n	0.025	0.025	0.025
50405.67	n	0.025	0.025	0.025
50346.55	n	0.025	0.025	0.025
50333.7	n	0.025	0.025	0.025
50293.95	n	0.025	0.025	0.025
50272.67	n	0.025	0.025	0.025
50191.36	n	0.025	0.025	0.025
50114.25	n	0.025	0.025	0.025
50106.2	n	0.025	0.025	0.025
50099.54	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
50028.66	n	0.025	0.025	0.025
50013.07	n	0.025	0.025	0.025
49996.53	n	0.025	0.025	0.025
49923.06	n	0.025	0.025	0.025
49664.74	n	0.025	0.025	0.025
49616.32	n	0.025	0.025	0.025
49548.91	n	0.025	0.025	0.025
49528.94	n	0.025	0.025	0.025
49275.18	n	0.025	0.025	0.025
49237.86	n	0.025	0.025	0.025
49184.32	n	0.025	0.025	0.025
49111.53	n	0.025	0.025	0.025
49099.69	n	0.025	0.025	0.025
48997.62	n	0.025	0.025	0.025
48905.56	n	0.025	0.025	0.025
48819.78	n	0.025	0.025	0.025
48750	n	0.025	0.025	0.025
48728.04	n	0.025	0.025	0.025
48716.38	n	0.025	0.025	0.025
48601.61	n	0.025	0.025	0.025
48488.56	n	0.025	0.025	0.025
48449.95	n	0.025	0.025	0.025
48373.46	n	0.025	0.025	0.025
48354.83	n	0.025	0.025	0.025
48285.39	n	0.025	0.025	0.025
48217.41	n	0.025	0.025	0.025
48208.06	n	0.025	0.025	0.025
48185.65	n	0.025	0.025	0.025
48166.87	n	0.025	0.025	0.025
48158.08	n	0.025	0.025	0.025
48121.18	n	0.025	0.025	0.025
48082.36	n	0.025	0.025	0.025
48074.85	n	0.025	0.025	0.025
47969.66	n	0.025	0.025	0.025
47905.15	n	0.025	0.025	0.025
47892.32	n	0.025	0.025	0.025
47804.1	n	0.025	0.025	0.025
47709.5	n	0.025	0.025	0.025
47647.26	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
47586.55	n	0.025	0.025	0.025
47486.95	n	0.025	0.025	0.025
47437.64	n	0.025	0.025	0.025
47422.37	n	0.025	0.025	0.025
47359.77	Bridge			
47316.76	n	0.025	0.025	0.025
47289.21	n	0.025	0.025	0.025
47190.83	n	0.025	0.025	0.025
47139.82	n	0.025	0.025	0.025
47016.64	n	0.025	0.025	0.025
46919.14	n	0.025	0.025	0.025
46879.46	n	0.025	0.025	0.025
46865.33	n	0.025	0.025	0.025
46771.22	n	0.025	0.025	0.025
46677.1	n	0.025	0.025	0.025
46590.48	n	0.025	0.025	0.025
46497.71	n	0.025	0.025	0.025
46477.47	n	0.025	0.025	0.025
46375.61	n	0.025	0.025	0.025
46318.46	n	0.025	0.025	0.025
46307.01	n	0.025	0.025	0.025
46204.58	n	0.025	0.025	0.025
46112.19	n	0.025	0.025	0.025
46013.44	n	0.025	0.025	0.025
45917.67	n	0.016	0.016	0.016
45820.03	n	0.016	0.016	0.016
45785.98	n	0.016	0.016	0.016
45762.62	n	0.016	0.016	0.016
45707.39	n	0.016	0.016	0.016
45693.8	n	0.016	0.016	0.016
45601.19	n	0.016	0.016	0.016
45566.45	n	0.016	0.016	0.016
45553.75	n	0.016	0.016	0.016
45520.31	n	0.016	0.016	0.016
45508.01	n	0.016	0.016	0.016
45420.16	n	0.016	0.016	0.016
45399.53	n	0.016	0.016	0.016
45387.11	n	0.016	0.016	0.016
45371.21	n	0.016	0.016	0.016

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
45370.21	n	0.025	0.025	0.035
45275.0*	n	0.025	0.025	0.035
45179.8*	n	0.025	0.025	0.035
45084.6*	n	0.025	0.025	0.035
44989.4*	n	0.025	0.025	0.035
44894.2*	n	0.025	0.025	0.035
44799.0*	n	0.025	0.025	0.035
44703.8*	n	0.025	0.025	0.035
44608.6*	n	0.025	0.025	0.035
44513.4*	n	0.025	0.025	0.035
44418.21	n	0.025	0.025	0.035
44201	n	0.025	0.025	0.035
43983.79	n	0.025	0.025	0.035
43907.19	n	0.025	0.025	0.035
43896.19	n	0.025	0.025	0.035
43860.88	n	0.025	0.025	0.035
43763.71	n	0.025	0.025	0.035
43729.17	n	0.025	0.025	0.035
43705.72	n	0.025	0.025	0.035
43651.62	n	0.025	0.025	0.035
43556.49	n	0.025	0.025	0.035
43491.95	n	0.025	0.025	0.035
43423.31	n	0.025	0.025	0.035
43346.46	n	0.025	0.025	0.035
43303.25	n	0.025	0.025	0.035
43251.95	n	0.025	0.025	0.035
43142.94	n	0.025	0.025	0.035
43075.6	n	0.025	0.025	0.035
43053.16	n	0.025	0.025	0.035
43028.94	n	0.025	0.025	0.035
43014.57	n	0.025	0.025	0.035
42957.82	n	0.025	0.025	0.035
42913.83	n	0.025	0.025	0.035
42832.13	n	0.025	0.025	0.035
42730.8	n	0.025	0.025	0.035
42712.21	n	0.025	0.025	0.035
42694.92	n	0.025	0.025	0.035
42668.26	n	0.025	0.025	0.035
42649.11	n	0.025	0.025	0.035

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
42532.71	n	0.025	0.025	0.035
42471.3	n	0.025	0.025	0.035
42470.3	n	0.025	0.025	0.035
42421.9*	n	0.025	0.025	0.035
42373.5*	n	0.025	0.025	0.035
42325.1*	n	0.025	0.025	0.035
42276.8	n	0.025	0.025	0.035
42256.46	n	0.025	0.025	0.035
42256.36	n	0.025	0.025	0.035
42211.5*	n	0.025	0.025	0.035
42166.7*	n	0.025	0.025	0.035
42121.9*	n	0.025	0.025	0.035
42077.2	n	0.025	0.025	0.035
42049.7	n	0.025	0.025	0.035
42027	n	0.025	0.025	0.035
41983.2*	n	0.025	0.025	0.034
41939.4*	n	0.025	0.025	0.032
41895.6*	n	0.025	0.025	0.031
41851.8*	n	0.025	0.025	0.03
41808.0*	n	0.025	0.025	0.029
41764.2*	n	0.025	0.025	0.027
41720.4*	n	0.025	0.025	0.026
41676.7	n	0.025	0.025	0.025
41619.5	n	0.025	0.025	0.025
41561.9	n	0.025	0.025	0.025
41517.0*	n	0.025	0.025	0.025
41472.1*	n	0.025	0.025	0.025
41427.3*	n	0.025	0.025	0.025
41382.4*	n	0.025	0.025	0.025
41337.6*	n	0.025	0.025	0.025
41292.7*	n	0.025	0.025	0.025
41247.9*	n	0.025	0.025	0.025
41203.0*	n	0.025	0.025	0.025
41158.2	n	0.025	0.025	0.025
41093.1	Culvert			
41045.79	n	0.025	0.025	0.025
41023.34	n	0.025	0.025	0.025
40990.2	n	0.025	0.025	0.025
40941.34	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
40521.82	n	0.025	0.025	0.025
40462.42	n	0.025	0.025	0.025
40422.46	n	0.025	0.025	0.025
40401.78	n	0.025	0.025	0.025
40370.15	n	0.025	0.025	0.025
40272.26	n	0.025	0.025	0.025
40210.3	Bridge			
40187.87	n	0.025	0.025	0.025
40110.07	n	0.025	0.025	0.025
40100.44	n	0.025	0.025	0.025
40073.9	n	0.025	0.025	0.025
40061.36	n	0.025	0.025	0.025
40039.59	n	0.025	0.025	0.025
40006.44	n	0.025	0.025	0.025
39918.35	n	0.025	0.025	0.025
39906.7	Bridge			
39820.96	n	0.025	0.025	0.025
39721.52	n	0.025	0.025	0.025
39681.87	n	0.025	0.025	0.025
39672.3	n	0.025	0.025	0.025
39572.8	n	0.025	0.025	0.025
39475.27	n	0.025	0.025	0.025
39365.78	n	0.025	0.025	0.025
39265.55	n	0.025	0.025	0.025
39162.05	n	0.025	0.025	0.025
39052.06	n	0.025	0.025	0.025
38958.51	n	0.025	0.025	0.025
38870.2	n	0.025	0.025	0.025
38782.55	n	0.013	0.013	0.013
38694.79	n	0.013	0.013	0.013
38591.84	n	0.013	0.013	0.013
38493.19	n	0.013	0.013	0.013
38398.08	n	0.013	0.013	0.013
38323.66	n	0.013	0.013	0.013
38309.26	n	0.03	0.025	0.025
38284.76	n	0.03	0.025	0.025
38273.52	n	0.03	0.025	0.025
38179.37	n	0.025	0.025	0.025
38083.66	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
37999.81	n	0.025	0.025	0.025
37984.66	n	0.025	0.025	0.025
37967.19	n	0.025	0.025	0.025
37868.66	n	0.025	0.025	0.025
37775.81	n	0.025	0.025	0.025
37666.41	n	0.025	0.025	0.025
37583.11	n	0.025	0.025	0.025
37506.25	n	0.025	0.025	0.025
37438	Bridge			
37403.6	n	0.025	0.025	0.025
37300.77	n	0.025	0.025	0.025
37209.48	n	0.025	0.025	0.025
37115.45	n	0.025	0.025	0.025
37059.38	n	0.025	0.025	0.025
36967.28	n	0.025	0.025	0.025
36870.5	n	0.025	0.025	0.025
36781.24	n	0.025	0.025	0.025
36684.26	n	0.025	0.025	0.025
36630.9	n	0.025	0.025	0.025
36569.92	n	0.025	0.025	0.025
36482.09	n	0.025	0.025	0.025
36423.71	n	0.025	0.025	0.025
36402.47	n	0.025	0.025	0.025
36387.06	n	0.025	0.025	0.025
36346.93	n	0.025	0.025	0.025
36339.8	n	0.025	0.025	0.025
36322.27	n	0.025	0.025	0.025
36303.07	n	0.025	0.025	0.025
36233.48	n	0.025	0.025	0.025
36140.79	n	0.025	0.025	0.025
36078.69	n	0.025	0.025	0.025
36062.24	n	0.025	0.025	0.025
35964.36	n	0.025	0.025	0.025
35880.45	n	0.025	0.025	0.025
35870.97	n	0.025	0.025	0.025
35857.17	n	0.025	0.025	0.025
35770.74	n	0.025	0.025	0.025
35720.16	n	0.025	0.025	0.025
35694.14	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
35608.79	n	0.025	0.025	0.025
35572.31	n	0.025	0.025	0.025
35544.92	n	0.025	0.025	0.025
35442.96	n	0.025	0.025	0.025
35357.11	n	0.025	0.025	0.025
35331.29	n	0.025	0.025	0.025
35318.7	n	0.025	0.025	0.025
35218.87	n	0.025	0.025	0.025
35156.1	n	0.025	0.025	0.025
35142.62	n	0.025	0.025	0.025
35132.89	n	0.025	0.025	0.025
35058.75	n	0.025	0.025	0.025
34957.75	n	0.025	0.025	0.025
34918.59	n	0.025	0.025	0.025
34844.1	n	0.025	0.025	0.025
34826.9	Bridge			
34816.9	n	0.025	0.025	0.025
34751.61	n	0.025	0.025	0.025
34734.44	n	0.025	0.025	0.025
34689.15	n	0.025	0.025	0.025
34602.56	n	0.013	0.013	0.013
34590.47	n	0.013	0.013	0.013
34538.43	n	0.013	0.013	0.013
34450.82	n	0.025	0.025	0.013
34346.35	n	0.025	0.025	0.025
34256.3	n	0.025	0.025	0.025
34160.31	n	0.025	0.025	0.025
34106.28	n	0.025	0.025	0.025
34005.43	n	0.025	0.025	0.025
33959.33	n	0.025	0.025	0.025
33859.71	n	0.025	0.025	0.025
33761.64	n	0.025	0.025	0.025
33659.72	n	0.025	0.025	0.025
33569	n	0.025	0.025	0.025
33557.68	n	0.025	0.025	0.025
33547.71	n	0.025	0.025	0.025
33541.39	n	0.025	0.025	0.025
33443.44	n	0.025	0.025	0.025
33350.72	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
33297.26	n	0.025	0.025	0.025
33284.71	n	0.025	0.025	0.025
33245.26	n	0.025	0.025	0.025
33188.28	n	0.025	0.025	0.025
33149.18	n	0.025	0.025	0.025
33111.4	n	0.025	0.025	0.025
33091.02	n	0.025	0.025	0.025
33035.59	n	0.025	0.025	0.025
32964.31	n	0.025	0.025	0.025
32953.69	n	0.025	0.025	0.025
32944.87	n	0.025	0.025	0.025
32910.19	n	0.025	0.025	0.025
32901.58	n	0.025	0.025	0.025
32894.9	n	0.025	0.025	0.025
32848.55	n	0.025	0.025	0.025
32809.98	n	0.025	0.025	0.025
32802.46	n	0.025	0.025	0.025
32729.07	n	0.025	0.025	0.025
32641.32	n	0.025	0.025	0.025
32546.89	n	0.025	0.025	0.025
32492.68	n	0.025	0.025	0.025
32473.16	n	0.025	0.025	0.025
32463.26	n	0.025	0.025	0.025
32372.8	n	0.025	0.025	0.025
32275.12	n	0.025	0.025	0.025
32168.6	n	0.025	0.025	0.025
32098.19	n	0.025	0.025	0.025
31996.82	n	0.025	0.025	0.025
31889.86	n	0.025	0.025	0.025
31782.57	n	0.025	0.025	0.025
31680.17	n	0.025	0.025	0.025
31574.82	n	0.025	0.025	0.025
31523.61	n	0.025	0.025	0.025
31507.43	n	0.025	0.025	0.025
31490.49	n	0.025	0.025	0.025
31400.56	n	0.025	0.025	0.025
31288.77	n	0.025	0.025	0.025
31178.03	n	0.025	0.025	0.025
31065.63	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
30973.88	n	0.025	0.025	0.025
30964.65	n	0.025	0.025	0.025
30850.24	n	0.025	0.025	0.025
30737.72	n	0.025	0.025	0.025
30708.47	n	0.025	0.025	0.025
30614.74	n	0.025	0.025	0.025
30601.18	n	0.025	0.025	0.025
30528.47	n	0.025	0.025	0.025
30523.39	n	0.025	0.025	0.025
30442.29	n	0.025	0.025	0.025
30335.59	n	0.025	0.025	0.025
30243.37	n	0.025	0.025	0.025
30205.41	n	0.025	0.025	0.025
30194.83	n	0.025	0.025	0.025
30179.19	n	0.025	0.025	0.025
30118.32	n	0.025	0.025	0.025
30009.73	n	0.025	0.025	0.025
29989.91	n	0.025	0.025	0.025
29978.24	n	0.025	0.025	0.025
29972.05	n	0.025	0.025	0.025
29940.88	n	0.025	0.025	0.025
29822.38	n	0.025	0.025	0.025
29723.54	n	0.025	0.025	0.025
29615.21	n	0.025	0.025	0.025
29511.53	n	0.025	0.025	0.025
29394.02	n	0.025	0.025	0.025
29273.79	n	0.025	0.025	0.025
29234.73	n	0.025	0.025	0.025
29207.92	n	0.025	0.025	0.025
29150.35	n	0.025	0.025	0.025
29133.76	n	0.025	0.025	0.025
29126.2	n	0.025	0.025	0.025
29113.84	n	0.025	0.025	0.025
29061.37	n	0.025	0.025	0.025
29045.74	n	0.025	0.025	0.025
28936.51	n	0.025	0.025	0.025
28876.17	n	0.025	0.025	0.025
28855.32	n	0.025	0.025	0.025
28813.15	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
28711.54	n	0.025	0.025	0.025
28601.83	n	0.025	0.025	0.025
28524.98	n	0.025	0.025	0.025
28456.9	n	0.025	0.025	0.025
28406.58	n	0.025	0.025	0.025
28395.34	n	0.025	0.025	0.025
28385.45	n	0.025	0.025	0.025
28272.87	n	0.025	0.025	0.025
28156.52	n	0.025	0.025	0.025
28135.56	n	0.025	0.025	0.025
28105.8	n	0.025	0.025	0.025
28070.81	n	0.025	0.025	0.025
28058.06	n	0.025	0.025	0.025
27956.18	n	0.025	0.025	0.025
27845.75	n	0.025	0.025	0.025
27741.13	n	0.025	0.025	0.025
27628.26	n	0.025	0.025	0.025
27552.6	Bridge			
27523.68	n	0.025	0.025	0.025
27418.37	n	0.025	0.025	0.025
27337.94	n	0.025	0.025	0.025
27243.77	n	0.025	0.025	0.025
27133.78	n	0.025	0.025	0.025
27027.78	n	0.025	0.025	0.025
27009.45	n	0.025	0.025	0.025
26999.79	n	0.025	0.025	0.025
26895.47	n	0.025	0.025	0.025
26790.64	n	0.025	0.025	0.025
26685.39	n	0.025	0.025	0.025
26582.66	n	0.025	0.025	0.025
26489.22	n	0.025	0.025	0.025
26396.29	n	0.025	0.025	0.025
26288.09	n	0.025	0.025	0.025
26164.21	n	0.025	0.025	0.025
26067.33	n	0.025	0.025	0.025
26002.99	n	0.025	0.025	0.025
25977.72	n	0.025	0.025	0.025
25899.2	n	0.025	0.025	0.025
25829.39	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
25729.8	n	0.025	0.025	0.025
25659.31	n	0.025	0.025	0.025
25626.52	n	0.025	0.025	0.025
25597.56	n	0.025	0.025	0.025
25492.1	n	0.025	0.025	0.025
25393.28	n	0.025	0.025	0.025
25336	n	0.025	0.025	0.025
25326	Bridge			
25289.99	n	0.025	0.025	0.025
25217.48	n	0.025	0.025	0.025
25112.94	n	0.025	0.025	0.025
25005.06	n	0.025	0.025	0.025
24907.8	n	0.025	0.025	0.025
24798.95	n	0.025	0.025	0.025
24758.15	n	0.025	0.025	0.025
24664.49	n	0.025	0.025	0.025
24567.74	n	0.025	0.025	0.025
24458.87	n	0.025	0.025	0.025
24434.57	n	0.025	0.025	0.025
24349.09	n	0.025	0.025	0.025
24242.86	n	0.025	0.025	0.025
24140.25	n	0.025	0.025	0.025
24039.35	n	0.025	0.025	0.025
23931.25	n	0.025	0.025	0.025
23876.8	n	0.025	0.025	0.025
23762.79	n	0.025	0.025	0.025
23667.22	n	0.025	0.025	0.025
23540.5	n	0.025	0.025	0.025
23425.71	n	0.025	0.025	0.025
23320.21	n	0.025	0.025	0.025
23211.96	n	0.025	0.025	0.025
23203.4	Bridge			
23114.97	n	0.025	0.025	0.025
23078.31	n	0.025	0.025	0.025
23049.12	n	0.025	0.025	0.025
23026.13	n	0.025	0.025	0.025
22928.95	n	0.025	0.025	0.025
22832.57	n	0.025	0.025	0.025
22722.92	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
22681.31	n	0.025	0.025	0.025
22665.07	n	0.025	0.025	0.025
22652.86	n	0.025	0.025	0.025
22629.32	n	0.025	0.025	0.025
22515.98	n	0.025	0.025	0.025
22402.8	n	0.025	0.025	0.025
22303.54	n	0.025	0.025	0.025
22204.11	n	0.025	0.025	0.025
22097.2	n	0.025	0.025	0.025
21999.14	n	0.025	0.025	0.025
21886.61	n	0.025	0.025	0.025
21788.11	n	0.025	0.025	0.025
21685.28	n	0.025	0.025	0.025
21621.11	n	0.025	0.025	0.025
21523	n	0.025	0.025	0.025
21409.35	n	0.025	0.025	0.025
21267.17	n	0.025	0.025	0.025
21214.97	n	0.025	0.025	0.025
21201.02	n	0.025	0.025	0.025
21142.25	n	0.025	0.025	0.025
21132.46	n	0.025	0.025	0.025
21057.29	n	0.025	0.025	0.025
20958.92	n	0.025	0.025	0.025
20860.5	n	0.025	0.025	0.025
20824.03	n	0.025	0.025	0.025
20722.67	n	0.025	0.025	0.025
20700.53	n	0.025	0.025	0.025
20683.91	n	0.025	0.025	0.025
20666.76	n	0.025	0.025	0.013
20568	n	0.025	0.025	0.025
20468.76	n	0.025	0.025	0.025
20369.13	n	0.025	0.025	0.025
20273.39	n	0.025	0.025	0.025
20180.73	n	0.025	0.025	0.025
20070.44	n	0.025	0.025	0.025
20059.53	n	0.025	0.025	0.025
19953.54	n	0.025	0.025	0.025
19847.1	n	0.025	0.025	0.025
19735.18	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
19614.72	n	0.025	0.025	0.025
19518.82	n	0.025	0.025	0.025
19445.51	n	0.025	0.025	0.025
19332.59	n	0.025	0.025	0.025
19239.87	n	0.025	0.025	0.025
19193.81	n	0.025	0.025	0.025
19146.89	n	0.025	0.025	0.025
19053.32	n	0.025	0.025	0.025
18947.61	n	0.025	0.025	0.025
18851.79	n	0.025	0.025	0.025
18751.51	n	0.025	0.025	0.025
18673.01	n	0.025	0.025	0.025
18561.86	n	0.025	0.025	0.025
18448.97	n	0.025	0.025	0.025
18343.88	n	0.025	0.025	0.025
18235.58	n	0.025	0.025	0.025
18130.96	n	0.025	0.025	0.025
18007	n	0.025	0.025	0.025
17879.96	n	0.025	0.025	0.025
17792.88	n	0.025	0.025	0.025
17700.44	n	0.025	0.025	0.025
17591.87	n	0.025	0.025	0.025
17505.63	n	0.025	0.025	0.025
17389.49	n	0.025	0.025	0.025
17289.18	n	0.025	0.025	0.025
17187.25	n	0.025	0.025	0.025
17080.14	n	0.025	0.025	0.025
16982.5	n	0.025	0.025	0.025
16969.3	Bridge			
16897.95	n	0.025	0.025	0.025
16800.97	n	0.025	0.025	0.025
16694.56	n	0.025	0.025	0.025
16658.93	n	0.025	0.025	0.025
16628.26	n	0.025	0.025	0.025
16527.78	n	0.025	0.025	0.025
16462.46	n	0.025	0.025	0.025
16346.9	n	0.025	0.025	0.025
16233.11	n	0.025	0.025	0.025
16112.5	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
15999.91	n	0.025	0.025	0.025
15892.33	n	0.025	0.025	0.025
15799.42	n	0.025	0.025	0.025
15684.45	n	0.025	0.025	0.025
15573	n	0.025	0.025	0.025
15542.24	n	0.025	0.025	0.025
15427.71	n	0.025	0.025	0.025
15317.39	n	0.025	0.025	0.025
15204.72	n	0.025	0.025	0.025
15142.49	n	0.025	0.025	0.025
15072.96	n	0.025	0.025	0.025
14970.07	n	0.025	0.025	0.025
14871.93	n	0.025	0.025	0.025
14751.54	n	0.025	0.025	0.025
14703.76	n	0.025	0.025	0.025
14669.24	n	0.025	0.025	0.025
14562.09	n	0.025	0.025	0.025
14459.23	n	0.025	0.025	0.025
14418.98	n	0.025	0.025	0.025
14297.95	n	0.025	0.025	0.025
14278.68	n	0.025	0.025	0.025
14265.27	n	0.025	0.025	0.025
14158.82	n	0.025	0.025	0.025
14133.86	n	0.025	0.025	0.025
14113.49	n	0.025	0.025	0.025
13994.29	n	0.025	0.025	0.025
13952.83	n	0.025	0.025	0.025
13946.59	n	0.025	0.025	0.025
13883.9	n	0.025	0.025	0.025
13843.07	n	0.025	0.025	0.025
13780.27	n	0.025	0.025	0.025
13767.66	n	0.025	0.025	0.025
13687.79	n	0.025	0.025	0.025
13669.38	n	0.025	0.025	0.025
13665.8	Bridge			
13570.31	n	0.025	0.025	0.025
13453.26	n	0.025	0.025	0.025
13340.93	n	0.01	0.01	0.01
13286.69	n	0.01	0.01	0.01

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
13276.4	n	0.01	0.01	0.01
13174.28	n	0.025	0.025	0.025
13111.07	n	0.025	0.025	0.025
13011.89	n	0.025	0.025	0.025
12902.06	n	0.025	0.025	0.025
12801.14	n	0.025	0.025	0.025
12687.64	n	0.025	0.025	0.025
12567.24	n	0.025	0.025	0.025
12459.76	n	0.025	0.025	0.025
12338.78	n	0.025	0.025	0.025
12319.77	n	0.025	0.025	0.025
12292.18	n	0.025	0.025	0.025
12243.05	n	0.025	0.025	0.025
12170.12	n	0.025	0.025	0.025
12055.33	n	0.025	0.025	0.025
11956.09	n	0.025	0.025	0.025
11846.49	n	0.025	0.025	0.025
11751.96	n	0.025	0.025	0.025
11648.09	n	0.025	0.025	0.025
11541	n	0.025	0.025	0.025
11450.11	n	0.025	0.025	0.025
11345.06	n	0.025	0.025	0.025
11287.9	Bridge			
11231.34	n	0.025	0.025	0.025
11118.77	n	0.025	0.025	0.025
11080.12	n	0.025	0.025	0.025
11067.26	n	0.025	0.025	0.025
10967.72	n	0.025	0.025	0.025
10862.13	n	0.025	0.025	0.025
10749.58	n	0.025	0.025	0.025
10702.12	n	0.025	0.025	0.025
10678.83	n	0.025	0.025	0.025
10572.9	n	0.025	0.025	0.025
10457.84	n	0.025	0.025	0.025
10342.81	n	0.025	0.025	0.025
10287.37	n	0.025	0.025	0.025
10277.77	n	0.025	0.025	0.025
10179.7	n	0.025	0.025	0.025
10158.1	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
10047.32	n	0.025	0.025	0.025
9948.72	n	0.025	0.025	0.025
9872.81	n	0.025	0.025	0.025
9763.11	n	0.025	0.025	0.025
9651.72	n	0.025	0.025	0.025
9571.33	n	0.025	0.025	0.025
9455.69	n	0.025	0.025	0.025
9383.84	n	0.025	0.025	0.025
9354.74	n	0.025	0.025	0.025
9338.27	n	0.025	0.025	0.025
9228.92	n	0.025	0.025	0.025
9119.31	n	0.025	0.025	0.025
9005.01	n	0.025	0.025	0.025
8885.92	n	0.025	0.025	0.025
8780.87	n	0.025	0.025	0.025
8672.14	n	0.025	0.025	0.025
8558.56	n	0.025	0.025	0.025
8443.94	n	0.025	0.025	0.025
8333.38	n	0.025	0.025	0.025
8224.88	n	0.025	0.025	0.025
8189.31	n	0.025	0.025	0.025
8161.73	n	0.025	0.025	0.025
8134.15	n	0.025	0.025	0.025
8027.44	n	0.025	0.025	0.025
7917.01	n	0.025	0.025	0.025
7883.73	n	0.025	0.025	0.025
7768.46	n	0.025	0.025	0.025
7756.53	Bridge			
7658.19	n	0.025	0.025	0.025
7624.81	n	0.025	0.025	0.025
7541.45	n	0.025	0.025	0.025
7440.29	n	0.025	0.025	0.025
7330.97	n	0.025	0.025	0.025
7266.06	n	0.025	0.025	0.025
7219.33	n	0.025	0.025	0.025
7202.16	n	0.025	0.025	0.025
7098.54	n	0.025	0.025	0.025
6999.24	n	0.025	0.025	0.025
6943.24	Bridge			

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
6871.94	n	0.025	0.025	0.025
6761.18	n	0.025	0.025	0.025
6641.14	n	0.025	0.025	0.025
6620.37	n	0.025	0.025	0.025
6563.74	n	0.025	0.025	0.025
6522.88	n	0.025	0.025	0.025
6415.26	n	0.025	0.025	0.025
6303.88	n	0.025	0.025	0.025
6189.49	Bridge			
6177.49	n	0.025	0.025	0.025
6055.17	n	0.025	0.025	0.025
5939.45	n	0.025	0.025	0.025
5822.25	n	0.025	0.025	0.025
5711.32	n	0.025	0.025	0.025
5580.01	n	0.025	0.025	0.025
5468.27	n	0.025	0.025	0.025
5346.89	n	0.025	0.025	0.025
5231.52	n	0.025	0.025	0.025
5112.34	n	0.025	0.025	0.025
4994.21	n	0.025	0.025	0.025
4881.4	n	0.025	0.025	0.025
4777.64	Bridge			
4767.02	n	0.025	0.025	0.025
4653.81	n	0.025	0.025	0.025
4543.05	n	0.025	0.025	0.025
4431.64	n	0.025	0.025	0.025
4319.44	n	0.025	0.025	0.025
4206.9	n	0.025	0.025	0.025
4094.29	n	0.025	0.025	0.025
3980.86	n	0.025	0.025	0.025
3894.24	n	0.025	0.025	0.025
3839.16	n	0.025	0.025	0.025
3823.76	n	0.025	0.025	0.025
3767.51	n	0.025	0.025	0.025
3664.73	Bridge			
3644.73	n	0.025	0.025	0.025
3525.84	n	0.025	0.025	0.025
3415.59	n	0.025	0.025	0.025
3320.48	n	0.025	0.025	0.025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Fondo	Rivera Derecha
3207.25	n	0.025	0.025	0.025
3089.26	n	0.025	0.025	0.025
2976.29	n	0.025	0.025	0.025
2862.34	n	0.025	0.025	0.025
2748.94	n	0.025	0.025	0.025
2636.01	n	0.025	0.025	0.025
2524.49	n	0.025	0.025	0.025
2405.9	n	0.025	0.025	0.025
2288.73	n	0.025	0.025	0.025
2170.93	n	0.025	0.025	0.025
2053.77	n	0.025	0.025	0.025
2033.95	n	0.025	0.025	0.025
1947.02	n	0.025	0.025	0.025
1890.2	n	0.025	0.025	0.025
1876.69	n	0.025	0.025	0.025
1864.86	n	0.025	0.025	0.025

Cabe mencionar que una vez que se determinen las obras de mejoramiento del canal se deberá incorporar los valores de las rugosidades en los tramos escogidos, considerando los valores de rugosidad de manning indicados en la Tabla 2-2 según la materialidad del revestimiento.

2.3 TOPOGRAFÍA

Para el desarrollo del estudio, se generó una base cartográfica escala 1:10.000 y 1:2.000. El levantamiento aerofotogramétrico a color fue desarrollado durante el mes de febrero de 2014.

Se realizó un total de 795 perfiles topo-batimétricos en el canal Bellavista, distribuidos entre la captación, hasta la zona de descarga final.

2.4 CAUDALES

En primera instancia se modeló el eje hidráulico en condición normal, con el caudal de derecho de 3677 l/s más el caudal asociado al canal La Herradura de 350 l/s. Dicho caudal ingresa al canal en un punto ubicado aproximadamente en el Km 15 y es entregado en forma íntegra en un punto ubicado entre los marcos partidores San Ramón y El Milagro (MP 09 y MP 10), según lo informado por el Presidente del canal Bellavista Sr José Izquierdo. Por lo tanto, en el tramo entre el Km 15 y el Km 43, el caudal de operación del canal es de 4,027 m^3/s. Si bien en la práctica los caudales operacionales en el último periodo han sido inferiores por la disminución del recurso hídrico, se modeló con el caudal de derecho para evaluar la operación normal con su caudal máximo.

Posteriormente, el estudio determinó la capacidad hidráulica que posee el canal, para ello se establecieron los niveles de escurrimiento para diferentes valores de caudal, hasta que su aumento sucesivo produzca desbordes. Ello permite identificar los puntos críticos que limitan la capacidad del canal.

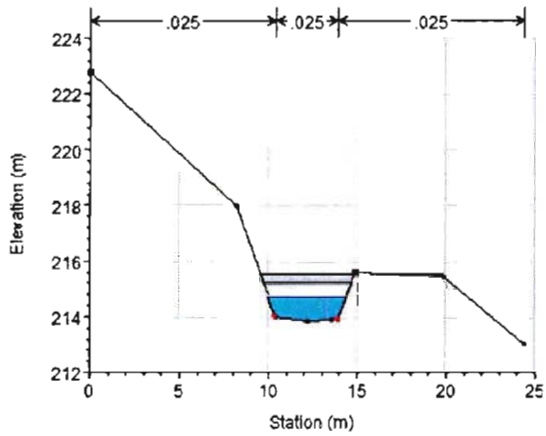
Finalmente, se evaluó el escenario de operación del canal ante eventos de precipitación, para lluvias de periodo de retorno de 2 años, contando con la información de los caudales de las quebradas aportantes al canal.

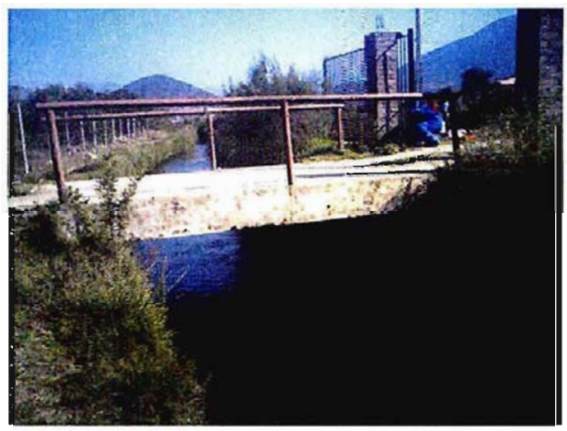
3 RESULTADOS MODELACIÓN HIDRÁULICA

El eje hidráulico en situación actual, sin obras de mejoramiento consideró las condiciones actuales del canal, incorporando las obras de arte existentes las que eventualmente podrían interferir con el escurrimiento de las aguas, como se ejemplifica en la Figura 3-1 .

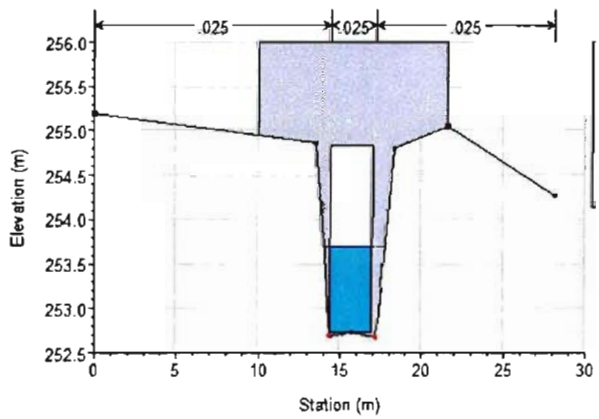
Figura 3-1: Secciones transversales en el canal Bellavista con obras de arte, HEC RAS

Puente (Km=19,205)

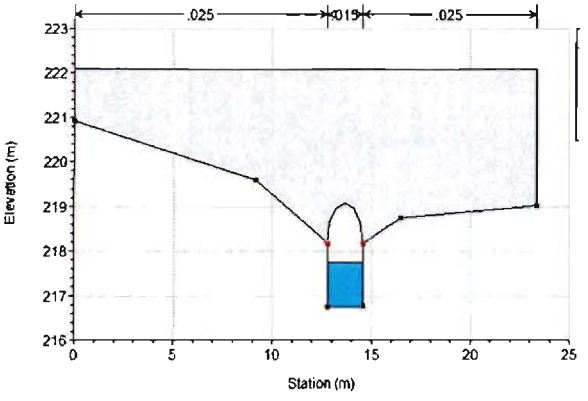




Alcantarilla (Km=3,642)



Túnel (Km=17,138)

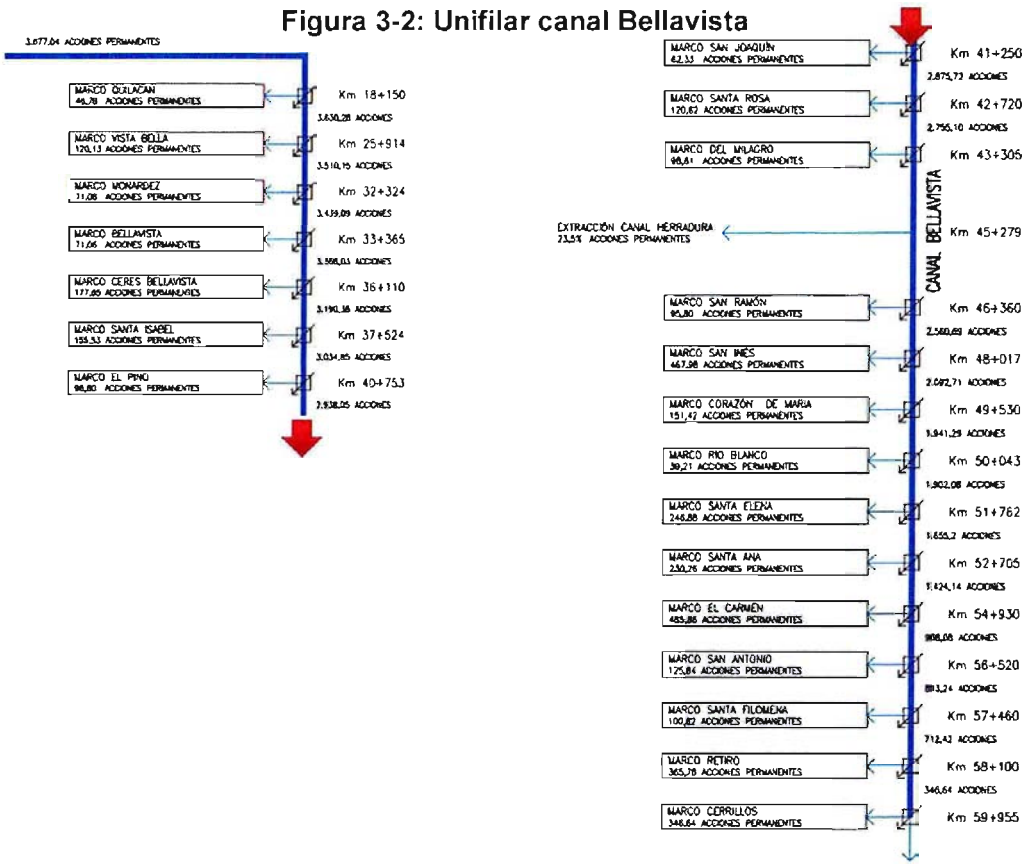


Para las condiciones de borde en el modelo se consideró que el flujo alcanza la altura de escurrimiento normal aguas abajo para una pendiente del 0,5%, análogo para el caso aguas arriba con objeto de modelar régimen mixto.

3.1 MODELACIÓN EN OPERACIÓN NORMAL

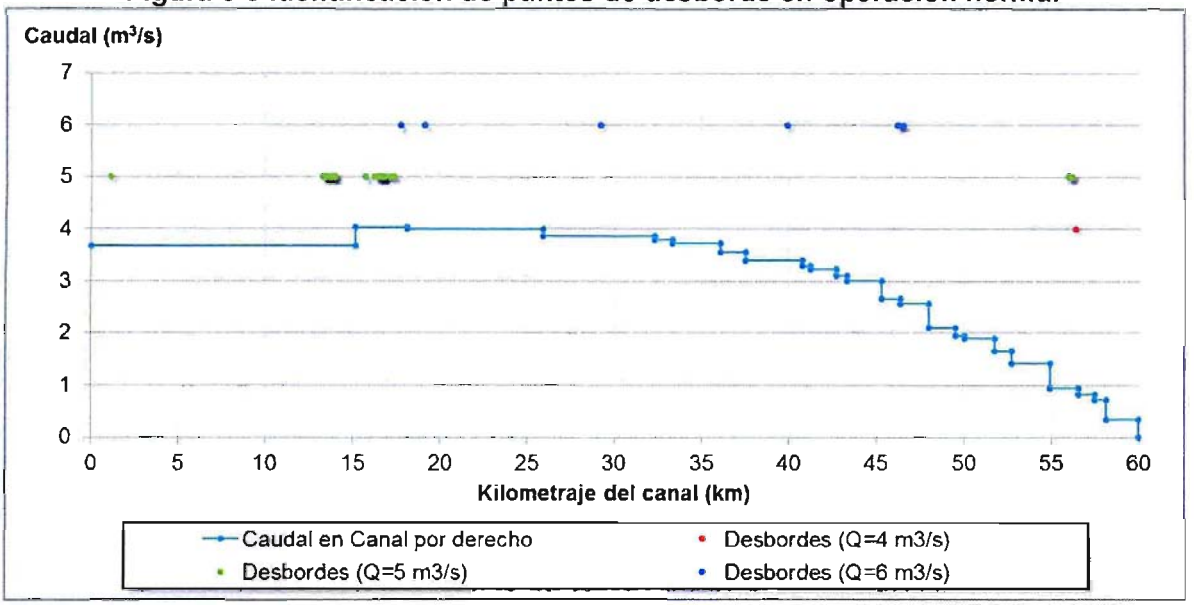
Para definir la operación normal del canal Bellavista, se consideró que las entregas de caudal se realizan en base a su unifilar, tal como muestra la Figura 3-2.

Figura 3-2: Unifilar canal Bellavista



En la Figura 3-3 se presenta el caudal de operación normal del canal y los puntos de desborde identificados en el numeral anterior, obteniéndose que bajo el caudal de operación no se supera la capacidad del canal, logrando portear el caudal de derecho sin desbordes.

Figura 3-3 Identificación de puntos de desborde en operación normal



Lo anterior indica que el canal posee la capacidad hidráulica adecuada para conducir los caudales de operación normal, lo cual representa que el sistema logra de forma efectiva portear los derechos de aprovechamiento actuales.

3.2 MODELACIÓN DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DEL CANAL Y CRECIDAS

Para analizar el comportamiento de canal Bellavista durante eventos de crecida se ha considerado que las compuertas de bocatoma se cierran ante dichos eventos, por lo que los caudales a ser transportados por el canal corresponden únicamente a aquellos que ingresan por las quebradas laterales.

Se ha definido un periodo de retorno de 2 años para la identificación de puntos de desborde en periodo de crecidas, pues corresponde a un evento recurrente, cuyo caudal debiese ser porteado sin problemas por el canal, limitándose las mantenciones a crecidas mayores. No se considera para análisis una crecida de mayor periodo de retorno, puesto que el canal tiene como objeto realizar la distribución de los caudales de riego, no el control de crecidas.

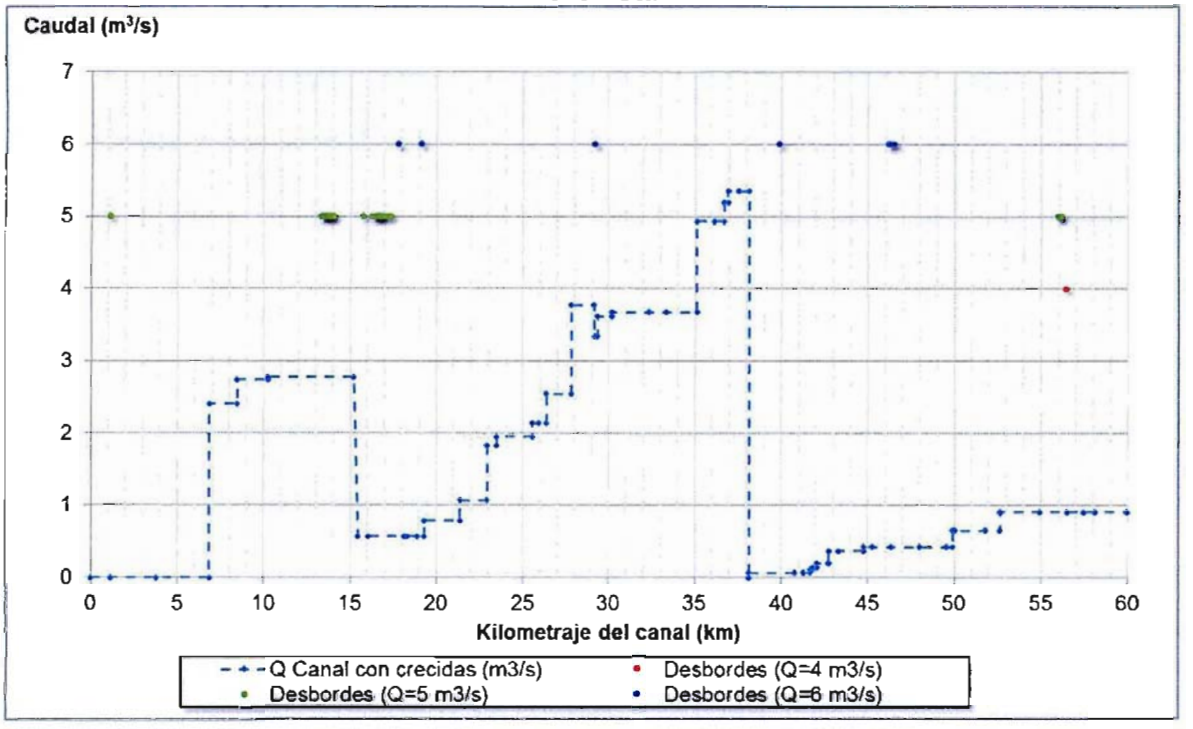
Tabla 3-1 Caudales afluentes canal Bellavista

Código	Km	Área	T=2 años
		(km^2)	Q (m^3/s)
MC Q01	1,1	556,001	30,00
MC Q03	6,9	6,240	2,43
MC Q04	8,5	0,933	0,33
MC Q05	10,3	0,079	0,04
MC Q06	15,4	41,270	4,90
MC Q10	19,3	0,543	0,21

Código	Km	Área	T=2 años
		(km^2)	Q (m^3/s)
MC Q11	21,4	0,739	0,29
MC Q12	22,9	2,015	0,75
MC Q13	23,5	0,325	0,13
MC Q14	25,6	0,477	0,18
MC Q15	26,4	1,079	0,40
MC Q16	27,8	3,552	1,23
MC Q18	29,4	0,728	0,27
MC Q19	30,2	0,151	0,06
MC Q20	35,1	3,636	1,26
MC Q21	36,7	0,749	0,27
MC Q22	36,9	0,395	0,15
MC Q23	38,1	0,157	0,07
MC Q24	41,6	0,129	0,05
MC Q25	41,8	0,036	0,02
MC Q26	42,1	0,136	0,06
MC Q27	42,7	0,537	0,18
MC Q28	44,8	0,124	0,05
MC Q29	49,9	0,777	0,23
MC Q30	52,7	0,923	0,26

En la Figura 3-4 se contrastan los caudales de crecida acumulados en el canal Bellavista (aportes de las quebradas laterales), con la capacidad hidráulica del mismo.

Figura 3-4 Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años. Canal Bellavista



Se observa que el caudal acumulado proveniente de las quebradas laterales para un periodo de retorno de 2 años (línea azul) no sobrepasa la capacidad hidráulica en toda su extensión, lo cual responde a la existencia de obras de evacuación existentes para los escenarios de crecida, las cuales logran evacuar de forma efectiva los aportes de las quebradas.

APÉNDICE 1
MODELOS HECRAS (en Digital)

APÉNDICE 2

Tabla 1. Características hidráulicas canal Bellavista (Q=3,677 m^3/s)

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
0,00	268,2	268,79	2,19	1
0,02	267,8	267,96	3,45	2,83
0,04	267,22	267,56	2,74	1,51
0,06	266,56	266,99	2,78	1,78
0,12	266,33	266,8	2,01	0,97
0,23	265,18	265,63	2,57	1,27
0,33	264,31	264,83	2,19	1
0,44	263,26	263,72	2,47	1,21
0,53	262,45	263,17	1,5	0,58
0,55	262,26	262,85	2,23	0,97
0,61	261,74	262,33	1,11	0,5
0,64	261,44	262,05	2,25	0,96
0,76	260,5	261,24	2,41	0,94
0,81	260,08	260,93	2,01	0,73
0,84	259,9	260,57	2,36	0,97
0,85	259,74	260,19	3,07	1,53
0,91	259,4	260,05	1,75	0,71
0,99	258,95	259,52	2,29	1
1,08	258,25	259,21	1,54	0,51
1,16	258,02	258,78	2,44	0,98
1,24	257,34	258,16	0,79	0,29
1,32	256,78	258,12	0,84	0,24
1,40	256,76	258,1	0,81	0,23
1,49	257,13	257,96	1,51	0,54
1,58	256,61	257,9	1,15	0,33
1,61	256,49	257,9	0,89	0,26
1,70	256,83	257,87	0,85	0,28
1,78	256,94	257,79	1,09	0,39
1,86	256,68	257,53	1,93	0,68
1,94	256,44	257,12	2,33	0,97
1,96	256,56	257,11	1,35	0,59
1,98	256,45	257,03	1,54	0,7
2,07	256,12	256,68	1,57	0,68
2,11	255,81	256,6	1,46	0,54
2,17	255,48	256,42	1,76	0,61
2,23	255,57	256,26	1,28	0,51
2,24	255,48	256,2	1,43	0,55
2,26	255,36	256,12	1,7	0,64
2,35	255,07	255,98	1,35	0,47
2,43	255,07	255,88	1,25	0,46
2,53	254,97	255,78	1,01	0,37
2,56	254,97	255,72	1,31	0,49
2,58	255,01	255,69	1,12	0,44
2,67	254,8	255,62	0,97	0,34
2,72	254,82	255,53	1,18	0,45
2,81	254,74	255,38	1,24	0,52
2,91	254,58	255,25	1,06	0,43
2,92	254,57	255,24	0,9	0,36
2,94	254,76	255,09	1,67	0,95
3,02	254,23	254,74	1,32	0,63
3,12	253,97	254,4	1,32	0,66
3,18	253,78	254,29	0,93	0,44
3,20	253,71	254,21	1,3	0,6
3,31	253,32	254,02	1,17	0,45
3,35	253,15	253,97	1,05	0,39
3,39	253,14	253,94	0,97	0,36
3,49	253,06	253,91	0,68	0,24
3,58	252,95	253,87	0,67	0,23
3,63	252,67	253,81	1,11	0,34
3,64	252,56	253,57	1,34	0,46
3,66	252,58	253,54	1,35	0,46
3,73	252,57	253,45	1,31	0,45
3,81	252	253,47	0,57	0,17
3,82	252,04	253,46	0,63	0,18
3,92	252,24	253,08	1,99	0,82
3,99	252,17	252,96	1,32	0,5
4,07	252,04	252,88	1,05	0,37
4,15	251,9	252,8	1,19	0,4
4,16	251,92	252,78	1,2	0,42
4,20	251,64	252,72	1,33	0,43
4,28	251,61	252,58	1,54	0,51
4,38	251,43	252,59	0,64	0,21
4,45	251,51	252,52	1,06	0,34
4,46	251,29	252,5	1,18	0,37
4,55	251,38	252,44	1,07	0,33
4,65	251,14	252,35	1,23	0,36
4,74	251,22	252,28	1,17	0,37
4,76	250,95	252,27	1,16	0,35
4,78	251,06	252,26	1,03	0,31
4,79	250,94	252,25	1,13	0,32
4,81	251,1	252,22	1,24	0,38
4,90	250,97	252,17	0,99	0,3
4,99	250,95	252,11	1,11	0,34
5,08	250,89	252,06	1,01	0,3
5,12	250,76	252	1,31	0,38
5,21	250,76	251,95	1,1	0,33
5,22	250,79	251,92	1,3	0,4
5,24	250,7	251,8	2,03	0,67
5,28	250,73	251,76	1,48	0,49
5,38	250,49	251,61	1,5	0,46
5,46	250,49	251,56	1,19	0,37
5,52	250,33	251,49	1,35	0,41
5,60	250,41	251,4	1,36	0,44
5,69	250,34	251,26	1,46	0,5
5,75	250,18	251,19	1,38	0,44
5,78	250,1	251,19	1,03	0,33
5,83	250	251,15	1,1	0,33
5,91	249,89	251,04	1,41	0,42
5,99	249,89	251,02	0,97	0,3
6,01	249,97	250,98	1,2	0,38
6,04	249,9	250,96	1,19	0,38
6,08	249,77	250,86	1,59	0,49
6,11	249,84	250,78	1,72	0,58
6,13	249,75	250,77	1,38	0,45
6,17	249,73	250,66	1,74	0,58
6,26	249,72	250,5	1,51	0,56
6,28	249,7	250,48	1,27	0,47
6,30	249,63	250,38	1,61	0,6
6,33	249,42	250,4	1,03	0,34
6,42	249,31	250,14	1,95	0,71
6,47	249,18	249,98	1,82	0,72
6,55	248,94	249,82	1,48	0,51
6,64	248,65	249,72	1,3	0,4
6,66	248,32	249,72	1,08	0,33
6,75	248,53	249,42	2,16	0,74
6,85	248,38	249,09	1,92	0,75
6,88	248,27	248,98	1,79	0,7
6,97	247,9	248,55	1,93	0,83
7,00	247,7	248,53	1,43	0,53
7,04	247,64	248,49	1,05	0,38

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
7,12	247,53	248,3	1,54	0,59
7,16	247,38	248,03	1,62	0,75
7,22	247,12	247,83	1,43	0,62
7,31	246,81	247,28	1,97	1,01
7,33	246,53	247,21	1,05	0,41
7,36	246,23	247,12	1,45	0,49
7,38	246,26	247,14	1,01	0,36
7,40	246,3	247,08	1,31	0,48
7,41	246,29	247,09	0,95	0,34
7,53	246,06	246,92	1,35	0,47
7,60	245,89	246,72	1,74	0,64
7,67	245,86	246,54	1,57	0,63
7,68	245,83	246,45	1,18	0,49
7,79	245,35	246,33	1,09	0,36
7,88	245,25	246,22	1,28	0,42
8,01	245,32	246,07	1,21	0,46
8,10	245,04	245,96	1,1	0,39
8,14	245,08	245,84	1,58	0,6
8,15	245,01	245,8	1,59	0,6
8,17	245,02	245,75	1,61	0,64
8,26	244,64	245,66	1,2	0,39
8,35	244,74	245,39	1,84	0,76
8,44	244,31	245,06	1,83	0,7
8,47	244,19	245,14	0,62	0,21
8,50	244,3	244,86	2,22	0,99
8,56	244,08	244,67	1,19	0,5
8,60	243,65	244,69	0,5	0,17
8,71	243,47	244,38	1,93	0,65
8,79	243,47	244,35	1,06	0,37
8,84	243,32	244,34	0,65	0,21
8,89	243,37	244,31	0,87	0,3
8,93	243,26	244,27	0,99	0,32
8,94	243,41	244,28	0,69	0,24
8,95	243,32	244,25	1	0,34
8,97	243,47	244,23	0,98	0,37
8,98	243,06	244,26	0,49	0,14
8,99	243,06	244,21	1	0,3
9,05	242,89	244,21	0,75	0,22
9,07	243,05	244,21	0,68	0,21
9,11	243,41	243,94	2,15	1
9,13	243,05	243,76	1,67	0,67
9,21	242,82	243,74	0,83	0,29
9,29	242,6	243,65	1,19	0,38
9,29	242,56	243,67	0,84	0,27
9,30	242,59	243,63	1,15	0,37
9,37	242,33	243,61	0,96	0,27
9,39	241,81	243,63	0,47	0,11
9,40	241,96	243,62	0,59	0,15
9,48	242,13	243,51	1,33	0,36
9,74	241,55	242,91	1,35	0,37
9,78	241,68	242,9	0,98	0,29
9,85	241,49	242,81	1,38	0,4
9,87	241,65	242,47	2,73	0,98
10,13	238,76	239,95	1,29	0,38
10,16	238,89	239,91	1,32	0,44
10,22	238,97	239,6	2,28	0,93
10,29	238,65	239,49	1,42	0,51
10,30	238,75	239,42	1,69	0,68
10,40	238,39	239,19	1,44	0,53
10,49	238,23	238,85	1,87	0,77

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
10,58	237,68	238,68	1,55	0,51
10,65	237,65	238,56	1,49	0,51
10,67	237,55	238,53	1,47	0,5
10,68	237,52	238,54	1,24	0,42
10,80	237,46	238,09	2,22	0,97
10,91	236,86	237,76	1,31	0,47
10,95	236,74	237,64	1,63	0,61
11,03	236,54	237,22	2,27	0,92
11,05	236,31	237,27	1,42	0,47
11,11	236,31	236,93	2,23	0,93
11,18	235,86	236,7	1,8	0,67
11,19	235,52	236,62	2,05	0,76
11,21	235,58	236,72	0,7	0,22
11,23	235,71	236,58	1,71	0,61
11,24	235,68	236,51	1,93	0,79
11,28	235,52	236,55	1	0,32
11,32	235,41	236,53	0,96	0,3
11,33	235,1	236,52	0,98	0,29
11,43	235,48	236,31	1,71	0,63
11,50	235,48	236,21	1,36	0,51
11,51	235,38	236,11	1,73	0,67
11,60	235,27	235,9	1,43	0,58
11,69	234,91	235,51	1,83	0,79
11,75	234,7	235,27	1,65	0,71
11,81	234,37	235,1	1,51	0,6
11,91	233,79	235,02	1,1	0,33
11,96	233,9	235,03	0,63	0,19
11,98	233,84	234,94	1,48	0,47
12,08	233,84	234,71	1,42	0,5
12,11	233,78	234,65	1,45	0,52
12,21	233,75	234,42	1,56	0,62
12,26	233,65	234,21	1,67	0,76
12,38	233,13	233,79	1,53	0,63
12,48	232,9	233,52	1,48	0,63
12,52	232,8	233,35	1,64	0,76
12,53	232,62	233,31	1,54	0,65
12,63	232,47	233,05	1,35	0,59
12,72	232,11	232,7	1,69	0,71
12,81	231,86	232,48	1,39	0,57
12,90	231,39	231,99	1,99	0,99
12,92	231,37	231,84	1,62	0,79
13,02	230,84	231,76	0,88	0,31
13,08	230,44	231,73	0,89	0,27
13,09	230,53	231,73	0,77	0,24
13,20	230,5	231,71	0,63	0,19
13,29	230,35	231,7	0,64	0,18
13,39	230,23	231,69	0,53	0,14
13,48	229,88	231,69	0,19	0,05
13,58	229,7	231,69	0,17	0,04
13,61	229,73	231,69	0,14	0,03
13,64	229,53	231,69	0,18	0,04
13,69	229,28	231,69	0,19	0,04
13,71	229,32	231,69	0,18	0,04
13,80	229,11	231,69	0,19	0,04
13,83	229,03	231,69	0,14	0,03
13,85	228,92	231,69	0,15	0,03
13,88	228,85	231,69	0,25	0,05
13,89	228,73	231,69	0,24	0,04
13,98	228,51	231,69	0,14	0,03
14,00	228,58	231,69	0,09	0,02

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
14,01	228,42	231,69	0,15	0,03
14,03	228,18	231,59	1,3	0,22
14,98	224,93	225,68	2,71	1
15,20	221,3	221,85	3,54	1,55
15,42	220,03	221,14	1,82	0,55
15,49	219,57	220,31	2,71	1,01
15,50	219,49	220,12	3,01	1,23
15,54	219,24	219,93	2,41	0,96
15,64	218,99	219,91	1,05	0,35
15,67	218,82	219,9	0,9	0,29
15,69	218,64	219,9	0,85	0,25
15,75	218,52	219,86	1,01	0,28
15,84	218,48	219,83	0,87	0,24
15,91	218,32	219,81	0,88	0,23
15,98	218,32	219,77	1,01	0,27
16,05	218,3	219,66	1,53	0,43
16,10	217,93	219,65	1,24	0,31
16,15	218	219,69	0,49	0,12
16,26	217,95	219,63	1,11	0,27
16,32	217,62	219,65	0,4	0,09
16,35	217,71	219,65	0,36	0,08
16,37	217,59	219,65	0,38	0,09
16,39	217,77	219,64	0,54	0,13
16,44	217,58	219,65	0,25	0,06
16,49	217,55	219,65	0,21	0,05
16,57	217,41	219,63	0,47	0,1
16,67	217,24	219,64	0,16	0,03
16,69	217,35	219,64	0,18	0,04
16,71	217,2	219,63	0,37	0,08
16,73	217,19	219,63	0,38	0,08
16,75	217,21	219,63	0,32	0,07
16,87	217,05	219,63	0,34	0,07
16,93	216,98	219,57	1,08	0,21
17,12	216,78	219,22	1,08	0,22
17,14	216,76	219,25	0,46	0,09
17,14	216,76	219,24	0,54	0,11
17,32	216,57	219,21	0,51	0,1
17,35	216,54	219,22	0,32	0,08
17,37	216,55	219,15	1,08	0,21
17,72	216,15	218,5	1,08	0,23
17,78	216,09	218,53	0,37	0,09
17,84	216,02	218,45	1,15	0,24
18,24	215,59	216,34	2,7	1
18,35	215,48	216,5	1,53	0,5
18,38	215,38	216,54	0,85	0,26
18,41	215,3	216,54	0,68	0,19
18,46	215,15	216,29	2,38	0,72
18,88	214,02	214,93	2,12	0,73
18,94	213,85	214,96	1,09	0,34
18,98	213,66	214,93	1,03	0,3
19,00	213,62	214,94	0,73	0,21
19,03	213,56	214,89	1,15	0,33
19,13	213,38	214,86	0,95	0,25
19,21	213,9	214,76	1,36	0,48
19,29	213,8	214,36	2,22	0,99
19,30	213,23	213,64	3,94	2,2
19,33	213,23	214,14	1,05	0,36
19,34	213,31	214,14	0,91	0,33
19,36	213,2	214,11	1,04	0,37
19,39	213,01	214,05	1,3	0,43

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
19,48	212,95	213,81	1,82	0,63
19,58	212,82	213,67	1,45	0,52
19,68	212,66	213,52	1,34	0,46
19,72	212,64	213,45	1,42	0,51
19,73	212,47	213,45	1,29	0,46
19,83	212,37	213,29	1,39	0,47
19,92	212,27	213,07	1,6	0,61
20,03	211,99	212,92	1,28	0,43
20,13	211,95	212,75	1,44	0,53
20,24	211,73	212,55	1,43	0,52
20,35	211,58	212,32	1,5	0,56
20,44	211,31	212,05	1,73	0,66
20,53	211,1	211,85	1,51	0,57
20,62	210,97	211,78	1,42	0,51
20,71	210,9	211,74	1,42	0,51
20,81	210,73	211,58	2,01	0,71
20,91	210,6	211,55	1,66	0,57
21,00	210,6	211,5	1,56	0,55
21,08	210,53	211,52	1,12	0,37
21,09	210,52	211,5	1,25	0,41
21,12	210,44	211,49	1,05	0,34
21,13	210,48	211,4	1,63	0,58
21,22	210,36	211,26	1,34	0,46
21,32	210,13	211,12	1,41	0,47
21,40	210	211,05	1,19	0,38
21,42	210,01	211,04	1,16	0,38
21,43	210,16	210,96	1,54	0,57
21,53	209,93	210,7	1,64	0,62
21,62	209,72	210,37	1,79	0,74
21,73	209,16	209,9	2	0,76
21,82	208,88	209,68	1,68	0,61
21,89	208,55	209,57	1,39	0,46
22,00	208,31	209,13	1,56	0,56
22,10	208,11	209	1,24	0,43
22,19	207,95	208,9	1,16	0,39
22,28	207,77	208,73	1,58	0,52
22,34	207,85	208,62	1,56	0,58
22,43	207,51	208,47	1,41	0,47
22,53	207,45	208,29	1,57	0,55
22,62	207,26	208,15	1,42	0,49
22,72	207,06	207,96	1,56	0,54
22,77	206,97	207,9	1,3	0,45
22,83	206,8	207,84	1,27	0,41
22,92	206,73	207,74	1,28	0,41
22,98	206,72	207,65	1,4	0,48
23,00	206,78	207,62	1,4	0,49
23,01	206,73	207,53	1,74	0,63
23,05	206,55	207,58	0,77	0,25
23,06	206,53	207,55	1,01	0,33
23,08	206,66	207,43	1,72	0,65
23,10	206,6	207,25	2,18	0,92
23,17	206,31	207,08	1,51	0,59
23,26	206,07	206,8	1,63	0,65
23,32	205,89	206,7	1,35	0,49
23,34	206,01	206,65	1,46	0,59
23,44	205,62	206,5	1,25	0,43
23,52	205,52	206,2	1,99	0,79
23,53	205,27	206,26	1,18	0,42
23,54	205,29	206,15	1,79	0,64
23,63	205,25	205,96	1,49	0,58

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
23,68	205,11	205,88	1,26	0,47
23,71	205,16	205,81	1,43	0,58
23,79	204,79	205,67	1,3	0,46
23,83	204,87	205,54	1,68	0,67
23,86	204,84	205,49	1,44	0,59
23,96	204,48	205,26	1,46	0,54
24,04	204,21	205,07	1,54	0,56
24,07	204,21	205,02	1,47	0,54
24,08	204,07	205,01	1,4	0,5
24,18	204,01	204,81	1,47	0,54
24,24	203,84	204,71	1,43	0,5
24,26	203,81	204,68	1,47	0,53
24,27	203,73	204,65	1,5	0,54
24,34	203,68	204,38	1,89	0,74
24,44	203,24	204,14	1,53	0,56
24,48	203,27	204,09	1,37	0,49
24,56	203,17	204	1,18	0,42
24,58	203,04	203,77	2,08	0,82
24,65	202,72	203,65	1,58	0,55
24,67	202,52	203,65	1,33	0,43
24,71	202,52	203,25	2,63	1
24,80	202,07	202,93	1,83	0,64
24,81	202,02	202,74	2,57	0,99
24,86	201,92	202,37	3,19	1,62
24,95	201,71	202,49	1,32	0,49
25,05	201,64	202,41	0,91	0,34
25,14	201,48	202,27	1,25	0,45
25,24	201,28	202,19	1,06	0,36
25,29	201,21	202,11	1,25	0,43
25,39	201,07	201,94	1,49	0,53
25,44	201,03	201,89	1,19	0,42
25,54	200,87	201,79	1,13	0,39
25,64	200,82	201,65	1,34	0,47
25,74	200,65	201,5	1,34	0,47
25,83	200,53	201,35	1,43	0,52
25,84	200,53	201,38	0,94	0,33
25,85	200,51	201,3	1,43	0,53
25,86	200,48	201,3	1,3	0,47
25,96	200,29	201,21	1,08	0,37
26,05	200,11	201,12	1,18	0,38
26,10	200,08	201,03	1,38	0,46
26,12	200,14	201,05	0,98	0,34
26,15	200,06	201,03	0,97	0,32
26,21	199,94	200,97	1,1	0,35
26,25	199,88	200,96	0,95	0,3
26,29	199,85	200,93	1,02	0,32
26,31	199,78	200,84	1,52	0,56
26,36	199,66	200,81	1,16	0,35
26,44	199,66	200,73	1,27	0,4
26,45	199,67	200,76	0,87	0,27
26,46	199,77	200,47	2,39	0,99
26,49	199,75	200,4	1,56	0,63
26,50	199,57	200,39	1,52	0,56
26,51	199,51	200,37	1,55	0,57
26,55	199,4	200,26	1,56	0,58
26,59	199,4	200,21	1,33	0,48
26,60	199,44	200,16	1,54	0,59
26,67	199,14	200,06	1,3	0,44
26,76	199,06	199,92	1,48	0,53
26,85	198,89	199,64	1,74	0,66

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
26,91	198,73	199,53	1,53	0,56
26,93	198,75	199,51	1,25	0,48
26,94	198,64	199,4	1,82	0,71
27,03	198,46	199,15	1,47	0,62
27,13	198,18	198,88	1,52	0,6
27,23	197,99	198,65	1,33	0,53
27,30	197,87	198,52	1,25	0,51
27,40	197,35	198,47	0,88	0,27
27,51	197,4	198,29	1,59	0,56
27,62	197,23	198,18	1,17	0,4
27,72	197,26	198,04	1,23	0,48
27,83	197,12	197,87	1,23	0,48
27,88	196,94	197,81	1,14	0,4
27,89	197	197,76	1,31	0,5
27,91	196,85	197,76	1,1	0,38
28,00	196,68	197,61	1,45	0,5
28,11	196,48	197,41	1,49	0,51
28,22	196,31	197,23	1,47	0,51
28,33	196,14	196,85	1,93	0,77
28,43	195,95	196,72	1,18	0,45
28,44	195,81	196,71	1,19	0,42
28,55	195,75	196,45	1,65	0,63
28,66	195,38	196,27	1,29	0,46
28,69	195,22	196,2	1,46	0,52
28,79	195,26	195,91	1,76	0,72
28,80	195,09	195,9	1,47	0,56
28,87	194,94	195,67	1,74	0,66
28,88	194,8	195,68	1,53	0,57
28,96	194,67	195,54	1,41	0,5
29,06	194,5	195,06	2,18	0,97
29,16	193,5	194,32	2,65	0,97
29,19	193,46	194,32	1,58	0,57
29,21	193,4	194,36	1,03	0,35
29,22	193,52	194,31	1,3	0,47
29,28	193,29	194,15	1,65	0,61
29,39	192,74	193,53	2,49	0,98
29,41	191,32	192,97	0,81	0,22
29,42	191,68	192,59	2,88	0,96
29,43	191,55	191,97	4,15	2,23
29,46	190,93	191,45	3,07	1,43
29,58	190,4	191,01	2,22	0,98
29,68	188,93	189,73	1,79	0,68
29,78	188,55	189,12	2,28	1
29,89	187,63	188,34	1,83	0,72
30,01	187,27	187,94	1,67	0,68
30,13	186,76	187,58	1,67	0,63
30,17	186,75	187,52	1,39	0,52
30,19	186,71	187,44	1,55	0,6
30,25	186,5	187,33	1,41	0,51
30,27	186,42	187,3	1,48	0,52
30,27	186,35	187,32	1,06	0,36
30,29	186,52	187,24	1,51	0,59
30,34	186,45	187,15	1,29	0,51
30,35	186,23	187,06	1,72	0,63
30,46	186,07	186,73	1,66	0,68
30,52	185,83	186,68	1,13	0,4
30,54	185,8	186,63	1,36	0,48
30,59	185,6	186,57	1,29	0,44
30,69	185,5	186,36	1,65	0,58
30,80	185,33	186,18	1,37	0,5

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
30,88	185,28	186,03	1,42	0,53
30,94	185,1	185,92	1,32	0,49
30,99	184,96	185,85	1,3	0,46
31,00	184,98	185,86	1,06	0,37
31,01	184,95	185,77	1,6	0,6
31,13	184,82	185,53	1,42	0,54
31,24	184,52	185,34	1,33	0,48
31,26	184,52	185,3	1,32	0,49
31,29	184,49	185,22	1,49	0,57
31,33	184,42	185,15	1,45	0,56
31,34	184,4	185,14	1,31	0,5
31,44	184,15	185,02	1,15	0,41
31,55	184,02	184,57	2,17	0,99
31,66	183,07	184,47	1,22	0,33
31,77	183,46	184,36	1,2	0,42
31,88	183,35	184,09	1,6	0,61
31,98	183,09	183,85	1,49	0,56
32,06	182,94	183,67	1,52	0,58
32,16	182,82	183,5	1,31	0,51
32,27	182,66	183,28	1,31	0,53
32,37	182,31	183,07	1,37	0,5
32,39	182,07	183,06	1,25	0,43
32,40	182,13	183,06	1,12	0,38
32,50	182,01	183,01	0,86	0,28
32,61	182,04	182,89	1,26	0,45
32,71	181,9	182,74	1,27	0,46
32,82	181,89	182,51	1,49	0,63
32,91	181,57	182,25	1,49	0,61
33,00	181,23	181,75	2,05	0,99
33,11	180,77	181,21	1,32	0,65
33,24	180,24	180,89	1,27	0,54
33,33	179,97	180,6	1,5	0,66
33,40	179,8	180,45	1,26	0,54
33,42	179,9	180,33	1,48	0,79
33,50	179,49	180,16	1,11	0,46
33,57	179,31	180,01	1,33	0,54
33,67	179,15	179,68	1,56	0,72
33,74	178,81	179,36	1,68	0,76
33,77	178,76	179,3	1,26	0,56
33,80	178,69	179,16	1,58	0,74
33,91	178,31	178,9	1,19	0,51
34,01	178,03	178,71	1,27	0,5
34,06	177,89	178,61	1,19	0,45
34,11	177,77	178,48	1,58	0,63
34,18	177,7	178,4	1,06	0,41
34,29	177,36	178,28	1,14	0,4
34,40	177,25	178,16	1,16	0,41
34,49	177,21	178,08	1,03	0,35
34,60	177,04	177,96	1,23	0,42
34,64	177,05	177,91	1,25	0,43
34,74	176,93	177,81	1,13	0,4
34,83	176,87	177,7	1,14	0,42
34,94	176,78	177,58	1,09	0,42
34,97	176,71	177,47	1,57	0,61
35,05	176,46	177,14	1,82	0,76
35,16	176,14	176,84	1,49	0,59
35,26	175,99	176,54	1,49	0,68
35,36	175,5	176,13	1,65	0,73
35,47	175,17	175,72	1,52	0,69
35,52	174,93	175,64	1,04	0,45

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
35,64	174,64	175,37	1,46	0,58
35,73	174,52	175,18	1,26	0,51
35,86	174,21	175,01	1,14	0,42
35,97	173,97	174,87	1,15	0,41
36,08	173,78	174,77	1,12	0,37
36,19	173,55	174,69	1,1	0,33
36,29	173,46	174,66	0,93	0,27
36,32	173,36	174,65	0,89	0,25
36,35	173,68	174,57	1,4	0,48
36,37	173,58	174,55	1,25	0,42
36,47	173,58	174,48	0,97	0,34
36,57	173,48	174,39	1,12	0,38
36,68	173,27	174,3	1,07	0,34
36,72	173,22	174,3	0,84	0,26
36,74	173,2	174,27	1,04	0,33
36,75	173,16	173,99	2,57	0,99
36,77	173,29	174,06	1,23	0,46
36,88	173,02	173,93	1,12	0,4
37,00	172,99	173,75	1,34	0,5
37,10	172,78	173,6	1,28	0,47
37,20	172,58	173,43	1,35	0,5
37,30	172,45	173,25	1,36	0,51
37,40	172,32	173,07	1,37	0,52
37,51	172,06	172,55	2,13	0,99
37,61	170,84	171,62	2,79	1,09
37,71	169,86	170,55	2,93	1,23
37,78	166,41	166,93	6,81	3,31
37,88	163,93	164,59	3,63	1,55
37,99	163,73	164,26	2,12	0,99
38,13	163,04	163,57	0,19	0,09
38,19	162,11	162,46	4,48	2,57
38,20	162,08	162,65	2,49	1,17
38,26	161,46	162,18	2,33	0,97
38,27	161,42	162,21	1,05	0,44
38,34	161,19	161,82	2,16	0,92
38,44	160,64	161,51	1,7	0,61
38,54	160,45	161,22	1,78	0,67
38,58	160,2	161,12	1,77	0,64
38,68	159,86	161,01	1,3	0,4
38,70	160,15	161	1,12	0,4
38,72	160,23	160,96	1,33	0,51
38,73	160,11	160,93	1,31	0,48
38,83	159,73	160,85	1,06	0,33
38,93	159,51	160,79	1,05	0,3
39,03	159,58	160,72	1,12	0,35
39,13	159,56	160,65	1,15	0,37
39,22	159,48	160,61	0,84	0,26
39,33	158,99	160,59	0,76	0,2
39,34	159,33	160,56	0,96	0,28
39,45	159,13	160,52	0,97	0,27
39,55	159,11	160,48	0,9	0,25
39,67	159,1	160,45	0,87	0,24
39,79	159,05	160,41	0,87	0,24
39,88	158,81	160,38	0,85	0,22
39,95	158,8	160,35	0,95	0,25
40,07	159,02	160,29	0,99	0,3
40,16	159,24	160,2	1,21	0,4
40,21	159,21	160,17	1,12	0,37
40,25	159,19	160,13	1,05	0,35
40,35	158,89	160,04	1,2	0,36

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
40,45	158,88	159,93	1,29	0,41
40,55	158,79	159,84	1,23	0,39
40,65	158,63	159,77	1,13	0,35
40,73	158,56	159,7	1,22	0,37
40,84	158,38	159,57	1,4	0,42
40,95	158,33	159,48	1,21	0,37
41,06	158,17	159,41	1,15	0,33
41,16	158,03	159,35	1,12	0,32
41,27	158,02	159,26	1,29	0,38
41,39	157,94	159,14	1,32	0,39
41,52	157,98	159,02	1,34	0,42
41,61	157,81	158,93	1,31	0,4
41,70	157,76	158,72	1,81	0,6
41,81	157,43	158,64	1,26	0,37
41,89	157,32	158,55	1,34	0,39
42,01	157,13	158,47	1,23	0,35
42,11	157,11	158,37	1,38	0,4
42,21	157,11	158,1	2,2	0,71
42,32	156,89	157,85	1,73	0,58
42,42	156,77	157,79	1,11	0,36
42,50	156,61	157,69	1,3	0,42
42,60	156,5	157,57	1,38	0,44
42,71	156,53	157,47	1,18	0,41
42,74	156,32	157,46	0,93	0,3
42,77	156,48	157,34	1,6	0,57
42,87	156,21	157,11	1,6	0,59
42,94	155,95	157,06	1,12	0,37
43,05	155,94	156,87	1,51	0,53
43,17	155,82	156,72	1,25	0,44
43,29	155,58	156,56	1,3	0,45
43,40	155,46	156,4	1,37	0,46
43,51	155,29	156,17	1,57	0,59
43,60	155,16	156,07	1,15	0,39
43,72	155,09	155,92	1,3	0,47
43,83	154,9	155,72	1,44	0,51
43,86	154,7	155,72	1,07	0,36
43,97	154,57	155,53	1,5	0,51
44,08	154,54	155,39	1,27	0,45
44,20	154,34	155,19	1,42	0,5
44,26	154,26	155,14	1,12	0,39
44,33	154,26	155,03	1,3	0,48
44,43	154,09	154,9	1,15	0,41
44,53	153,8	154,8	1,16	0,38
44,65	153,7	154,71	1,07	0,34
44,70	153,67	154,67	1,14	0,37
44,73	153,53	154,61	1,32	0,42
44,84	153,51	154,5	1,21	0,4
44,94	153,49	154,36	1,37	0,48
44,98	153,3	154,3	1,38	0,46
45,10	153,07	154,18	1,25	0,39
45,12	153,08	154,12	1,47	0,47
45,13	153,06	154,13	1,23	0,39
45,24	152,93	153,95	1,58	0,51
45,27	152,97	153,92	1,42	0,51
45,29	152,9	153,88	1,44	0,5
45,41	152,91	153,63	1,51	0,59
45,45	152,71	153,48	1,78	0,65
45,45	152,68	153,43	1,89	0,72
45,52	152,3	153,4	1,24	0,4
45,56	152,36	153,21	1,94	0,69

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
45,62	152,04	153,18	1,3	0,4
45,63	152,13	153,18	1,26	0,4
45,71	152,05	153,1	1,19	0,38
45,73	152,09	153,07	1,29	0,43
45,83	151,93	152,97	1,29	0,42
45,95	151,81	152,88	1,09	0,34
46,06	151,73	152,87	1	0,3
46,11	151,64	152,88	0,78	0,24
46,12	151,72	152,88	0,83	0,25
46,23	151,41	152,86	0,85	0,23
46,29	151,51	152,83	0,92	0,26
46,39	151,32	152,81	0,82	0,22
46,50	151,36	152,76	0,94	0,26
46,60	151,29	152,74	0,77	0,21
46,71	151,55	152,66	1,13	0,36
46,83	151,56	152,56	1,08	0,36
46,94	151,55	152,51	0,81	0,29
47,06	151,7	152,33	1,3	0,55
47,08	151,53	152,34	0,88	0,32
47,11	151,55	152,33	0,84	0,32
47,16	151,44	152,25	1,15	0,42
47,23	151,3	152,18	1,08	0,38
47,34	150,87	152,15	0,75	0,21
47,44	150,9	152,1	0,86	0,26
47,55	150,93	152,04	0,98	0,31
47,65	150,62	152,02	0,7	0,2
47,75	150,85	151,98	0,87	0,27
47,86	150,48	151,95	0,71	0,19
47,95	150,79	151,92	0,83	0,25
48,06	150,67	151,87	0,85	0,26
48,17	150,47	151,84	0,7	0,2
48,28	150,38	151,77	1,11	0,31
48,32	150,61	151,76	0,88	0,28
48,33	150,51	151,77	0,75	0,22
48,43	150,47	151,7	1,01	0,3
48,54	150,56	151,57	1,37	0,45
48,65	150,61	151,45	1,17	0,41
48,70	150,41	151,38	1,31	0,43
48,72	150,38	151,31	1,54	0,52
48,83	150,16	151,22	1,21	0,38
48,94	150,05	151,09	1,35	0,43
49,06	149,86	150,93	1,47	0,46
49,11	149,83	150,86	1,47	0,47
49,12	149,82	150,85	1,43	0,47
49,22	149,69	150,75	1,28	0,41
49,24	149,66	150,72	1,31	0,42
49,35	149,61	150,58	1,37	0,45
49,45	149,37	150,42	1,51	0,49
49,53	149,3	150,35	1,26	0,4
49,64	149,19	150,27	1,14	0,36
49,75	149,13	150,17	1,17	0,38
49,83	149,06	150,1	1,11	0,37
49,94	148,96	150,04	0,93	0,3
50,02	148,96	149,99	0,98	0,32
50,05	149,11	149,96	1,09	0,38
50,06	149,12	149,91	1,27	0,51
50,17	148,64	149,81	1,11	0,34
50,28	148,45	149,77	0,86	0,25
50,40	148,37	149,69	1,11	0,32
50,51	148,33	149,64	0,98	0,28

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
50,62	148,23	149,61	0,88	0,24
50,73	148,64	149,25	2,34	0,99
50,84	147,8	148,78	1,29	0,43
50,96	147,81	148,46	1,78	0,75
51,07	147,23	148,2	1,57	0,52
51,18	146,97	148,11	1,24	0,37
51,21	146,89	148,07	1,29	0,39
51,24	146,86	148,04	1,33	0,4
51,27	146,86	148,04	1,16	0,35
51,37	146,8	147,94	1,26	0,38
51,48	146,62	147,85	1,23	0,36
51,52	146,74	147,85	0,97	0,31
51,63	146,72	147,73	1,27	0,41
51,74	146,64	147,57	1,44	0,5
51,78	146,66	147,56	1,1	0,39
51,86	146,48	147,35	1,66	0,59
51,96	146,37	147,21	1,31	0,46
52,07	146,02	147,08	1,26	0,4
52,13	145,95	147,02	1,23	0,38
52,18	146,04	146,75	2,25	0,89
52,20	145,84	146,75	1,81	0,62
52,30	145,81	146,64	1,18	0,42
52,40	145,54	146,55	1,12	0,37
52,53	145,48	146,38	1,36	0,48
52,64	145,19	146,11	1,78	0,61
52,76	144,7	146,12	0,78	0,22
52,78	144,53	146,13	0,6	0,16
52,84	144,6	146,11	0,67	0,18
52,88	144,36	146,11	0,69	0,17
52,98	144,53	146,08	0,73	0,19
53,10	144,93	146,03	0,97	0,3
53,22	144,72	145,93	1,08	0,33
53,35	144,75	145,82	1,2	0,39
53,46	144,71	145,75	0,89	0,3
53,58	144,44	145,69	0,88	0,27
53,69	144,65	145,6	1,08	0,37
53,82	144,42	145,48	1,08	0,36
53,93	144,33	145,38	1,14	0,38
54,05	144,31	144,94	2,16	0,98
54,17	143,6	144,84	1,05	0,33
54,29	143,6	144,79	0,89	0,26
54,41	143,56	144,74	0,88	0,27
54,52	143,56	144,63	1,25	0,39
54,63	143,13	144,21	1,13	0,37
54,75	142,99	144,09	1,21	0,4
54,86	142,89	144,05	0,79	0,26
54,97	143,01	143,98	0,94	0,32
55,08	142,79	143,9	1	0,34
55,19	142,62	143,85	0,77	0,24
55,31	142,59	143,8	0,89	0,28
55,42	142,03	143,79	0,62	0,16
55,51	142,09	143,78	0,5	0,13
55,56	142,19	143,77	0,55	0,15
55,58	142,11	143,77	0,52	0,13
55,63	142,17	143,75	0,75	0,2
55,76	141,89	143,7	0,58	0,15
55,87	141,81	143,68	0,67	0,17
55,98	142,5	143,63	0,99	0,3
56,08	142,45	143,57	1,02	0,32
56,19	142,35	143,51	0,99	0,3

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
56,31	142,24	143,42	1,23	0,37
56,42	142,18	143,35	1,04	0,31
56,54	142,12	143,29	1,03	0,31
56,65	142,09	143,21	1,11	0,34
56,76	142,07	143,1	1,23	0,39
56,88	142,05	142,78	2,01	0,78
56,99	141,64	142,69	1,1	0,35
57,11	141,56	142,59	1,14	0,37
57,23	141,41	142,55	0,81	0,25
57,35	141,42	142,45	1,12	0,36
57,37	141,39	142,44	1,12	0,36
57,45	141,38	142,32	1,36	0,47
57,51	141,3	142,21	1,51	0,52
57,65	141,27	142,21	1,36	0,46
57,65	141,28	142,03	2,15	0,84

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BELLAVISTA

Anexo 14

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

14.1. DISEÑO DE ALTERNATIVAS

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-1000-IH-MEC-004_C

ANEXO 14.1.1 - MANTENCIÓN DE OBRAS CANAL BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	F. de la Fuente	P. Muñoz/ P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	06.11.14	06.11.14	07.11.14	
B	Nombre Firma	F. de la Fuente	P. Muñoz/ P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.14	10.11.14	10.11.14	
0	Nombre Firma	D. Aree	J. Garín/P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	29.06.15	30.06.15	30.06.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.1.1 - MANTENCIÓN DE OBRAS CANAL BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 OBJETIVOS 4
1.2 REFERENCIAS 4
1.3 ÁREA DE ESTUDIO 4
2 IDENTIFICACIÓN DE OBRAS DEFICIENTES Y DIAGNOSTICO DEL ESTADO GENERAL DEL CANAL 5
2.1 SECCIÓN DEL CANAL Y REVESTIMIENTOS 5
2.2 OBRAS DE CRUCE 6
2.3 OBRAS DE DESCARGA 6
2.4 COMPUERTAS 6
3 DISEÑO OBRAS DE MEJORAMIENTO 8
3.1 SELLOS DE FONDO Y REPERFILAMIENTO 9
3.2 COMPUERTAS 9
4 CUBICACIONES 10

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1. Clasificación de las obras existentes en el canal Bellavista según estado de conservación y operatividad 5
Tabla 2-2 Estado de Revestimientos en canal Bellavista 6
Tabla 3-1 Mejoras a compuertas de descarga en mal estado 10
Tabla 4-1 Cubicaciones Mantención de Obras Canal Bellavista 10

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1: Esquema de los sellos de fondo 9

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1 Compuerta CP11 con sistema de funcionamiento en mal estado 7
Fotografía 2-2 Compuerta CP15 con embancamiento y vegetación 7
Fotografía 2-3 Compuerta CP21 con embancamiento y vegetación 8

1 INTRODUCCIÓN

La presente memoria de Cálculo contiene los antecedentes y soluciones propuestas para la mantención de las obras internas del canal Bellavista de manera de contribuir a la optimización de la distribución de los caudales de riego.

La definición de las obras para las cuales se contemplan mantenciones se realizó de acuerdo a lo identificado en el catastro de obras y los resultados obtenidos en el diagnóstico del estado del mismo canal. Las obras consideradas en este análisis corresponden a obras de cruce, obras de descarga, compuertas y la propia sección del canal.

1.1 OBJETIVOS

Los objetivos generales corresponden a:

- Identificación de necesidades de mantención de las obras existentes del canal Bellavista.
- Establecer criterios de mejoras para las soluciones a adoptar en las obras en estado deficiente.
- Entregar las soluciones definitivas para cada obra que requiera mantención en el canal Bellavista y que afecte a las actividades de riego.

1.2 REFERENCIAS

Ref 1 Manual de Carreteras, Volumen 3. 2014. Dirección General de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas, Chile.

Ref 2 Hidráulica aplicada al diseño de obras, partes I, II y II. 2007. Horacio Mery.

Ref 3 Estudio "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", Catastro de Obras Canal Bellavista. 2013-2014. Comisión Nacional de Riego.

1.3 ÁREA DE ESTUDIO

El canal Bellavista se inicia en la cuenca del río Elqui, cuya área aportante es de 9.645 km^2. El cauce principal del río Elqui nace de la junta de los ríos Turbio y Claro a la altura de la localidad de Rivadavia. En la sección media de la cuenca del Elqui se encuentra el embalse Puclaro, cuya operación comenzó a fines de los noventa y tiene una capacidad de 200 millones de m^3. Aguas abajo del embalse se encuentra el canal Bellavista específicamente en la subcuenca del río Elqui Bajo.

El trazado del canal se extiende por una longitud de aproximadamente 58 Km con un desnivel total de 135 m.

2 IDENTIFICACIÓN DE OBRAS DEFICIENTES Y DIAGNOSTICO DEL ESTADO GENERAL DEL CANAL

En función de la información recopilada en terreno, se ha clasificado el estado de las obras en Bueno, Regular y Deficiente, definiéndose dicha clasificación en base a los criterios presentados en laTabla 2-1.

Tabla 2-1. Clasificación de las obras existentes en el canal Bellavista según estado de conservación y operatividad

Sección del canal y revestimientos	
Deficiente	Sección Irregular, vegetación abundante, revestimiento presenta grietas de gran tamaño o trozos faltantes, compromiso de estabilidad del revestimiento y de función impermeabilizante
Regular	Sección medianamente regular, con o sin presencia de vegetación, revestimiento con grietas de menor tamaño, sin compromiso de estabilidad del revestimiento y función impermeabilizante
Bueno	Sección regular, sin vegetación, revestimiento sin grietas, con buen nivel de limpieza y mantención.
Obras de cruce: puentes, canoas, sifones	
Deficiente	Obra inestable estructuralmente: hormigón en mal estado, madera descompuesta
Regular	Obra opera correctamente, sin embargo podría presentar problemas de estabilidad en el corto plazo
Bueno	Obra estable estructuralmente
Obras de descarga o distribución: vertedero, marco partidor	
Deficiente	Obra en mal estado u obstruida, no opera correctamente
Regular	Obra en mal estado u obstruida, podría operar con errores
Bueno	Obra opera correctamente
Obras de entrega: compuertas	
Deficiente	Mal estado induce a infiltraciones por mal sellado, oxidación de la hoja, o capacidad (mampostería lateral insuficiente)
Regular	Compuerta con baja mantención (sin grasa) e interferencias como ramas, sedimentos o vegetación
Bueno	Operando sin generar infiltraciones, mantención de la compuerta con grasa

Nota: el estado de los aforadores se evaluó en la memoria técnica 4184-1000-IH-MEC-005 Sistema Control de Caudales

2.1 SECCIÓN DEL CANAL Y REVESTIMIENTOS

Considerando la clasificación antes indicada se ha determinado que existen aproximadamente 8 km con algún tipo de revestimiento en el canal (13% de la longitud total del canal), de los cuales un 38% se encuentra en buen estado, un 60% en estado regular, y un 2% en estado deficiente. El detalle según tipo de revestimiento y estado se presenta en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2 Estado de Revestimientos en canal Bellavista

Revestimiento		Estado (Km)		
Material	**Ubicación o tipo**	**Bueno**	**Regular**	**Deficiente**
Hormigón	Sección Completa	3,18	0,17	0,04
	Ribera Izquierda		0,03	
	Ribera Derecha		2,07	
Mampostería	Sección Completa		0,48	
	Ribera Izquierda		1,4	0,09
	Ribera Derecha	0,03		
Enrocado	Ribera Derecha		0,23	
Geomembrana	Sección Completa		0,7	
Sin Revestimiento	-	0,01	13,78	33,51

Con respecto a los tramos sin revestir, cabe señalar que la mayoría presenta un estado deficiente, ya que han perdido la geometría y requieren de un profundo proceso de limpieza. Actualmente no existen sellos de fondo en el canal por lo que muchas de sus secciones no pueden ser re-perfiladas.

2.2 OBRAS DE CRUCE

No se identificaron obras de cruce con necesidad de mejoramiento.

2.3 OBRAS DE DESCARGA

No se identificaron obras de descarga con necesidad de mejoramiento.

2.4 COMPUERTAS

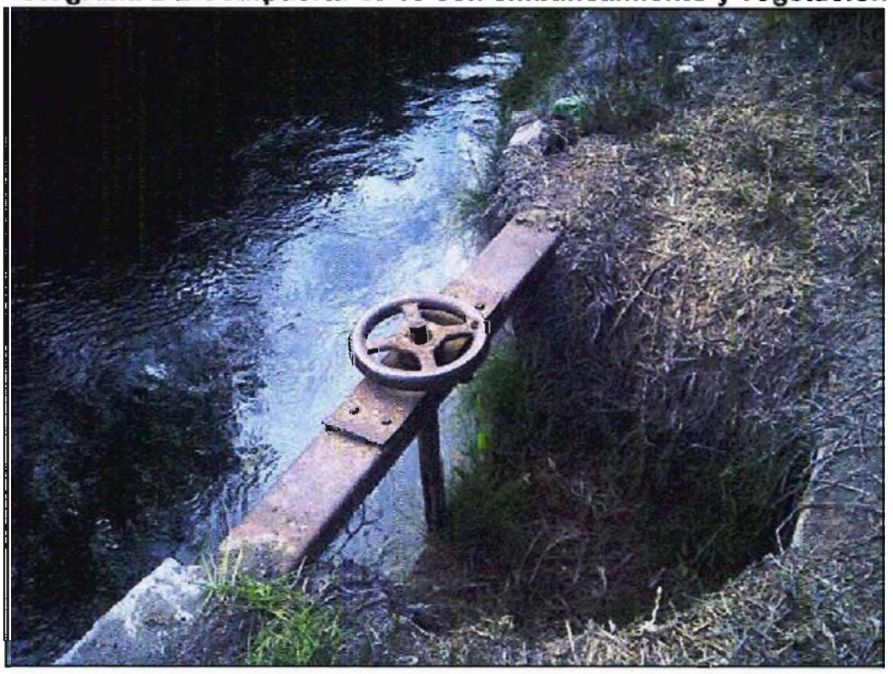
Se identificaron 3 (CP11, CP15 y CP21) compuertas de entrega o descarga en estado deficiente. Las principales deficiencias encontradas fueron:

- Sistema de funcionamiento de la compuerta en mal estado.
- Embancamiento de sedimentos en la entrada de la compuerta.
- Obstrucciones de vegetación en la entrada de la compuerta.

En las siguientes fotografías se muestran las condiciones en las que se encuentran dichas compuertas.

Fotografía 2-1 Compuerta CP11 con sistema de funcionamiento en mal estado

Fotografía 2-2 Compuerta CP15 con embancamiento y vegetación



Fotografía 2-3 Compuerta CP21 con embancamiento y vegetación

3 DISEÑO OBRAS DE MEJORAMIENTO

En función de los resultados del diagnóstico, se ha considerado la realización de mantención y mejoramiento a las obras ya existentes y cuyo estado es deficiente. No se ha incluido las obras en estado regular, pues pueden funcionar adecuadamente, sin riesgo para usuarios transeúntes, sin embargo se debiese considerar un programa de mantención de dichas obras en el futuro.

A continuación se detallan las obras a mantener y/o mejorar.

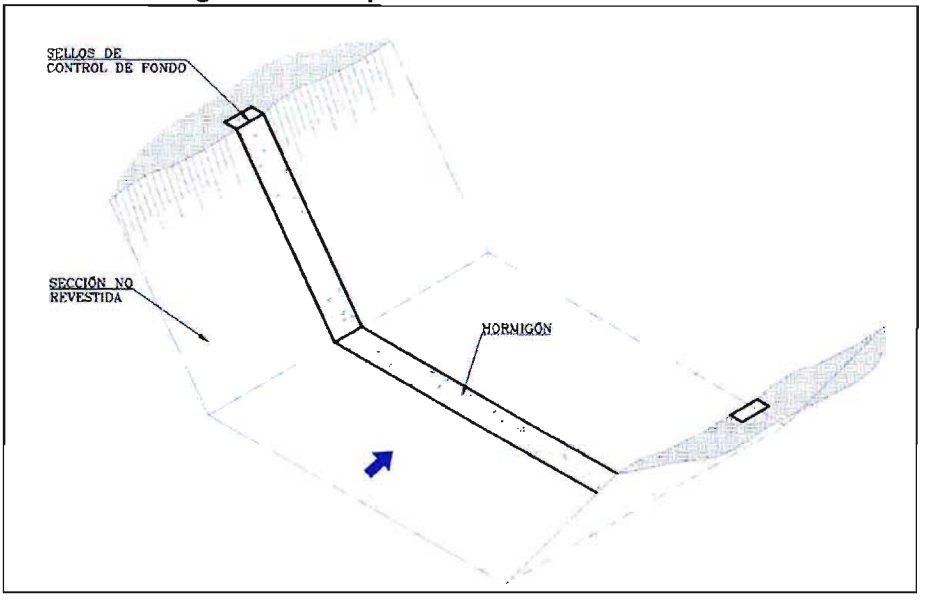
3.1 SELLOS DE FONDO Y REPERFILAMIENTO

Como medida de mejoramiento de los tramos de canal no revestidos, se define incorporar sellos de fondo cada 500 m en lugares donde el canal no cuente con revestimiento de la sección completa. Así, luego de eventos de crecidas o cuando crezca vegetación o el canal se embanque, se podrán reestablecer las cotas de fondo y taludes para el cual el canal fue diseñado.

En el canal Bellavista se calculó una cantidad de 102 sellos de fondo para cumplir con los criterios antes mencionados.

En la Figura 3-1 se presenta un esquema de la implementación de los sellos de fondo para el canal.

Figura 3-1: Esquema de los sellos de fondo



3.2 COMPUERTAS

Se proponen 2 soluciones de mejoramiento posibles para cada caso:

- Reemplazo del sistema de funcionamiento de la compuerta (volante, brazo o engranajes).
- Retiro de obstrucciones (vegetación y sedimentos)

Cada obra de compuerta puede contar con una o más soluciones dependiendo de la necesidad de mejora. En la Tabla 3-1 se presentan las soluciones de mejora propuestas para cada una de las compuertas en estudio.

Tabla 3-1 Mejoras a compuertas de descarga en mal estado

Compuerta	Tipo de Solución Requerida	
	Reemplazo del sistema de funcionamiento	Retiro de obstrucciones (vegetación/sedimentos)
CP11	X	X
CP15	-	X
CP21	X	X

4 CUBICACIONES

Las cantidades de obras de mantención en el canal Bellavista se indican en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1 Cubicaciones Mantención de Obras Canal Bellavista

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final
1	**OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO**				
1,1	**MANTENCIÓN DE OBRAS**				
1.1.1	**Mantención compuertas**				
	Reemplazo sistema compuerta 5,0x1,60 m	un	1	1	1
	Reemplazo sistema compuerta 5,0x1,60 m	un	1	1	1
	Reemplazo sistema compuerta 0,5x1,40 m	un	1	1	1
1.1.2	**Sellos de fondo**				
	Excavación Material Común	m^3	34	1,1	37
	Hormigón H-25	m^3	31	1,1	34
	Enfierradura (50 Kg/m^3)	kg	1530	1,1	1.683
1.1.3	**Reperfilamiento**				
	Excavación Material Común	m^3	17886	1,1	19.675
	Retiro de Excedentes	m^3	17886	1,1	19.675

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-1000-GE-MEC-001_C

ANEXO 14.1.2 - ESTABILIDAD GEOTÉCNICA DEL CANAL BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	L. Sandia / R. Arellano	C. Sandoval	P. Zuñiga	Coordinación Interna
	Fecha	05.11.14	07.11.14	07.11.14	
B	Nombre Firma	L. Sandia / R. Arellano	C. Sandoval	P. Zuñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.14	11.11.14	11.11.14	
C	Nombre Firma	L. Sandia / R. Arellano	C. Sandoval	P. Zuñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	11.07.15	11.07.15	11.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.1.2 - ESTABILIDAD GEOTÉCNICA DEL CANAL BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 6

2 OBJETIVOS 6

3 INESTABILIDAD DE TALUDES POR ROEDORES (CURUROS) 6
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 6
3.2 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 10
3.2.1 Revestimiento Mediante Mampostería. 10
3.2.1.1 Diseño Alternativa 1 10
3.2.1.2 Cubicaciones 12

4 DESLIZAMIENTOS POR DEBILITAMIENTO DEL TALUD DEBIDO A PRECIPITACIONES INTENSAS 13
4.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 13
4.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 15
4.2.1 Canalización de Aguas Lluvias 16
4.2.1.1 Diseño Alternativa 1 16
4.2.1.2 Cubicaciones 17
4.2.2 Revestimiento Mediante Mampostería + Cubierta con Losetas de Hormigón 18
4.2.2.1 Diseño Revestimiento mediante Mampostería 18
4.2.2.2 Cubierta Canal con Losetas de Hormigón 19
4.2.2.3 Diseño Cubierta Canal con Losetas de Hormigón 19
4.2.2.4 Cubicaciones 21
4.2.3 Revestimiento Mediante Tuberías 21
4.2.3.1 Diseño Alternativa 3 21
4.2.3.2 Cubicaciones 23

5 ESTABILIDAD DEL PRETIL A VALLE DE LA QUEBRADA ARRAYÁN 25
5.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 25
5.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 27
5.2.1 Revestimiento Mediante Mampostería + Cubierta con Loseta de Hormigón 27
5.2.1.1 Diseño Revestimiento mediante Mampostería 27
5.2.1.2 Cubierta Canal con Losetas de Hormigón 29
5.2.1.3 Diseño Cubierta Canal con Losetas de Hormigón 29
5.2.1.4 Cubicaciones 30
5.2.2 Revestimiento Mediante Tuberías 31
5.2.2.1 Diseño Alternativa 2 31
5.2.2.2 Cubicaciones 33

6 ESTABILIDAD DE PORTALES DE TÚNELES 34
6.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 34
6.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 35
6.2.1 Revestimiento de los Portales 35
6.2.1.1 Cubicaciones 36
7 ESTABILIDAD AL INTERIOR DE TÚNELES 38
7.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 38
7.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 38
7.2.1 Revestimiento interior Túnel Las Rojas 39
7.2.2 Revestimiento interior Túnel Los Burros 40
7.2.2.1 Cubicaciones 41
8 ALTERNATIVAS RECOMENDADAS 42

APENDICES

Apéndice 1 Papers

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Cubicaciones alternativa mampostería 12
Tabla 4-1: Cubicaciones Alternativa 1 17
Tabla 4-2: Cubicaciones Cubierta Loseta Hormigón 21
Tabla 4-3: Cubicaciones Revestimiento Mampostería 21
Tabla 5-1: Cubicaciones Cubierta Losetas de Hormigón 30
Tabla 5-2: Cubicaciones Revestimiento con Mampostería 31
Tabla 5-3: Criterios de diseño tubería y canal 31
Tabla 5-4: Cubicaciones movimientos de tierra Alternativa 3 33
Tabla 5-5: Cubicaciones tuberías y cámaras de inspección Alternativa 3 33
Tabla 6-1: Cubicaciones portales de entrada y salida 36
Tabla 7-1: Cubicaciones Revestimiento Túneles 41
Tabla 10-1: Resumen de soluciones propuestas 42

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1: Ubicación general sectores (en trazos rojos) con problemas de estabilidad de taludes debido a la presencia de cururos, canal Bellavista 8
Figura 3-2: Sección canal con mampostería 11

Figura 4-1: Ubicación de los sectores de deslizamientos de talud detectados entre los túneles Porvenir y Quilacán 1 14
Figura 4-2: Esquema típico canaleta hormigón. 16
Figura 4-3: Anclaje bajadas canal 17
Figura 4-4: Sección del canal con mampostería 19
Figura 4-5: Vista isométrica de canal revestido con mampostería y loseta de hormigón 20
Figura 4-6: Sección transversal loseta de hormigón (Tralix) 20
Figura 4-7: Dimensiones zanja y tipos de rellenos 23
Figura 5-1: Localización del tramo del canal Bellavista en donde cruza la quebrada Arrayán en el Sector 1 25
Figura 5-2: Sección del canal con mampostería 28
Figura 5-3: Vista isométrica de canal revestido con mampostería y loseta de hormigón 30
Figura 5-4: Sección transversal loseta de hormigón (Tralix) 30
Figura 5-5: Dimensiones zanja y tipos de rellenos 33
Figura 6-1: Localización de los túneles (en trazos blancos) del canal Bellavista en el sector 2 del canal 35
Figura 6-2: Esquema Típico de revestimiento de los portales de Entrada y Salida 36
Figura 7-1: Localización de los túneles (en trazos blancos) del canal Bellavista en el sector 2 del canal 38
Figura 7-2: Fortificación interior Túnel Las Rojas 39
Figura 7-3: Fortificación interior Túnel Los Burros 40

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1: Ejemplo de actividad cavadora de roedores (cururos) en el pretil a valle del canal Bellavista. 9

Fotografía 3-2: Ejemplo de colapso del pretil a valle del canal debido a la actividad cavadora de roedores. 9

Fotografía 4-1: Ejemplo de un tramo del canal Bellavista en el sector 2 con deslizamiento de talud. 15

Fotografía 5-1: Vista de un tramo del pretil a valle mostrando filtraciones en el cruce de la quebrada Arrayán, canal Bellavista. 26

Fotografía 5-2: Ejemplo de la saturación del suelo del canal Bellavista, en la quebrada Arrayán. 26

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto "Mejoramiento canales Bellavista , Villalón y Buzeta", ARCADIS Chile ha realizado un levantamiento de los problemas de estabilidad física que afectan al canal Bellavista, caracterizando geotécnicamente cada uno de estos sectores mediante una campaña de prospecciones complementaria y dando posibles soluciones a los problemas detectados.

En el presente informe, se presentan las alternativas de soluciones geotécnicas a los problemas de estabilidad que afectan al canal Bellavista en su trazado, para enseguida analizarlas desde una perspectiva técnica–económica y concluyendo acerca de la solución más adecuada. Cabe mencionar que este análisis técnico-económico debe ser analizado en conjunto con las soluciones de operación hidráulica del canal, de manera de obtener una solución integral para los mejoramientos de este.

2 OBJETIVOS

El presente informe tiene como objetivo entregar las alternativas de obras de mejoramiento necesarias para dar mayor seguridad geotécnica a la conducción del caudal de diseño a través de los sectores en donde se presentan peligros y/o problemas que pueden afectar la estabilidad del canal.

3 INESTABILIDAD DE TALUDES POR ROEDORES (CURUROS)

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas de estabilidad de taludes debido a la presencia de cururos son frecuentes a lo largo de canal Bellavista, sin embargo, se presenta con mayor importancia en los sectores en que el muro o talud a valle se construyó con materiales arenosos. Estos sectores están ubicados especialmente en los sectores 1 y 2 del canal (ver Figura 3-1).

El cururo (*spalacopus cyanus*) es un roedor cavícola que ocupa toda la zona de Chile entre las regiones de Atacama y del Maule, desde la costa hasta los 3.400 m.s.n.m. en la Cordillera de Los Andes.

Es una especie endémica de Chile de la cual se reconocen tres subespecies (*spalacopus cyanus cyanus, s.c. peoeppiggi y s.c. maulinus.*), siendo la más común *s. cyanus cyanus.* Aun cuando no se encuentra en peligro de extinción, la especie ha sido sindicada como especie protegida dada su condición de endémica.

Este roedor excava extensas madrigueras en forma de túneles entrelazados, con varias salidas y accesos; los que utiliza como cámaras de almacenamiento de comida (raíces, bulbos suculentos, etc.) y de crianza.

Para excavar sus madrigueras prefiere suelos arenosos en zonas cercanas a humedales, ríos, lagos y canales, en los cuales se instala en el sustrato adecuado para ellas.

Normalmente el grupo se instala en una madriguera y permanece hasta que agota los alimentos cercanos.

Este roedor suele desplazarse en grupos de una madriguera antigua a otra nueva y el desplazamiento, en general, no suele ser mayor a 50 m. Debido a ello es posible observar en las zonas con presencia de cururos, madrigueras abandonadas las que pueden ser eventualmente utilizadas por otros animales o aves.

Es así que en el caso de los pretiles arenosos de los canales, una sola familia o grupo puede excavar madrigueras sucesivas en un largo suficiente como para afectar de manera importante tramos de varios centenares de metros del muro a valle o pretil.

En algunos sectores del canal este problema es recurrente y de acuerdo a lo conversado con el celador de este tramo este problema se acentúa en virtud de las sequías de los últimos años, propiciando el incremento de los riesgos de falla en los taludes asociados.

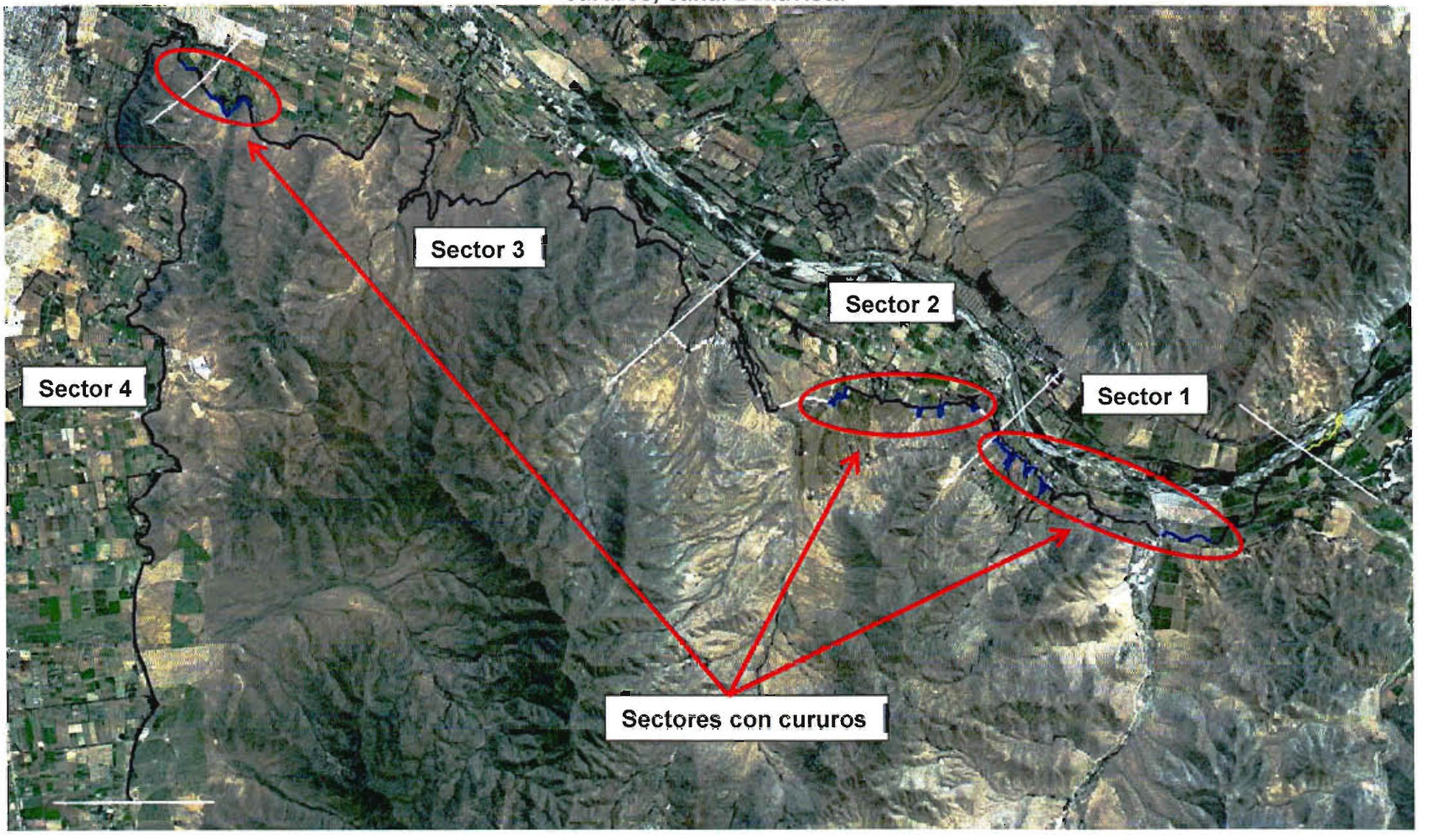
Las condiciones anteriormente indicadas se presentan en los sectores siguientes:

- Sector entre la quebrada Arrayan y el cerro las Máquinas (Sector 1), en una extensión discontinua con un largo total aproximado de unos 3.840 m, en los tramos en que el muro del canal es mayoritariamente arenoso.

- Sector entre túnel Las Rojas y túnel Porvenir, en tramos discontinuos del pretil conformado principalmente por arena o "maicillo", el largo total acumulado es de 1.920 m.

- El sector de Bellavista en la ladera noreste del cerro Grande corresponde a un total discontinuo de 1.570 m del canal. Este tramo es el que presenta mas riesgo.

Figura 3-1: Ubicación general sectores (en trazos rojos) con problemas de estabilidad de taludes debido a la presencia de cururos, canal Bellavista



Fuente: ©2014 Google, Image ©2014 Digital Glove. 2014 Cnes/Spot Image
Nota: La información complementaria ha sido incluida por ARCADIS

Fotografía 3-1: Ejemplo de actividad cavadora de roedores (cururos) en el pretil a valle del canal Bellavista.

Fotografía 3-2: Ejemplo de colapso del pretil a valle del canal debido a la actividad cavadora de roedores.

3.2 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

El análisis de las alternativas de solución para los problemas de estabilidad de taludes debido a la presencia de cururos a lo largo del canal tiene como objeto asegurar la operación del canal tanto para condiciones estivales como invernales.

Dadas las condiciones del terreno sólo se ha evaluado la alternativa de revestir el canal mediante mampostería. Esta alternativa puede ser considerada individualmente o como una combinación con otras alternativas desde el punto de vista ambiental para el control de lo cururos.

3.2.1 Revestimiento Mediante Mampostería.

Esta alternativa consiste en crear una protección de mampostería de piedra en el fondo y en las paredes de los sectores más afectados del canal Bellavista.

Esta solución tendrá por objetivo minimizar las filtraciones del canal, mejorar la estabilidad de los taludes y reducir la cantidad de excavaciones que realizan los cururos en los taludes.

3.2.1.1 Diseño Alternativa 1

3.2.1.1.1 Criterios de Diseño

La obra considera la construcción de mampostería con piedras seleccionadas, asentadas y unidas con mortero de cemento en el fondo del canal y en ambos taludes. Las piedras deben ser limpias, duras, resistentes al agua y a los agentes atmosféricos, y estar libres de grietas, trozos inestables u otras imperfecciones. El espesor del revestimiento será de 20 cm y el mortero utilizado para unir las piedras deberá ser de proporción 1:3 (cemento:arena) en peso.

3.2.1.1.2 Diseño Preliminar

El terreno sobre el cual se emplazarán los revestimientos, deberá ser perfilado de manera de dar cabida a la construcción propuesta, removiendo los primeros 10 cm de suelo natural y emparejando la nueva superficie. Luego de emparejar la superficie de apoyo deberá ser ligeramente humedecida previa a colocar una capa de mortero de mínimo 50 mm de espesor. Las piedras deberán humedecerse y luego asentarse sobre la capa de mortero de manera que queden perfectamente estables, y con una separación entre sí de 50 a 100 mm. Los espacios entre piedras de forma irregular se podrán rellenar con piedras de menor tamaño y los vacíos resultantes serán totalmente rellenados con mortero hasta cubrir las piedras, dejando una superficie aproximadamente pareja.

Inmediatamente después de efectuada la operación de terminación de las superficies expuestas, se deberá iniciar la protección y curado del hormigón:

- Mantener el hormigón en un ambiente saturado, evitando la pérdida de agua;
- Evitar cambios bruscos de temperatura del hormigón; y,
- Preservar el hormigón de acciones externas como lluvia, viento, nieve, cargas y otros.

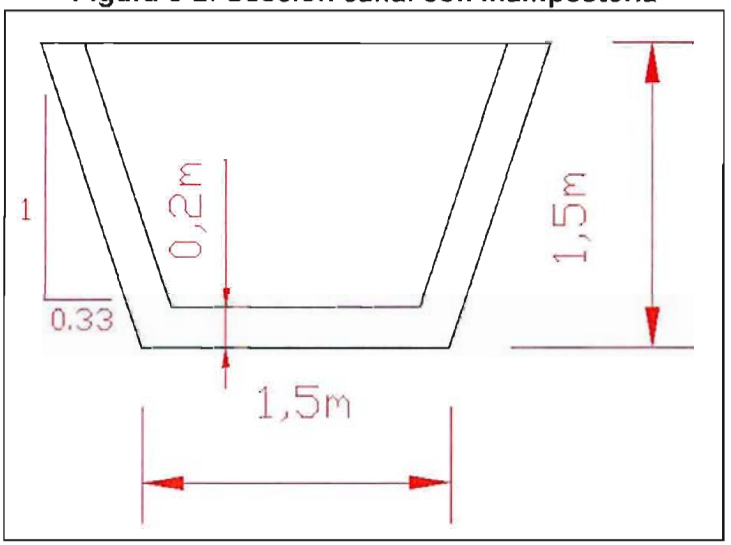
Los materiales para iniciar el curado y protección pueden ser:

- Compuestos formadores de membranas de curado;
- Neblinas de vapor;
- Lloviznas tenues de agua; y,
- Telas o tejidos absorbentes que se mantienen continuamente húmedos.

Dentro de las 24 horas siguientes a la construcción, se deberán raspar y limpiar todas las caras expuestas para eliminar el mortero suelto. Además, la construcción no deberá efectuarse cuando la temperatura ambiente sea inferior a los 5°C. En tiempo caluroso o seco, la mampostería deberá ser protegida adecuadamente del sol.

El período de protección y curado será como mínimo de siete días para hormigón con cemento de grado corriente.

Figura 3-2: Sección canal con mampostería



3.2.1.2 Cubicaciones

Se realizaron las cubicaciones considerando 1,5 km de largo total (tramos sin continuidad), se ha considerado que el canal tiene una sección trapezoidal de base igual a 1,5 m y de altura igual a 1,5 m y que la mampostería tendrá un espesor de 0,2 m tal como se muestra en la Figura 3-2. Los resultados de las cubicaciones son los indicado en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Cubicaciones alternativa mampostería

Ítem	Sección m^2	Largo m	Volumen m^3
Piedra para mampostería	0,861	1500	1162

Cabe destacar que de los 3 sectores con problemas (7,3 km), este consultor recomienda mejorar en primera instancia sector de Bellavista en la ladera noreste del cerro Grande (1,5 km), esto pues es el que presenta mayor riesgo en el canal desde el punto de vista Geotécnico.

Para la estimación de los OPEX (costos operacionales) para un periodo de 30 años se ha considerado una tasa de interés del 12% y una re-inversión de los CAPEX (costos de inversión) a los 15 años.

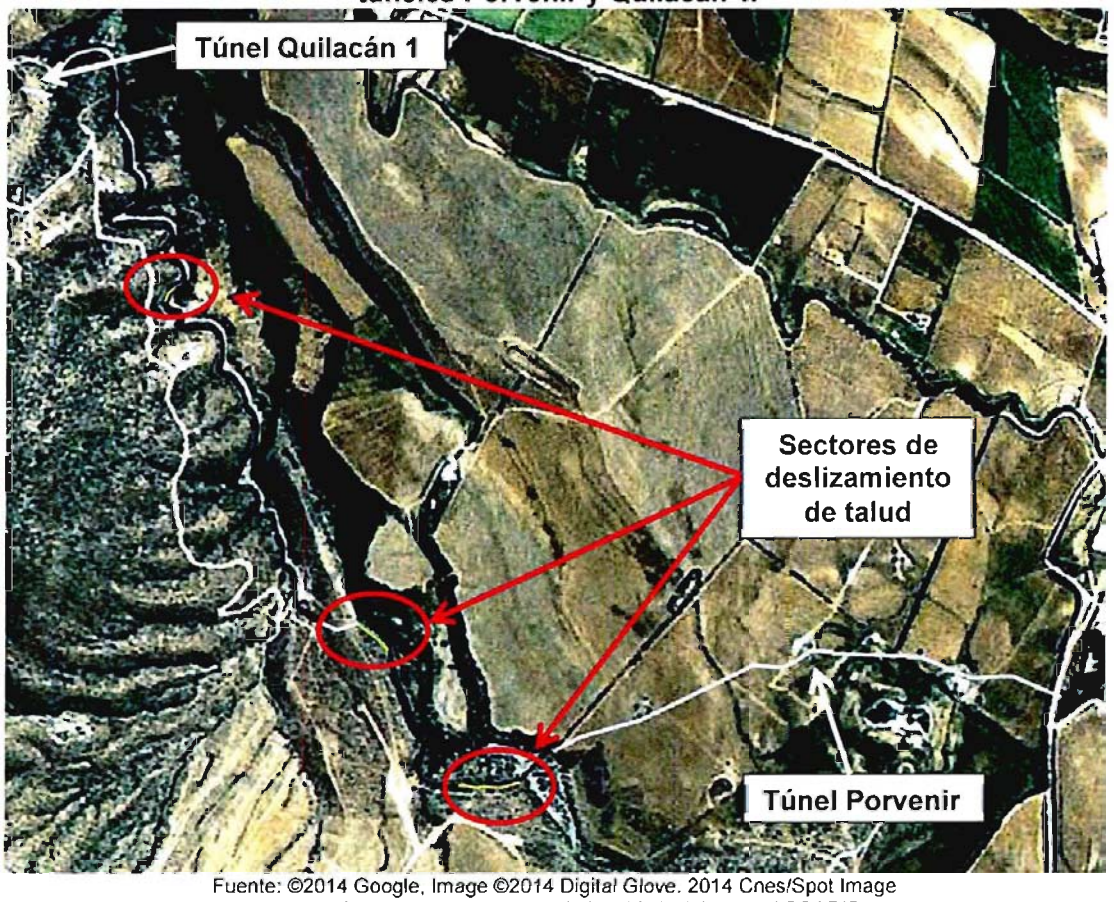
4 DESLIZAMIENTOS POR DEBILITAMIENTO DEL TALUD DEBIDO A PRECIPITACIONES INTENSAS

4.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas de deslizamiento de taludes debido a precipitaciones intensas se presentan principalmente en sectores de pendientes bajas a moderadas, favorecido por las condiciones topográficas cubiertas de suelos de suelos arenosos en parte regolítico y en parte coluviales los que alcanzan espesores de hasta 5 m. La cubierta de suelo que se ha depositado directamente sobre la roca intemperizada está predominantemente compuesta por arenas finas a medias con bajo porcentaje de finos y compacidades bajas a medias por lo que es fácilmente erosionable durante precipitaciones intensas. Por otra parte, en estos sectores, debido a la baja presencia de finos en el suelo, el agua se infiltra y genera un debilitamiento *del talud* a cerro, que en ocasiones causa que este material se precipite hacia el canal.

Si bien no es un problema de alta importancia debido a que los volúmenes de material no son muy grandes, la repetición del fenómeno va provocando una obstrucción y un ensanchamiento paulatino de la sección del canal.

Figura 4-1: Ubicación de los sectores de deslizamientos de talud detectados entre los túneles Porvenir y Quilacán 1.



Fuente: ©2014 Google, Image ©2014 Digital Glove. 2014 Cnes/Spot Image
Nota: La información complementaria ha sido incluida por ARCADIS.

Fotografía 4-1: Ejemplo de un tramo del canal Bellavista en el sector 2 con deslizamiento de talud.

4.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El análisis de las alternativas de solución para los deslizamientos de taludes debido a precipitaciones intensas a lo largo del canal tiene como objeto asegurar la operación del canal tanto para condiciones estivales como invernales.

Dadas las condiciones del terreno, se han evaluado una serie de alternativas de solución, independientes entre sí, que permitirán eliminar o minimizar los impactos adversos provocados por los deslizamientos. A continuación se describen cada una de las alternativas consideradas:

- Alternativa 1: Canalización de aguas lluvias.
- Alternativa 2: Revestimiento mediante mampostería + Cubierta con loseta de hormigón.
- Alternativa 3: Revestimiento mediante tuberías.

4.2.1 Canalización de Aguas Lluvias

Esta alternativa implica la captación y conducción de las aguas lluvias que escurren por los taludes hacia el canal. Esto se realizará a través de canaletas laterales que serán ubicadas en una cota mayor a la del canal, y que tendrán bajadas ancladas al suelo natural y que conducirán las aguas recogidas al canal.

Con esta alternativa se evitarán y prevendrán los deslizamientos producto de las precipitaciones, principalmente en sectores de pendientes bajas con cubiertas de suelos arenosos sueltos.

La adecuada elección de la ubicación, alineación y pendiente de cada canaleta es importante, ya que de ella se desprende el área tributaria que captará cada una de estas.

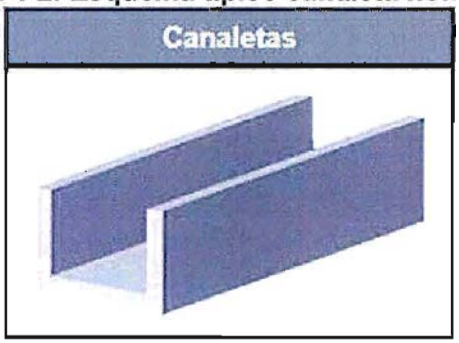
4.2.1.1 Diseño Alternativa 1

La obra como alternativa de solución corresponde a la instalación de 250 m lineales de canaletas prefabricadas. Dentro del diseño se consideran bajadas en tubos de metal corrugado de sección transversal semi circular. Las canaletas deberán colocarse enterradas de modo de que la parte superior de ellos coincida con la superficie del talud.

4.2.1.1.1 Criterios de Diseño

Las canaletas deben ser instaladas con una pendiente igual o muy similar a la pendiente del canal en el sector que se encuentre, de manera de que sea un canal paralelo al canal Bellavista, pero a una cota mayor.

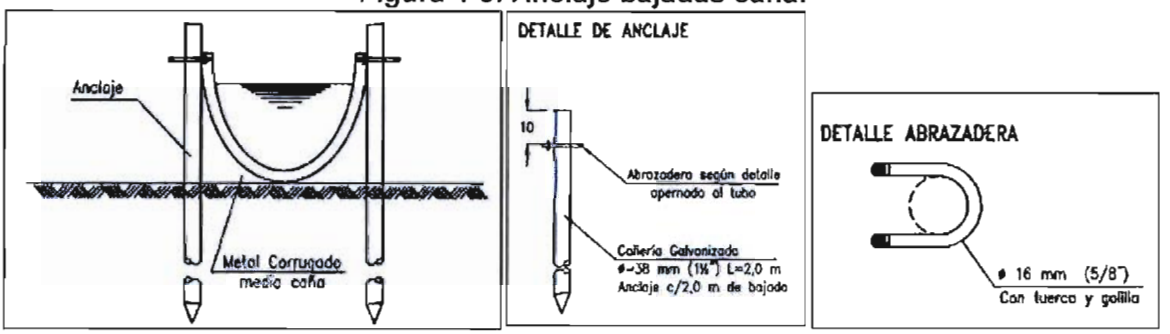
Figura 4-2: Esquema típico canaleta hormigón.



La conexión entre los canales laterales y las bajadas se realizará mediante un embudo de entrada, el cual deberá tener una longitud suficiente para acelerar la velocidad del flujo y así transferir, idealmente, la totalidad del agua captada en ese sector al canal Bellavista.

Las bajadas de agua, deberán anclarse como se indica en la Figura 4-3, a fin de impedir solicitaciones indebidas en las secciones terminales de entrada.

Figura 4-3: Anclaje bajadas canal



Los embudos de agua deberán emplearse en todas las bajadas de agua, y cualquiera sea la forma de entrada que se considere, ella deberá diseñarse con una depresión local de a lo menos 0,15 m con respecto a la cota inferior, en ese punto, de la canaleta aportadora.

Las uniones deben ser impermeables de modo de impedir que las filtraciones causen erosión.

Los materiales deben cumplir con el acápite 5.602 del capítulo 5 del manual de carreteras, específicamente, las bajadas deberán ser planchas acanaladas de acero galvanizado, los pernos y tuercas deberán cumplir con las normas ASTM especificadas en el acápite, específicamente, los pernos deben ser chascones de acero 44-28-H.

4.2.1.2 Cubicaciones

El resumen de las cubicaciones para la construcción de esta alternativa se muestra en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Cubicaciones Alternativa 1

Ítem	Unidad	Cantidad
Canaleta hormigón prefabricada	m	250
Mortero juntas	m^3	0,11
Tubo corrugado acero galvanizado 50 m	un	3
Anclaje cañería galvanizada 38mm diam. 2 m largo	un	144
Pernos chascones A 44-28H	un	24
Abrazadera con tuerca y golilla, de 16mm de diam.	un	144
Hormigón H-20	m^3	1,95

4.2.2 Revestimiento Mediante Mampostería + Cubierta con Losetas de Hormigón

Esta alternativa consiste en crear, en una primera fase, una protección de mampostería de piedra en el fondo y en las paredes del canal Bellavista en los sectores más afectados con el objetivo de minimizar las filtraciones del canal y mejorar la estabilidad de los taludes. En la segunda fase se contempla el cubrimiento del canal con losetas de hormigón.

4.2.2.1 Diseño Revestimiento mediante Mampostería

4.2.2.1.1 Criterios de Diseño

La obra considera la construcción de mampostería con piedras seleccionadas, asentadas y unidas con mortero de cemento en el fondo del canal y en ambos taludes. Las piedras deben ser limpias, duras, resistentes al agua y a los agentes atmosféricos, y estar libres de grietas, trozos inestables u otras imperfecciones. El espesor del revestimiento será de 20 cm y el mortero utilizado para unir las piedras deberá ser de proporción 1:3 (cemento:arena) en peso.

4.2.2.1.2 Diseño Preliminar

El terreno sobre el cual se emplazarán los revestimientos, deberá ser perfilado de manera de dar cabida a la construcción propuesta, removiendo los primeros 10 cm de suelo natural y emparejando la nueva superficie. Luego de emparejar, la superficie de apoyo deberá ser ligeramente humedecida previa a colocar una capa de mortero de espesor mínimo 50 mm. Las piedras deberán humedecerse y luego asentarse sobre la capa de mortero de manera que queden perfectamente estables, y con una separación entre sí de 50 a 100 mm. Los espacios entre piedras de forma irregular se podrán rellenar con piedras de menor tamaño y los vacíos resultantes serán totalmente rellenados con mortero hasta cubrir las piedras, dejando una superficie aproximadamente pareja.

Inmediatamente después de efectuada la operación de terminación de las superficies expuestas, se deberá iniciar la protección y curado del hormigón:

- Mantener el hormigón en un ambiente saturado, evitando la pérdida de agua;
- Evitar cambios bruscos de temperatura del hormigón; y,
- Preservar el hormigón de acciones externas como lluvia, viento, nieve, cargas y otros.

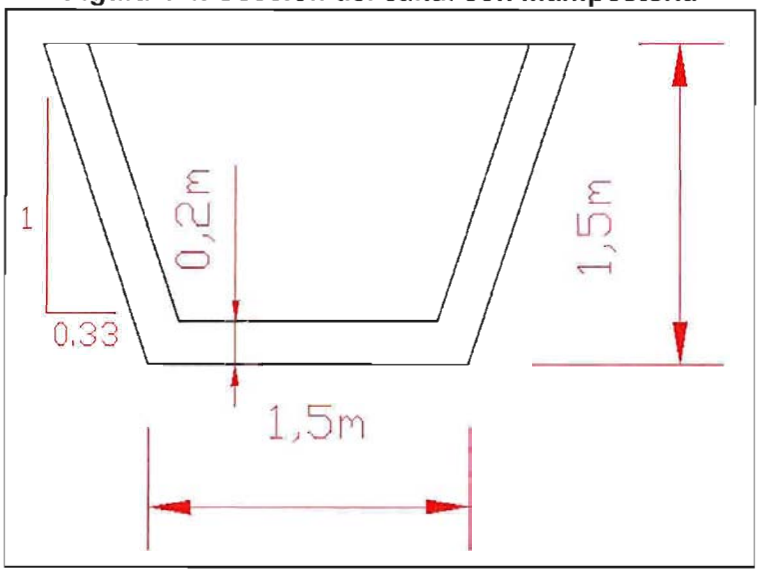
Los materiales para iniciar el curado y protección pueden ser:

- Compuestos formadores de membranas de curado;
- Neblinas de vapor;
- Lloviznas tenues de agua; y,
- Telas o tejidos absorbentes que se mantienen continuamente húmedos.

Dentro de las 24 horas siguientes a la construcción, se deberán raspar y limpiar todas las caras expuestas para eliminar el mortero suelto. Además, la construcción no deberá efectuarse cuando la temperatura ambiente sea inferior a los 5°C. En tiempo caluroso o seco, la mampostería deberá ser protegida adecuadamente del sol.

El período de protección y curado será como mínimo de siete días para hormigón con cemento de grado corriente.

Figura 4-4: Sección del canal con mampostería



4.2.2.2 Cubierta Canal con Losetas de Hormigón

La segunda fase de esta alternativa considera la colocación de una loseta de hormigón pre-fabricado. Además, sobre la loseta de hormigón se proyecta la colocación de un relleno de material suelto que permita cubrir la estructura. El relleno deberá tener un espesor de 0,3m (mínimo), y permitirá amortiguar la caída de bloques de rocas y/o deslizamientos de material sobre este.

4.2.2.3 Diseño Cubierta Canal con Losetas de Hormigón

4.2.2.3.1 Criterios de Diseño

Los criterios considerados en la definición del canal con la loseta son los siguientes:

- Canal revestido para evitar las pérdidas de agua,
- Se considera la protección del canal con una loseta de hormigón y un relleno compactado para cubrir la estructura,

- Se proyecta la construcción de la loseta con elementos pre-fabricados que consiste en la unión de viguetas, bovedillas de hormigón y sobrelosa,
- La separación entre las viguetas es de 72cm (medida entre ejes),
- La alternativa se deberá validar con el Vendor (Tralix) en una etapa de ingeniería posterior.

A continuación, en la Figura 4-5 y en la Figura 4-6 se muestran una vista isométrica y sección transversal de la solución.

Figura 4-5: Vista isométrica de canal revestido con mampostería y loseta de hormigón

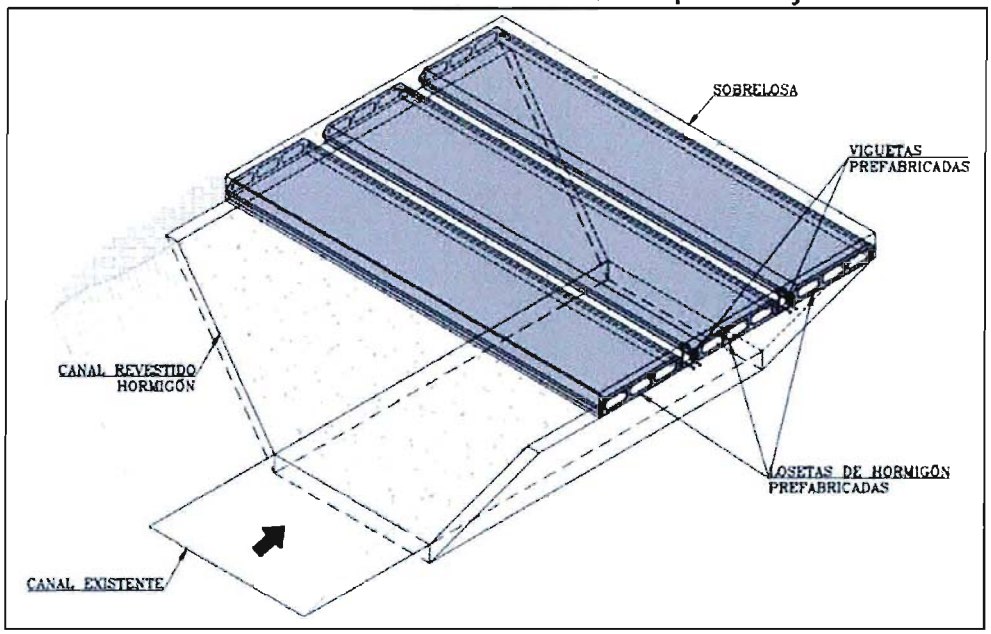


Figura 4-6: Sección transversal loseta de hormigón (Tralix)

4.2.2.4 Cubicaciones

En la Tabla 4-2 se resume la cubicación y costos asociados al canal revestido y loseta.

Tabla 4-2: Cubicaciones Cubierta Loseta Hormigón

Ítem	Unidad	Cantidad
Losetas	m^2	750
Relleno simple	m^3	500

En la Tabla 4-3 se muestran los valores obtenidos en la cubicación del revestimiento con mampostería. Las cubicaciones consideraron 250 m de largo (sin continuidad) entre los km 15 a 20 y la sección mostrada en la Figura 4-4 y con un espesor de mampostería igual 0,2 m.

Tabla 4-3: Cubicaciones Revestimiento Mampostería

Ítem	Sección m^2	Largo m	Volumen m^3
Piedra para mampostería	0,86	250	194

Para la estimación de los OPEX (costos operacionales) para un periodo de 30 años se ha considerado una tasa de interés del 12% y una re-inversión de los CAPEX (costos de inversión) a los 15 años.

4.2.3 Revestimiento Mediante Tuberías

Esta alternativa contempla el revestimiento del canal mediante una tubería de HDPE con la finalidad de que no se produzcan estancamientos del canal producto de la caída de plantas y/o rocas dentro de éste. Esta tubería debe ser capaz de aguantar sobrecargas de suelo ante posibles deslizamientos.

4.2.3.1 Diseño Alternativa 3

4.2.3.1.1 Criterios de Diseño

Esta alternativa considera entubar los 250 m donde se han identificado los deslizamientos por inestabilidad.

Tabla 4-4: Criterios de diseño tubería y canal

Tubería	
Diámetro	1,40 m
Material tubería	HDPE

Canal	
Profundidad	1,5 m
Ancho basal	1.5 m

4.2.3.1.2 Materiales para el Relleno de las Zanjas

De acuerdo a la clasificación de la norma ASTM D2321, los materiales idóneos para los rellenos de las zanjas serían las clases I, II y III. Estos materiales corresponden, en general, a suelos de grano grueso, tales como gravas, arenas gruesas y mezclas gravas/arenas con poca o nula presencia de material fino. Además se restringe el tamaño máximo a 1½".

Por otro lado, de los resultados obtenidos durante la campaña de calicatas se concluye que, en general, es posible obtener este tipo de materiales para los rellenos desde los suelos explorados.

4.2.3.1.3 Diseño Preliminar

El diseño del entubamiento considera el emplazamiento de la tubería en la canaleta existente. La tubería considerada corresponde a una tubería de corrugada de HDPE con pared interna lisa y diámetro 1,40 m.

Luego de instalada la tubería en el canal se deben ejecutar los relleno sugeridos para asegurar la resistencia estructural de la misma. Los materiales clase I, II, III son adecuados para usarse en los diferentes rellenos. Las características particulares de los rellenos a ejecutar son:

a) Relleno cama de apoyo

Se debe proporcionar un encamado estable y uniforme para la tubería y cualquier otro elemento sobresaliente de sus juntas y/o accesorios. La mitad del encamado igual al 1/3 del diámetro exterior (De) del tubo debe ser colocado suelto, con el restante compactado a un mínimo del 90% de la densidad Proctor estándar.

b) Acostillado

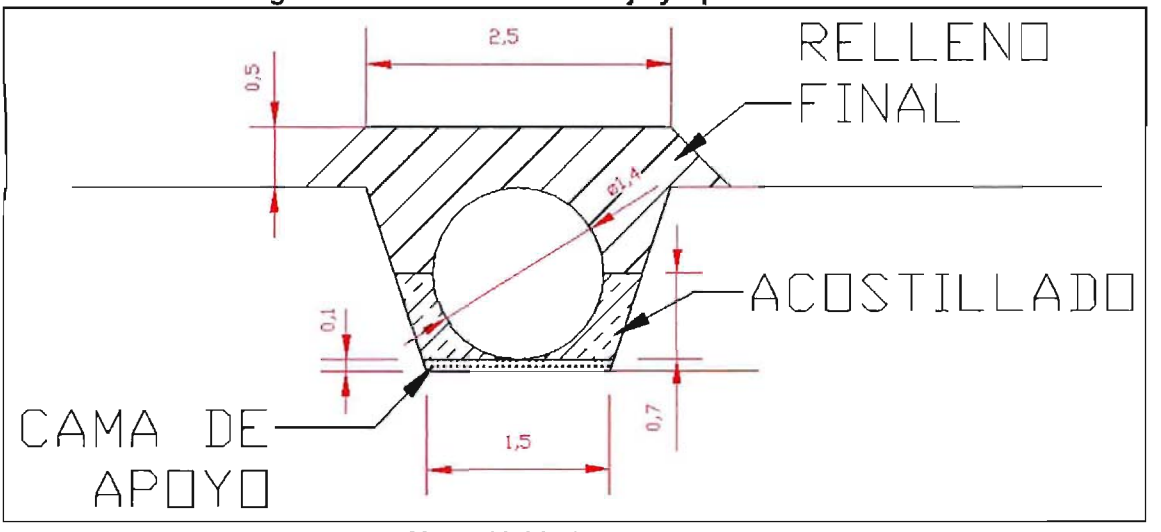
Un adecuado acostillado proporciona la mayor parte de la resistencia y estabilidad del tubo. Se debe tener cuidado de asegurar la colocación y compactación del material del relleno en el acostillado. Para tuberías de diámetros mayores (> 30"), los materiales de relleno deben ser trabajados en el acostillado a mano. Los materiales para acostillado deben ser colocados y compactados al 90% de la densidad Proctor estándar en capas de máximo 20 cm hasta llegar al centro geométrico o la línea central horizontal del diámetro exterior de la tubería.

c) Relleno final

Los materiales del relleno final se requieren para dar un desempeño estructural adecuado a la tubería. Los materiales del relleno final permiten limitar el efecto en la tubería de posibles caídas de sobre tamaño.

En la Figura 4-7 se detallan las dimensiones mínimas para el canal y la ubicación de cada uno de los rellenos descritos.

Figura 4-7: Dimensiones zanja y tipos de rellenos



Nota: Unidades en metros

4.2.3.2 Cubicaciones

Las cubicaciones de los rellenos controlados han sido estimadas en base a la geometría descrita en la Figura 4-7. El resumen de las cubicaciones se muestra en la Tabla 4-5 y la Tabla 4-6.

Tabla 4-5: Cubicaciones movimientos de tierra Alternativa 3

Ítem	Sección m^2	Largo m	Volumen Total m^3
Relleno controlado			
Encamado	0,153	250	38
Acostillado	0,5	250	125
Relleno Final	2,31	250	578

Tabla 4-6: Cubicaciones tuberías y cámaras de inspección Alternativa 3

Ítem	Unidad	Cantidad
Tubería HDPE Dia. 1,4m	ml	250
Cámara Inspección h=2m Dia. 2m	un	2
Radier cámara hormigón H-25	m^3	0,6

Para la estimación de los costos totales (CAPEX + OPEX) no se han considerado costos asociados a la operación (OPEX).

5 ESTABILIDAD DEL PRETIL A VALLE DE LA QUEBRADA ARRAYÁN

5.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El cruce de la quebrada Arrayán por el canal Bellavista se localiza en el sector 1 o inicial del canal.

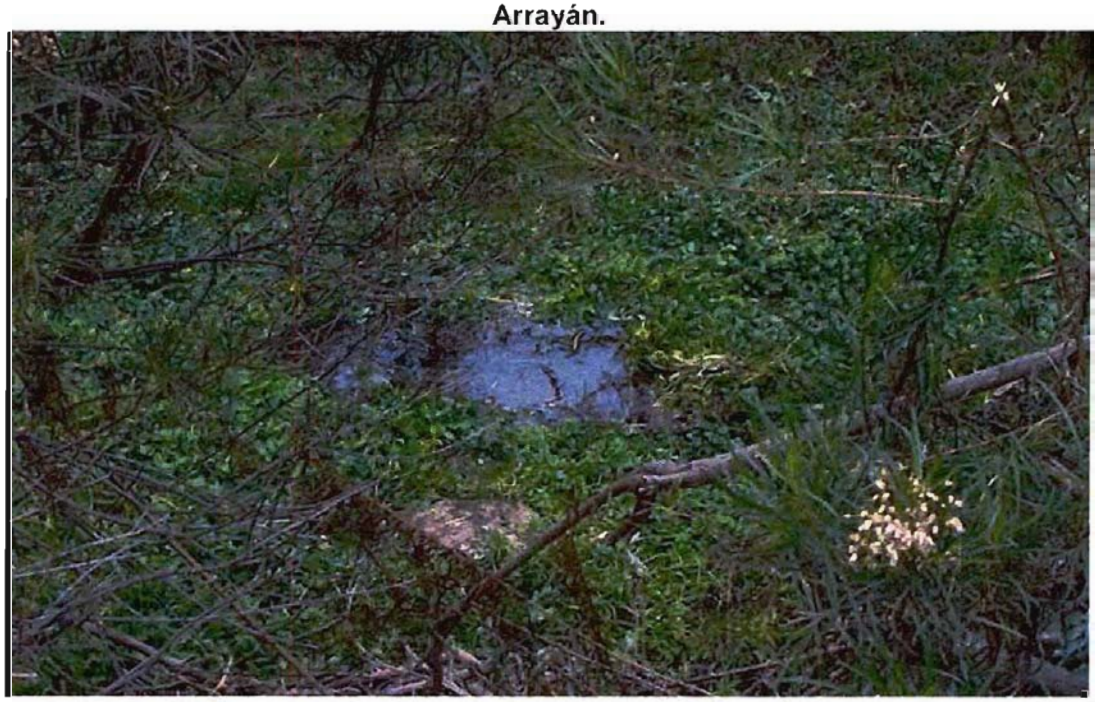
Los problemas de estabilidad del pretil en el cruce de la quebrada Arrayán tienen que ver con el caudal de la quebrada que causa que en el sector de cruce se produzcan filtraciones aguas abajo del pretil o muro a valle del canal saturando totalmente el suelo lo que hace que exista un riesgo de inestabilidad del pretil del canal.

Figura 5-1: Localización del tramo del canal Bellavista en donde cruza la quebrada Arrayán en el Sector 1.

Fuente: ©2014 Google, Image ©2014 Digital Glove. 2014 Cnes/Spot Image
Nota: La información complementaria ha sido incluida por ARCADIS.

Fotografía 5-1: Vista de un tramo del pretil a valle mostrando filtraciones en el cruce de la quebrada Arrayán, canal Bellavista.

Fotografía 5-2: Ejemplo de la saturación del suelo del canal Bellavista, en la quebrada Arrayán.



5.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El análisis de las alternativas de solución para mejorar la estabilidad del pretil a valle tiene como objeto asegurar la operación del canal tanto para condiciones estivales como invernales.

Dadas las condiciones del terreno, se han evaluado una serie de alternativas de solución, independientes entre sí, que permitirán eliminar o minimizar los impactos adversos provocados por los deslizamientos. A continuación se describen cada una de las alternativas consideradas:

- Alternativa 1: Revestimiento mediante mampostería + Cubierta con losetas de hormigón.
- Alternativa 2: Revestimiento mediante tuberías.

5.2.1 Revestimiento Mediante Mampostería + Cubierta con Loseta de Hormigón

Esta alternativa consiste en crear, en una primera fase, una protección de mampostería de piedra en el fondo y en las paredes del canal Bellavista en los sectores más afectados con el objetivo de minimizar las filtraciones del canal y mejorar la estabilidad de los taludes. En una fase posterior el canal será cubierto con losetas de hormigón prefabricado.

5.2.1.1 Diseño Revestimiento mediante Mampostería

5.2.1.1.1 Criterios de Diseño

La obra considera la construcción de mampostería con piedras seleccionadas, asentadas y unidas con mortero de cemento en el fondo del canal y en ambos taludes. Las piedras deben ser limpias, duras, resistentes al agua y a los agentes atmosféricos, y estar libres de grietas, trozos inestables u otras imperfecciones. El espesor del revestimiento será de 20 cm y el mortero utilizado para unir las piedras deberá ser de proporción 1:3 (cemento:arena) en peso.

5.2.1.1.2 Diseño Preliminar

El terreno sobre el cual se emplazarán los revestimientos, deberá ser perfilado de manera de dar cabida a la construcción propuesta, removiendo los primeros 10 cm de suelo natural y emparejando la nueva superficie. Luego de emparejar, la superficie de apoyo deberá ser ligeramente humedecida previa a colocar una capa de mortero de espesor mínimo 50 mm. Las piedras deberán humedecerse y luego asentarse sobre la capa de mortero de manera que queden perfectamente estables, y con una separación entre sí de 50 a 100 mm. Los espacios entre piedras de forma irregular se podrán rellenar con piedras de menor tamaño y los vacíos resultantes serán totalmente rellenados con mortero hasta cubrir las piedras, dejando una superficie aproximadamente pareja.

Inmediatamente después de efectuada la operación de terminación de las superficies expuestas, se deberá iniciar la protección y curado del hormigón:

- Mantener el hormigón en un ambiente saturado, evitando la pérdida de agua;
- Evitar cambios bruscos de temperatura del hormigón; y,
- Preservar el hormigón de acciones externas como lluvia, viento, nieve, cargas y otros.

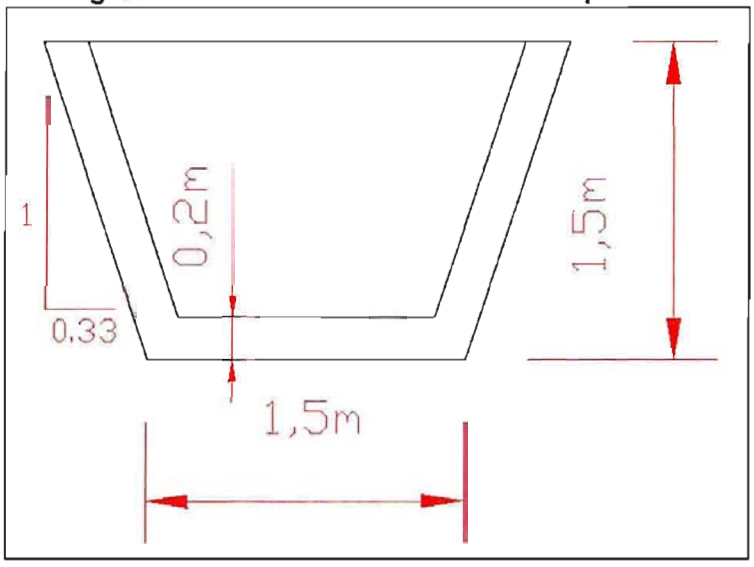
Los materiales para iniciar el curado y protección pueden ser:

- Compuestos formadores de membranas de curado;
- Neblinas de vapor;
- Lloviznas tenues de agua; y,
- Telas o tejidos absorbentes que se mantienen continuamente húmedos.

Dentro de las 24 horas siguientes a la construcción, se deberán raspar y limpiar todas las caras expuestas para eliminar el mortero suelto. Además, la construcción no deberá efectuarse cuando la temperatura ambiente sea inferior a los 5°C. En tiempo caluroso o seco, la mampostería deberá ser protegida adecuadamente del sol.

El período de protección y curado será como mínimo de siete días para hormigón con cemento de grado corriente.

Figura 5-2: Sección del canal con mampostería



5.2.1.2 Cubierta Canal con Losetas de Hormigón

La segunda fase de esta alternativa considera la colocación de una loseta de hormigón pre-fabricado. Además, sobre la loseta de hormigón se proyecta la colocación de un relleno de material suelto que permita cubrir la estructura. El relleno deberá tener un espesor de 0,3m (mínimo), y permitirá amortiguar la caída de bloques de rocas y/o deslizamientos de material sobre este.

5.2.1.3 Diseño Cubierta Canal con Losetas de Hormigón

5.2.1.3.1 Criterios de Diseño

Los criterios considerados en la definición del canal con la loseta son los siguientes:

- *Canal* revestido para evitar las pérdidas de agua,
- Se considera la protección del canal con una loseta de hormigón y un relleno compactado para cubrir la estructura,
- Se proyecta la construcción de la loseta con elementos pre-fabricados que consiste en la unión de viguetas, bovedillas de hormigón y sobrelosa,
- La separación entre las viguetas es de 72cm (medida entre ejes),
- La alternativa se deberá validar con el Vendor (Tralix) en una etapa de ingeniería posterior.

A continuación, en la Figura 5-3 y en la Figura 5-4 se muestran una vista isométrica y sección transversal de la solución.

Figura 5-3: Vista isométrica de canal revestido con mampostería y loseta de hormigón

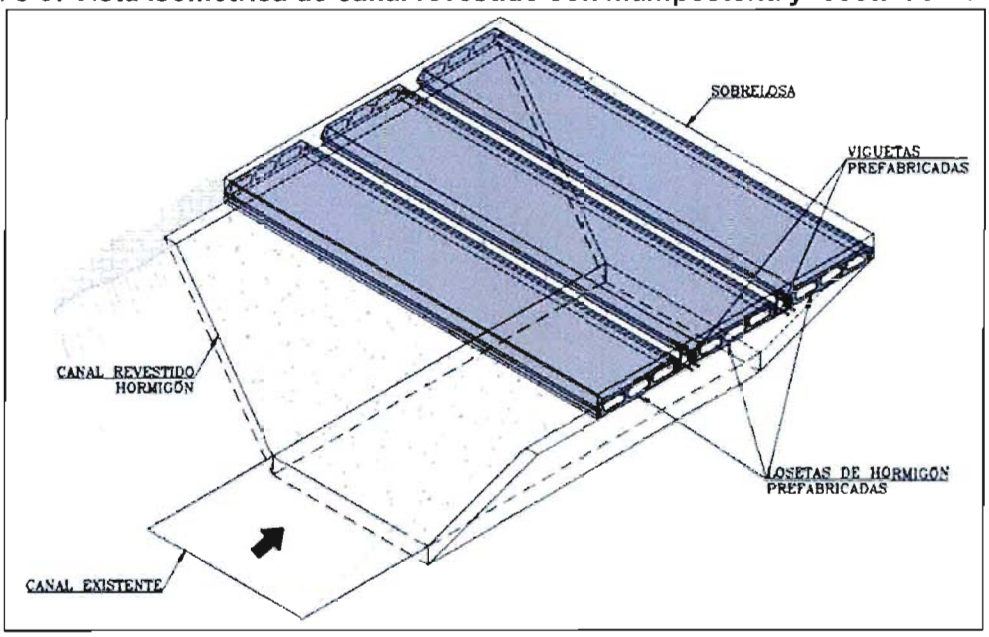
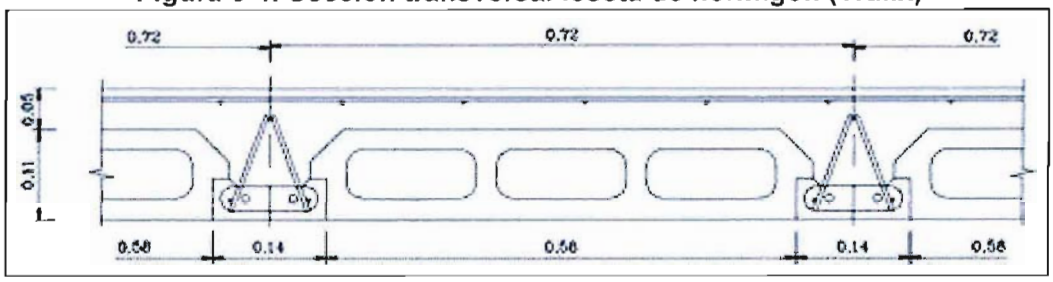


Figura 5-4: Sección transversal loseta de hormigón (Tralix)



5.2.1.4 Cubicaciones

En la Tabla 5-1 se resume la cubicación y costos asociados al canal revestido y loseta.

Tabla 5-1: Cubicaciones Cubierta Losetas de Hormigón

Ítem	Unidad	Cantidad
Losetas	m^2	750
Relleno simple	m^3	500

En la Tabla 5-2 se muestran las cubicaciones del revestimiento con mampostería considerando 250 m de largo (km 2,5) y la sección mostrada en la Figura 5-2 y con un espesor de mampostería igual 0,2 m.

Tabla 5-2: Cubicaciones Revestimiento con Mampostería

Ítem	Sección m^2	Largo m	Volumen m^3
Piedra para mampostería	0,86	250	194
Hormigón (mortero)	0,86	250	22

Para la estimación de los OPEX (costos operacionales) para un periodo de 30 años se ha considerado una tasa de interés del 12% y una re-inversión de los CAPEX (costos de inversión) a los 15 años.

5.2.2 Revestimiento Mediante Tuberías

Esta alternativa contempla el revestimiento del canal mediante una tubería de HDPE con la finalidad de que no se produzcan estancamientos del canal producto de la caída de plantas y/o rocas dentro de éste. Esta tubería debe ser capaz de aguantar sobrecargas de suelo ante posibles deslizamientos de suelo.

5.2.2.1 Diseño Alternativa 2

5.2.2.1.1 Criterios de Diseño

Esta alternativa considera entubar los 250 m donde se han identificado los deslizamientos por inestabilidad.

Tabla 5-3: Criterios de diseño tubería y canal

Tubería	
Diámetro	1,40 m
Material tubería	HDPE
Canal	
Profundidad	1,5 m
Ancho basal	1.5 m

5.2.2.1.2 Materiales para el Relleno de las Zanjas

De acuerdo a la clasificación de la norma ASTM D2321, los materiales idóneos para los rellenos de las zanjas serían las clases I, II y III. Estos materiales corresponden, en general, a suelos de grano grueso, tales como gravas, arenas gruesas y mezclas gravas/arenas con poca o nula presencia de material fino. Además se restringe el tamaño máximo a 1½"

Por otro lado, de los resultados obtenidos durante la campaña de calicatas se concluye que, en general, es posible obtener este tipo de materiales para los rellenos desde los suelos explorados.

5.2.2.1.3 Diseño Preliminar

El diseño del entubamiento considera el emplazamiento de la tubería en la canaleta existente. La tubería considerada corresponde a una tubería de corrugada de HDPE con pared interna lisa y diámetro 1,40 m.

Luego de instalada la tubería en el canal se deben ejecutar los relleno sugeridos para asegurar la resistencia estructural de la misma. Los materiales clase I, II, III son adecuados para usarse en los diferentes rellenos. Las características particulares de los rellenos a ejecutar son:

a) Relleno cama de apoyo

Se debe proporcionar un encamado estable y uniforme para la tubería y cualquier otro elemento sobresaliente de sus juntas y/o accesorios. La mitad del encamado igual al 1/3 del diámetro exterior (De) del tubo debe ser colocado suelto, con el restante compactado a un mínimo del 90% de la densidad Próctor estándar.

b) Acostillado

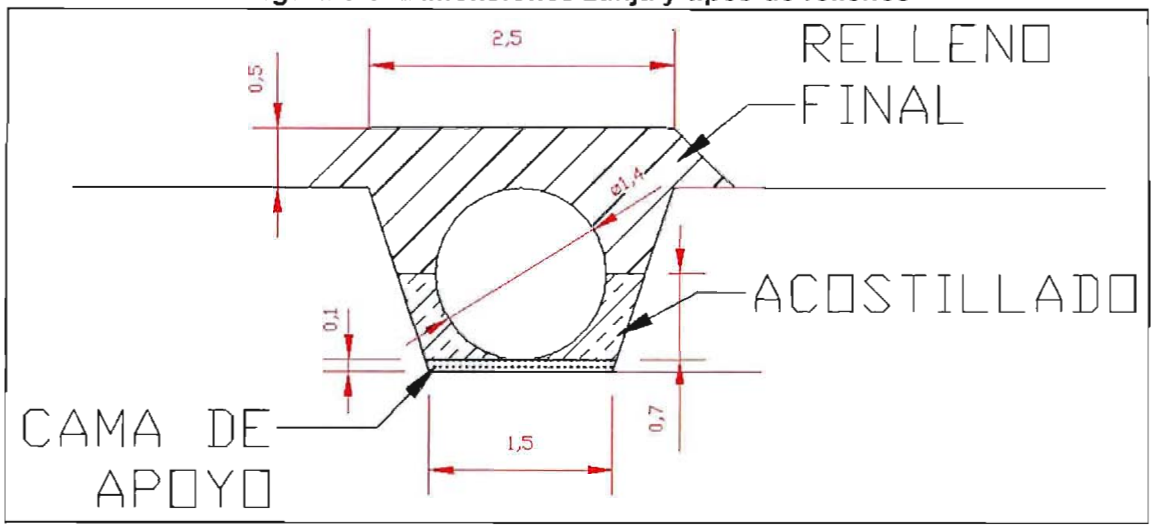
Un adecuado acostillado proporciona la mayor parte de la resistencia y estabilidad del tubo. Se debe tener cuidado de asegurar la colocación y compactación del material del relleno en el acostillado. Para tuberías de diámetros mayores (> 30"), los materiales de relleno deben ser trabajados en el acostillado a mano. Los materiales para acostillado deben ser colocados y compactados al 90% de la densidad Próctor estándar en capas de máximo 20 cm hasta llegar al centro geométrico o la línea central horizontal del diámetro exterior de la tubería.

c) Relleno final

Los materiales del relleno final se requieren para dar un desempeño estructural adecuado a la tubería. Los materiales del relleno final permiten limitar el efecto en la tubería de posibles caídas de sobre tamaño.

En la Figura 5-5 se detallan las dimensiones mínimas para el canal y la ubicación de cada uno de los rellenos descritos.

Figura 5-5: Dimensiones zanja y tipos de rellenos



Nota: Unidades en metros

5.2.2.2 Cubicaciones

Las cubicaciones de los rellenos controlados han sido estimadas en base a la geometría descrita en la Figura 5-5. El resumen de las cubicaciones se muestra en la Tabla 5-4 y la Tabla 5-5.

Tabla 5-4: Cubicaciones movimientos de tierra Alternativa 3

Ítem	Sección m^2	Largo m	Volumen Total m^3
Relleno controlado			
Encamado	0,153	250	38
Acostillado	0,5	250	125
Relleno Final	2,31	250	578

Tabla 5-5: Cubicaciones tuberías y cámaras de inspección Alternativa 3

Ítem	Unidad	Cantidad
Tubería HDPE Dia. 1,4m	ml	250
Cámara Inspección. h=2m Dia. 2m	un	2
Radier cámara hormigón H-25	m^3	0,6

Para la estimación de los costos totales (CAPEX + OPEX) no se han considerado costos asociados a la operación (OPEX).

6 ESTABILIDAD DE PORTALES DE TÚNELES

6.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas de estabilidad de los portales de los túneles del canal Bellavista, ya sean excavados en roca o en suelo, guardan relación con el grado de meteorización de la roca superficial (informes Anexo 7 , 4184-1000-GE-INF-002 Estudio Geotécnico e Informe Anexo 8, 4184-1000-GO-INF-002 Estudio Geológico del presente estudio) la que puede alcanzar intensos grado de meteorización, llegando en algunos casos a estar muy cerca de pasar a un suelo residual, y con el grado de compacidad del suelo. Tales materiales son susceptibles de ser fácilmente disgregables por las precipitaciones considerando que gran parte de la cohesión de la matriz de roca se ha perdido por los procesos químico-físicos que destruyen o transforman la red cristalina de los minerales componentes y a que el suelo, por otra parte, por su escasa litificación es sensible también a la erosión por aguas lluvia. El lavado y/o remoción de la roca meteorizada y/o suelo puede dar origen a la caída de material desde los portales hacia el canal, produciendo obturación parcial y/o disminuyendo la sección del flujo. Los túneles (10 en total) se ubican todos en el sector 2 del canal Bellavista, con un largo acumulado de unos 100 metros.

Figura 6-1: Localización de los túneles (en trazos blancos) del canal Bellavista en el sector 2 del canal

Fuente: ©2014 Google, Image ©2014 Digital Glove. 2014 Cnes/Spot Image
Nota: La información complementaria ha sido incluida por ARCADIS.

6.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El análisis de las alternativas de solución para el mejoramiento de la estabilidad de los portales de los túneles tiene como objeto asegurar la operación del canal tanto para condiciones estivales como invernales.

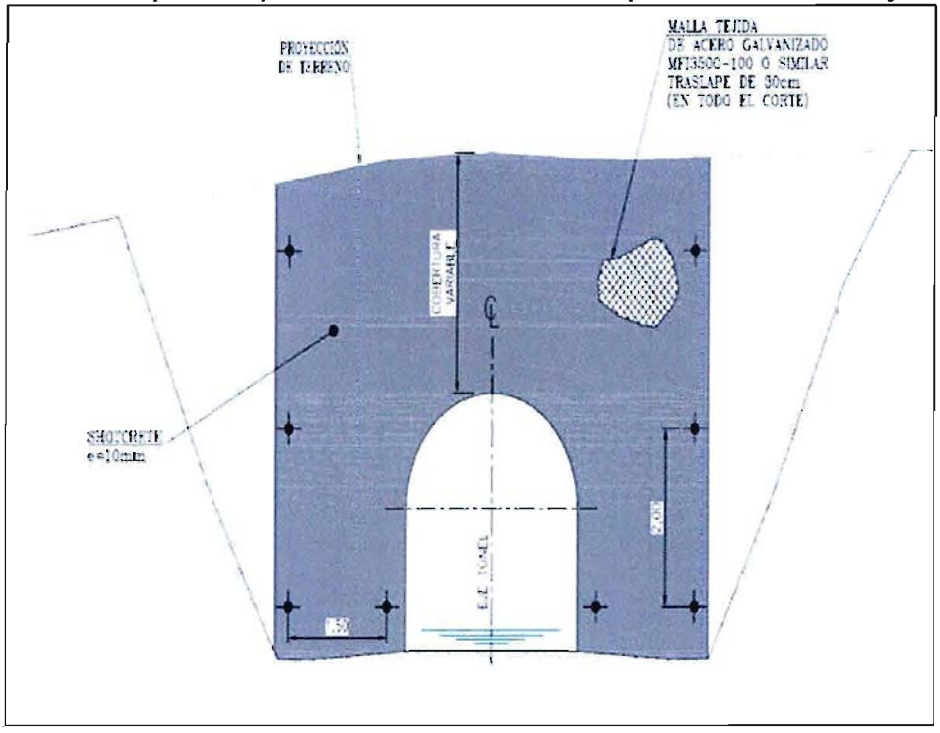
Dadas las condiciones del terreno, sólo se ha evaluado la alternativa de revestimiento de los portales de entrada y salida de los túneles.

6.2.1 Revestimiento de los Portales

Los revestimientos se construirán en los portales de entradas y salidas de los 10 túneles del canal Bellavista, con el objetivo de evitar la erosión o desprendimiento de material producto de lluvias intensa o alguna eventualidad, por lo tanto en la zona de los portales se considera proponer un revestimiento de forma conceptual en base a shotcrete y malla tejida.

Sobre la base que es una solución conceptual, se ha estimado un revestimiento de los portales de entrada y salida de los túneles, mediante la colocación de malla de alambre tejida, de 2.3 kg/m^2, con rombos de 10 cm de lado, de alambre diámetro de 4,13 mm en toda la superficie de las caras de los portales, esta malla debe ir anclada cada 1,5 m a 2.0 m con pernos de sujeción y después del afianzamiento de la malla se proyectará hormigón proyectado (shotcrete) de un espesor de 10 cm aproximadamente. Este revestimiento se materializa en la boca del portal, en toda su altura y ancho, como se muestra en la Figura 6-2.

Figura 6-2: Esquema Típico de revestimiento de los portales de Entrada y Salida



6.2.1.1 Cubicaciones

En la Tabla 6-1 se muestran las cubicaciones para el revestimiento de los portales y salida de los túneles del canal Bellavista.

Tabla 6-1: Cubicaciones portales de entrada y salida

TÚNEL	PORTALES	PERNOS HELICOIDALES (U)	SHOTCRETE (M3)	MALLA (M2)
1: Las Rojas	Entrada	16	5	48
	Salida	12	3	29
2: Porvenir	Entrada	13	3	33
	Salida	17	6	55
3: Los Burros	Entrada	17	5	54
	Salida	17	6	63
4: Quilacan 1	Entrada	15	5	48
	Salida	15	5	46
5: Quilacan 2	Entrada	14	4	40
	Salida	12	3	29
6: Quilacan 3	Entrada	14	4	37

TÚNEL	PORTALES	PERNOS HELICOIDALES (U)	SHOTCRETE (M3)	MALLA (M2)
	Salida	15	4	44
7: Quilacan 4	Entrada	16	5	50
	Salida	16	5	51
8: Quilacan 5	Entrada	16	5	51
	Salida	13	3	34
9: El Membrillo	Entrada	14	4	35
	Salida	13	3	34
10: La Cachina	Entrada	17	6	59
	Salida	13	4	37
	Total	**294**	**88**	**880**

7 ESTABILIDAD AL INTERIOR DE TÚNELES

7.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

De los 10 túneles del canal Bellavista, se observó la necesidad de revestir el interior de los túneles Las Rojas y Los Burros. Los problemas de estabilidad interior de éstos túneles del canal Bellavista, ya sea excavados en roca o en suelo, guardan relación con el grado de meteorización de la roca superficial (informe 4184-0000-GO-003 ARCADIS CHILE, 2014) la que puede alcanzar intensos grado de meteorización, llegando en algunos casos a estar muy cerca de pasar a un suelo residual, y con el grado de compacidad del suelo. Los túneles (10 en total) se ubican todos en el sector 2 del canal Bellavista, con un largo acumulado de unos 100 metros.

Figura 7-1: Localización de los túneles (en trazos blancos) del canal Bellavista en el sector 2 del canal

Fuente: ©2014 Google, Image ©2014 Digital Glove. 2014 Cnes/Spot Image
Nota: La información complementaria ha sido incluida por ARCADIS.

7.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El análisis de las alternativas de solución para el mejoramiento de la estabilidad del interior de los túneles tiene como objeto asegurar la operación del canal tanto para condiciones estivales como invernales.

Dadas las condiciones del terreno, sólo se ha evaluado la alternativa de revestimiento del interior de los túneles.

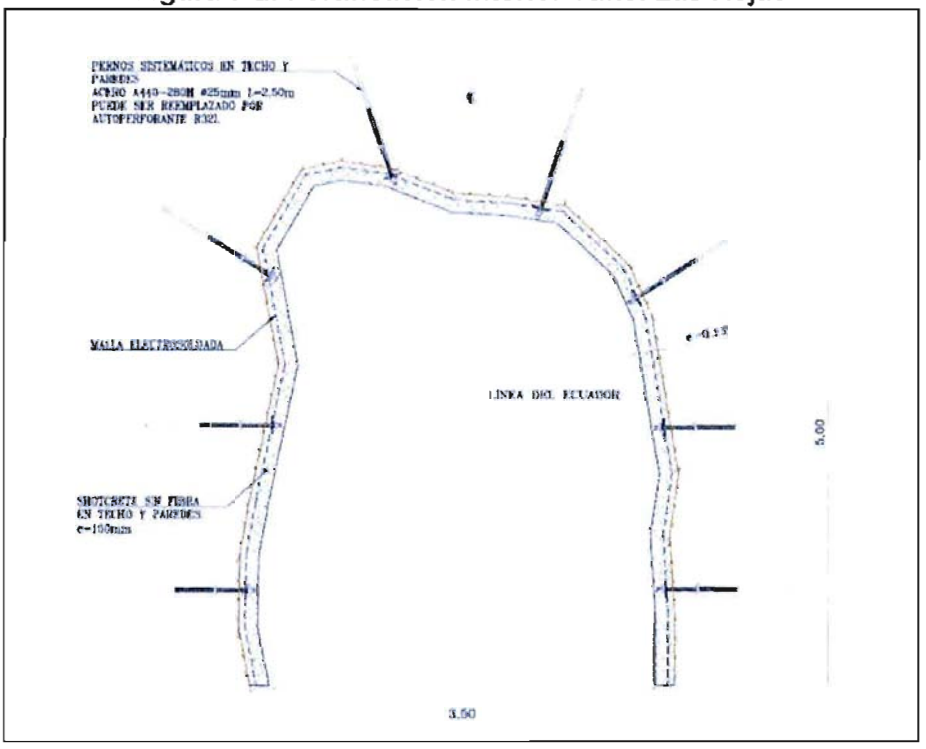
7.2.1 Revestimiento interior Túnel Las Rojas

El túnel 1 del canal bellavista consta de una longitud de 521 metros aproximadamente, no tiene ningún tipo de revestimiento de sustentación en la clave y caja del túnel. La geometría de este túnel es de medio punto.

Desde el portal de entrada y hasta los 28 metros del túnel se observó que existe roca profundamente meteorizada, por lo que como alternativa para sostener o evitar que se continúe con la erosión o sobreexcavaciones de túnel, el consultor de forma conceptual con el objetivo de estabilizar las cajas y clave del túnel aconseja realizar un sostenimiento desde el portal de entrada hasta aproximadamente 20 metros al interior del túnel. Este sostenimiento será en base a malla electrosoldadas, shotcrete y pernos helicoidales.

Este sostenimiento recomendado consta de pernos sistemáticos de diámetro 25 mm, con longitud de 2.5 m y espaciados a 1.3 m (transversal) x 1.0 m (longitudinal). En el caso que se requiera, los pernos se podrán reemplazar por pernos autoperforantes, también se deberán colocar mallas electrosoldadas simple y proyección de hormigón proyectado (shotcrete) de espesor 15 cm de calidad H30. En la Figura 7-2 se muestra la fortificación para el Túnel Las Rojas.

Figura 7-2: Fortificación interior Túnel Las Rojas



7.2.2 Revestimiento interior Túnel Los Burros

El túnel 3 del canal bellavista consta de una longitud de 67 metros aproximadamente, no tiene ningún tipo de revestimiento de sustentación en la clave y caja del túnel. La geometría de este túnel es de medio punto.

A lo largo del túnel se observa que fue excavado en roca descompuesta, en algunas zonas se presentan sobreexcavaciones posiblemente debido a su etapa de construcción y socavaciones o caídas de bloques dejando su perfil irregular con cavidades en sus paredes y clave, las secciones varían en altos desde 6,0 m a 2,5 m y anchos de 3,0 m a 2,5 m.

Como alternativa para sostener el túnel se ha propuesto un revestimiento en toda la longitud del túnel, sobre la base a lo observado directamente en terreno como de la experiencia del consultor en proyecto de similares características, por lo que esta recomendación de fortificación se realiza en forma conceptual.

La fortificación recomendada es la colocación de pernos sistemáticos de diámetro 25 mm, con longitud de 2,5 m y espaciados a 1,3 m (transversal) x 1,0 m (longitudinal).En el caso que se requiera, los pernos se podrán reemplazar por pernos autoperforantes, también se deberán colocar mallas electrosoldadas simple y proyección de hormigón proyectado (shotcrete) de espesor 15 cm de calidad H-30. En la Figura 7-3 se muestra la fortificación para el Túnel Los Burros.

Figura 7-3: Fortificación interior Túnel Los Burros

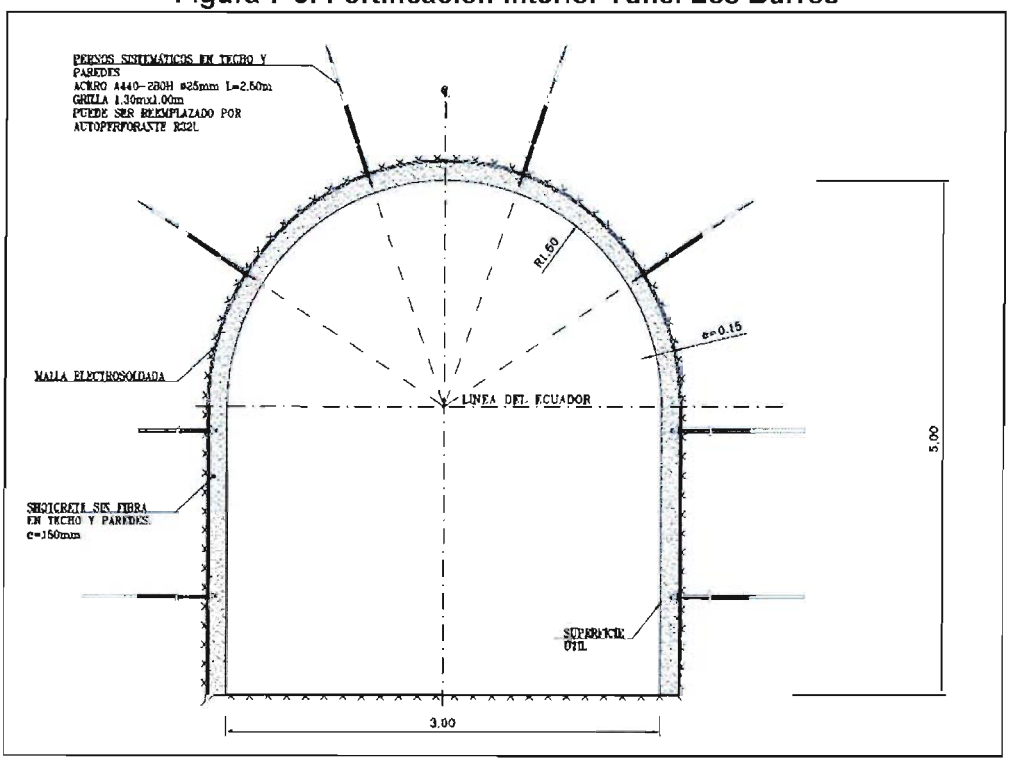
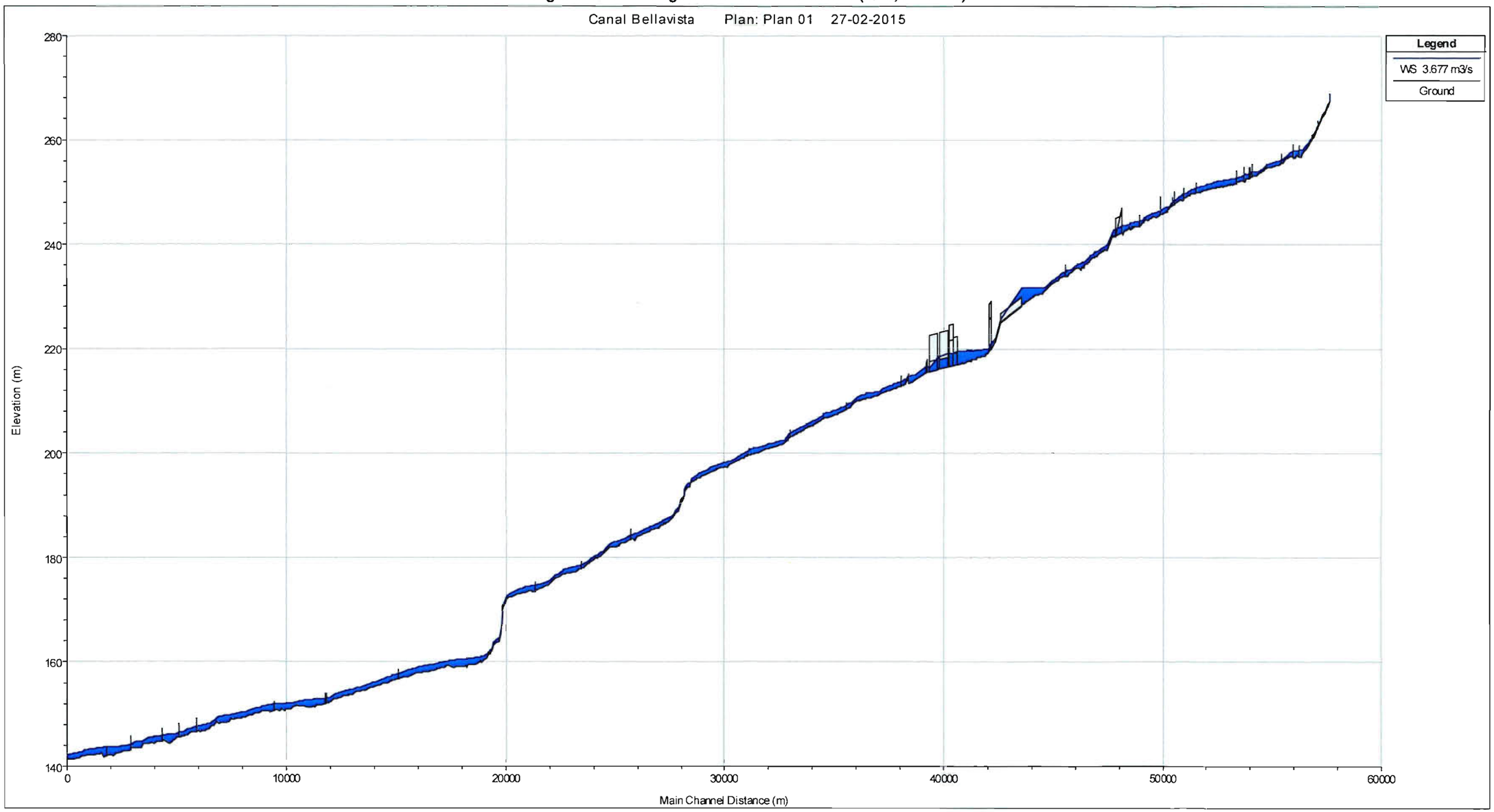


Figura 1. Perfil longitudinal canal Bellavista (Q=3,677 m³/s)



7.2.2.1 Cubicaciones

En la siguiente Tabla se muestran las cubicaciones para el revestimiento de los portales y salida de los túneles del canal Bellavista.

Tabla 7-1: Cubicaciones Revestimiento Túneles

	Unidad	Cantidad
Revestimiento Túnel Las Rojas		
Pernos helicoidales	un	200
Shotcrete sin fibra	m^3	37
Malla Electrosoldada	m^2	243
Revestimiento Túnel Los Burros		
Pernos helicoidales	un	670
Shotcrete sin fibra	m^3	122
Malla Electrosoldada	m^2	815

8 ALTERNATIVAS RECOMENDADAS

En este informe se han diseñado las diferentes alternativas de solución para la estabilidad Geotécnica del canal.

La alternativa recomendada para cada una de las problemáticas se realizó utilizando un análisis Técnico-Económico, para ello, en Anexo 16.4. "Presupuesto y Cubicaciones", se presenta la valorización de cada una de las alternativas con su correspondiente análisis de precios unitarios.

En la siguiente Tabla 8-1 se muestra un resumen con los problemas identificados y la alternativa propuesta.

Tabla 8-1: Resumen de soluciones propuestas

Problema Reconocido	Solución Propuesta
Inestabilidad de taludes por roedores (cururos)	Revestimiento mediante mampostería
Deslizamientos por debilitamiento en talud debido a precipitaciones intensas	Cubrir canal con loseta de hormigón + Revestimiento mampostería
Estabilidad pretil Quebrada Arrayán	Cubrir canal con loseta de hormigón + Revestimiento mampostería
Estabilidad de portales de túneles	Revestimiento de los portales
Estabilidad interior de túneles Las Rojas y Los Burros	Revestimiento del interior.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-1000-IH-MEC-007-0

ANEXO 14.1.3 - MEMORIA DE CÁLCULO REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS CANAL BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	D. Arce	P. Muñoz/ P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	06.11.14	07.11.14	07.11.14	
B	Nombre Firma	D. Arce	P. Muñoz/ P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.14	10.11.14	10.11.14	
0	Nombre Firma	D. Arce	J. Galán/P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	19.07.15	19.07.15	19.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.c

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.1.3 - MEMORIA DE CÁLCULO REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS CANAL BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL 4
1.2 ANTECEDENTES 4
2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 6
3 IDENTIFICACIÓN ZONAS CON MAYORES PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN 9
4 DISEÑO ALTERNATIVAS DE OBRAS 11

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1-1 Caudales en canal Bellavista según derechos de regantes 4
Tabla 1-2 Revestimientos y túneles existentes en el canal Bellavista 6
Tabla 3-1 Rendimientos por tramos canal Bellavista 9
Tabla 4-1 Parámetros variables según alternativa de revestimiento 12
Tabla 4-2 Cubicaciones alternativas de revestimientos en 12 km 12

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1 Pérdida de caudal acumulada en Bellavista 5
Figura 2-1 Alternativas para reducción de pérdidas por infiltración 7
Figura 2-2 Metodología de evaluación de obras de mejoras 8
Figura 3-1 Caudal optimizado según longitud revestida 10
Figura 3-2 Pérdida unitaria de caudal según longitud revestida 10
Figura 3-3 Comparación de la Pérdida Acumulada en la Condición Actual y Con Nuevos Revestimientos. 11
Figura 4-1: Sección tipo de canal para revestimiento 12

1 INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Como parte de los estudios realizados para el proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", se presenta a continuación el análisis de alternativas de las obras de revestimiento para disminuir las pérdidas por infiltración en el canal Bellavista.

El canal en estudio presenta una longitud de aproximada de 59,96 km con un porcentaje de pérdidas acumulado actual de 74,1% a lo largo de su trayectoria. Es por este motivo, que se requiere de manera primordial implementar obras que permitan mitigar las pérdidas de caudal y así optimizar el manejo del recurso hídrico, con una operación más segura del canal, mejorando la actividad agrícola de los usuarios que son abastecidos por éste.

Los objetivos del presente trabajo se listan a continuación:

- Identificar los sectores críticos donde se producen las pérdidas por infiltración.
- Evaluar técnica y económicamente las alternativas de revestimiento y entubamiento.
- Diseñar, a nivel de prefactibilidad, los tramos donde se proponen obras de mejoramiento.

1.2 ANTECEDENTES

El canal Bellavista presenta un caudal de derecho en bocatoma de 3.677 L/s, el cual va disminuyendo en la medida que se extraen los caudales para regadío, como se indica en la Tabla 1-1.

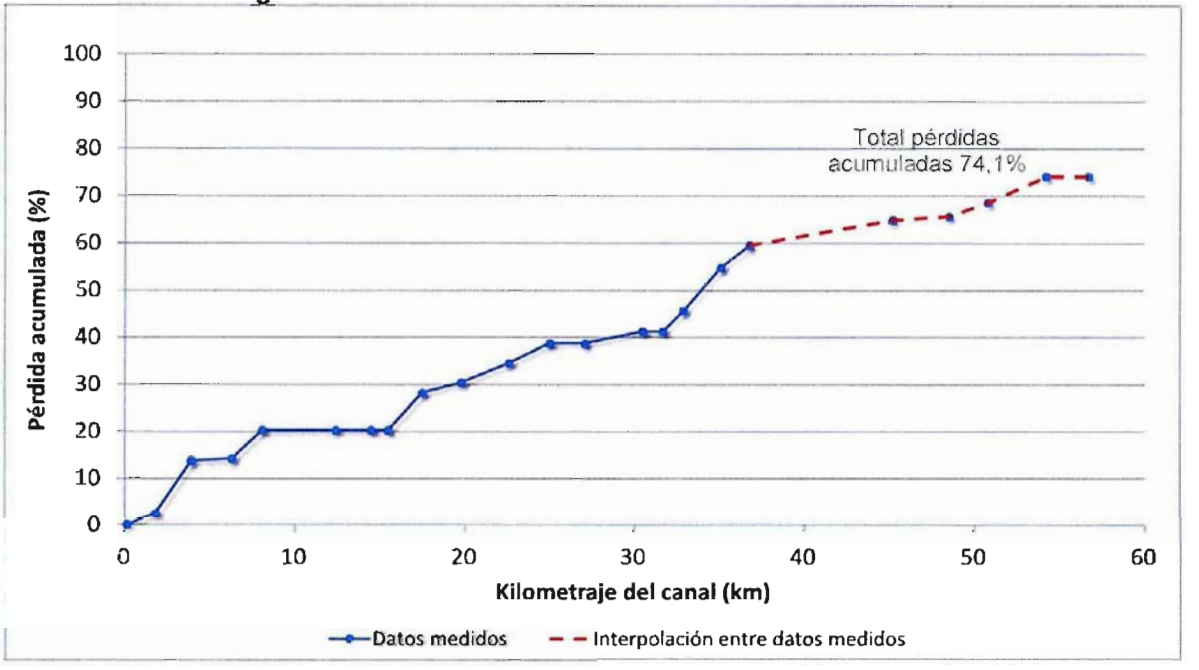
Tabla 1-1 Caudales en canal Bellavista según derechos de regantes

Balizado	Caudal en el canal
(km)	(l/s)
20,00	3.677
27,41	3.630
33,82	3.510
34,87	3.439
37,61	3.368
39,02	3.190
42,25	3.035
42,75	2.938
44,22	2.876
44,81	2.755
47,86	2.656
49,52	2.561
51,03	2.093
51,54	1.941
53,26	1.902

Balizado	Caudal en el canal
54,21	1.655
56,43	1.425
58,02	939
58,96	813
59,60	712

Se realizó una campaña de aforo del canal Bellavista, donde se obtuvieron los porcentajes de pérdidas de caudal en los tramos medidos. La Figura 1-1 muestra los resultados de las pérdidas acumuladas de caudal a lo largo del canal.

Figura 1-1 Pérdida de caudal acumulada en Bellavista



De los tramos aforados en el canal, la mayoría no cuenta con obras de revestimiento. Según el catastro en terreno, los tramos sin revestir representan el 86% del canal. La Tabla 1-2 da cuenta de estas cifras.

Tabla 1-2 Revestimientos y túneles existentes en el canal Bellavista

km inicio	km fin	Longitud Total	Mampostería	Hormigón	Geomembrana	Longitud efectiva
(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)
0,1	1,79	1,7	0	0	0	1,7
1,79	3,9	2,1	0	0	0	2,1
3,9	6,3	2,4	0,68	0	0	1,7
6,3	8,1	1,8	0,72	0	0	1,1
12,4	14,5	2,1	0,03	0	0	2,1
14,5	15,5	1,0	0	0	0	1,0
15,5	17,5	2,0	0	0,42	0	1,6
17,5	19,8	2,3	0	2	0,17	0,1
19,8	22,6	2,8	0,09	0,75	0,05	1,9
22,6	25	2,4	0	0,24	0,22	1,9
25	27,1	2,1	0	0	0	2,1
27,1	30,5	3,4	0	0	0	3,4
30,5	31,7	1,2	0	0	0	1,2
31,7	32,9	1,2	0	0	0	1,2
32,9	35,1	2,2	0,48	0	0	1,7
35,1	36,8	1,7	0	0	0	1,7
36,8	41,7	4,9	0	2,05	0	2,9
41,7	47	5,3	0	0,02	0,22	5,1
47	48,5	1,5	0	0	0	1,5
49,2	50	0,8	0	0	0	0,8
50	50,8	0,8	0	0	0	0,8
52,2	54,2	2,0	0	0	0	2,0
54,2	57,62	3,4	0	0,01	0	3,4

2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio inicial considerado para la reducción de pérdidas de caudal en el canal, corresponde a la incorporación de nuevos revestimientos, para lo cual se realizó un análisis de costos, según distintas cantidades de longitud mejorada.

Para lograr lo anterior, se identificaron los lugares donde existan mayores pérdidas de caudal en cada sección aforada, a modo de detectar y ordenar de mayor a menor los tramos según su pérdida de caudal por unidad de longitud o "pérdidas unitarias de caudal".

Los tramos donde existen tramos ya revestidos han sido excluidos de la longitud total a mejorar, ya que se ha encontrado que la mayoría de estas obras se encuentra en estado

regular a bueno, según el diagnóstico efectuado en Anexo 15.1. Además, se han excluido los tramos donde se tienen propuestas obras de mejoramiento asociadas a la vulnerabilidad física del canal.

A continuación se realiza un análisis de costos con el objeto de contrastar distintas alternativas de recubrimiento del canal para reducir las pérdidas por infiltración. Entre las alternativas de mejoramiento del canal se han evaluado 5 alternativas de revestimiento de la sección: con hormigón, mantas de hormigón, shotcrete, mampostería de piedra, geomembrana, y una solución con tubería de HPDE o PEAD. La Figura 2-1 muestra las alternativas a evaluar.

Figura 2-1 Alternativas para reducción de pérdidas por infiltración

El análisis de costos se realizó considerando una longitud de revestimiento fija de 12 km, a implementar en los sectores más críticos. Se excluyeron los tramos con obras de mejoramiento existentes, los atraviesos mediante túneles y otras obras. Para el cálculo de cubicaciones se consideró un tipo de sección representativas del canal, en base a la información obtenida de los catastros en terreno.

Luego, con las cubicaciones, se estimó el costo total de cada alternativa a modo de contrastar las opciones en términos económicos. Finalmente, para escoger la alternativa se evalúan las opciones de menor costo y mayor vida útil.

La Figura 2-2 resumen la metodología de evaluación.

Figura 2-2 Metodología de evaluación de obras de mejoras

3 IDENTIFICACIÓN ZONAS CON MAYORES PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN

Se analizaron los resultados obtenidos de la campaña de aforo a modo de identificar las zonas con mayores pérdidas unitarias.

Para estimar las pérdidas, se consideró el caudal pasante en base a los derechos de aprovechamiento indicados en la Tabla 1-1, para luego ir restando su valor en base a las pérdidas estimadas en terreno. Con ello se estimó el caudal perdido en cada tramo aforado.

Finalmente, para cada tramo se determinó la perdida de caudal por unidad de longitud, o pérdida unitaria de caudal. Con dicho valor se identificaron los lugares donde existen mayores pérdidas por cada km recorrido.

La Tabla 3-1 da cuenta de los resultados del cálculo de las pérdidas unitarias de caudal por tramo.

Tabla 3-1 Rendimientos por tramos canal Bellavista

Nº Tramo	km inicio	km fin	Longitud	Caudal pasante	Pérdida Acumulada	Pérdida unitaria	Pérdida tramo	Caudal perdido	Pérdida unitaria de caudal
	(km)	(km)	(km)	(L/s)	(%)	(%/km)	(%)	(m3/s)	(L/s/km)
1	0,10	1,79	1,69	3677	2,53	1,50	2,53	0,09	55,106
2	1,79	3,90	2,11	3677	13,80	5,48	11,56	0,43	201,436
3	3,90	6,30	2,40	3677	14,26	0,22	0,53	0,02	8,175
4	6,30	8,10	1,80	3677	20,33	3,93	7,08	0,26	144,660
5	12,40	14,50	2,10	3677	20,33	0,00	0,00	0,00	0,000
6	14,50	15,50	1,00	3677	20,33	0,00	0,00	0,00	0,000
7	15,50	17,50	2,00	3677	28,29	4,99	9,99	0,37	183,659
8	17,50	19,80	2,30	3677	30,42	1,29	2,96	0,11	47,396
9	19,80	22,60	2,80	3677	34,59	2,14	5,99	0,22	78,700
10	22,60	25,00	2,40	3677	38,76	2,66	6,38	0,23	97,670
11	25,00	27,10	2,10	3677	38,76	0,00	0,00	0,00	0,000
12	27,10	30,50	3,40	3630	41,29	1,22	4,13	0,15	44,131
13	30,50	31,70	1,20	3630	41,29	0,00	0,00	0,00	0,000
14	31,70	32,90	1,20	3630	45,60	6,12	7,34	0,27	222,171
15	32,90	35,10	2,20	3510	54,80	7,69	16,91	0,59	269,785
16	35,10	36,80	1,70	3439	59,54	6,17	10,49	0,36	212,270
17	41,70	45,20	3,50	3035	64,86	3,75	13,14	0,40	113,899
18	47,00	48,50	1,50	2656	65,67	1,54	2,31	0,06	40,830
19	49,20	50,00	0,80	2561	66,05	1,40	1,12	0,03	35,965
20	50,00	50,80	0,80	2093	68,62	9,47	7,58	0,16	198,173
21	52,20	54,20	2,00	1941	74,09	8,72	17,44	0,34	169,241

Se generó una curva de ganancia de caudal, considerando una disminución total de las pérdidas en los tramos mejorados.

La Figura 3-1 muestra la curva de ganancia de caudal vs la longitud de revestimiento. En tanto, la Figura 3-2 muestra la misma curva de reducción de pérdidas a medida que aumenta la longitud de revestimiento en el canal. Se observa que con un revestimiento total en el

canal inferior a 12 km, se traduce en un 62% de caudal recuperado a lo largo de todo el canal, reduciendo las pérdidas a un 40% (antes eran de 74%, ver Figura 1-1).

Figura 3-1 Caudal optimizado según longitud revestida

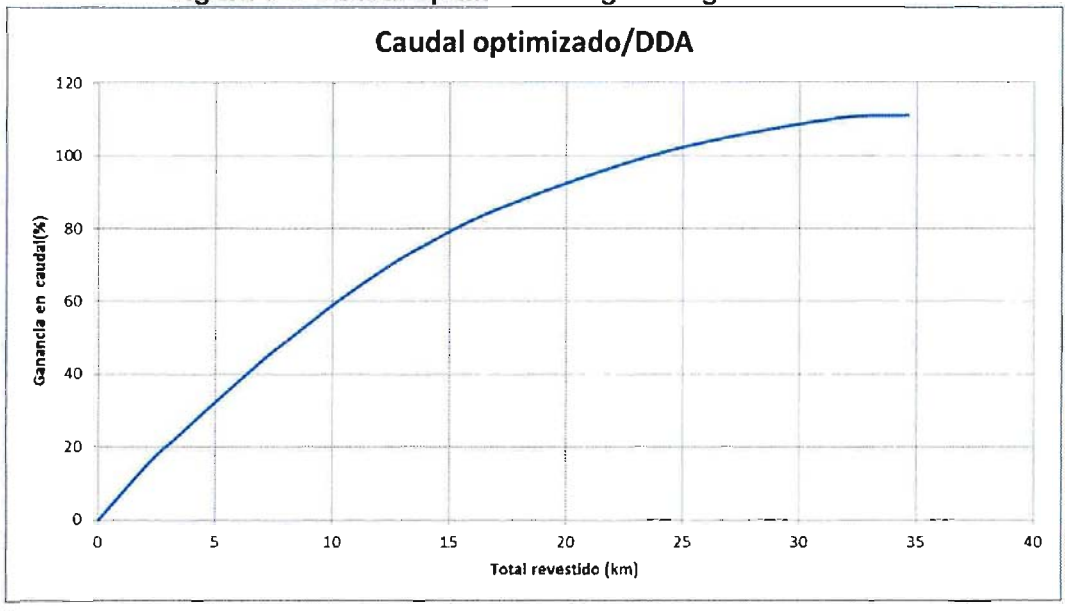
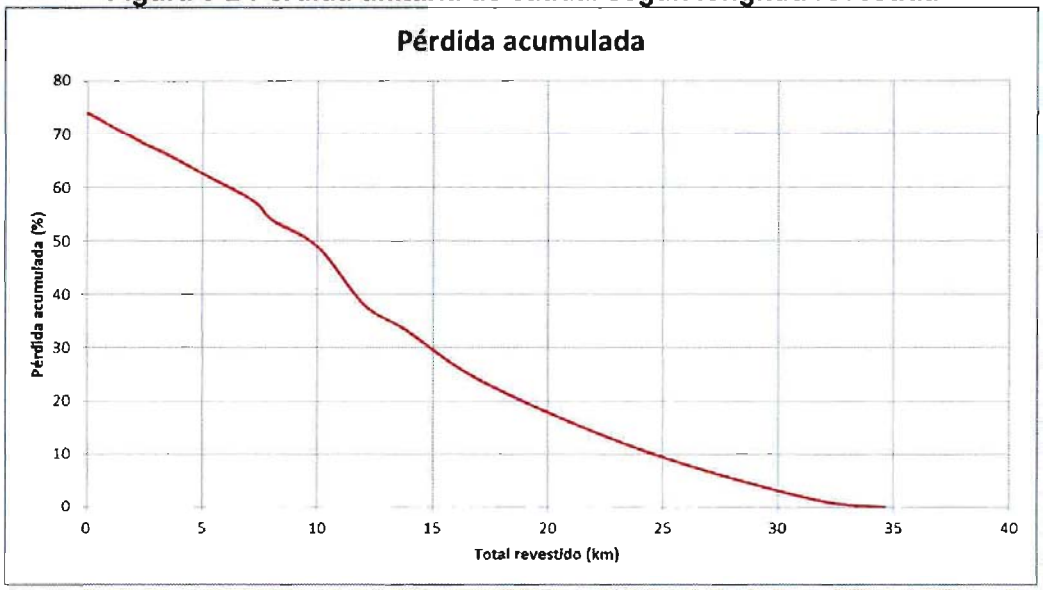


Figura 3-2 Pérdida unitaria de caudal según longitud revestida

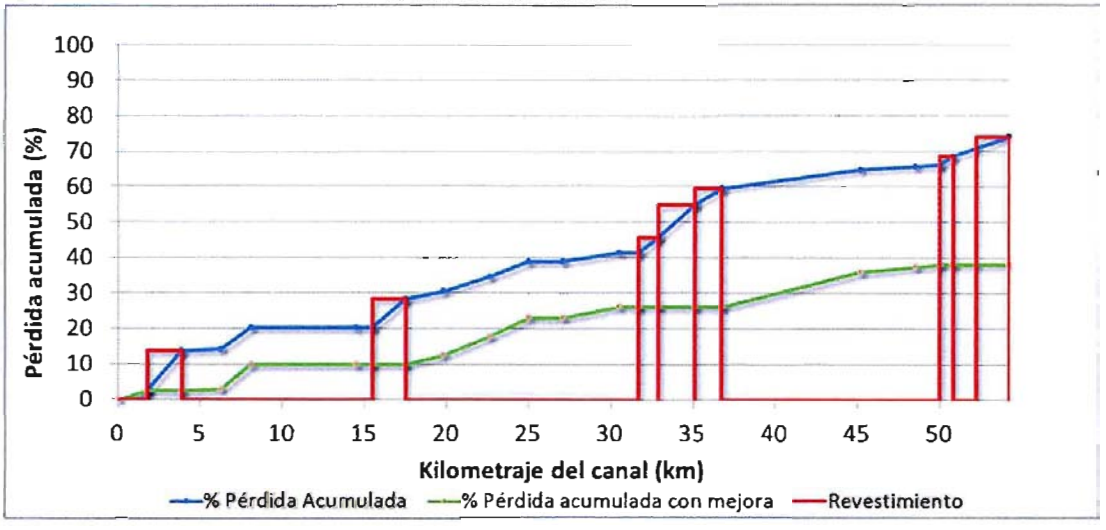


Se adoptó finalmente revestir una longitud total a 12 km de canal, los cuales corresponden a los 7 sectores con mayor pérdida unitaria de caudal (tramos N° 2, 7, 14, 15, 16, 20 y 21).

Cabe señalar que la longitud total de los 7 tramos alcanza los 12 km, sin embargo hay que quitarle algunos sectores en los cuales existen revestimientos u otras obras, por lo que la longitud efectiva a revestir es de 11,7 km.

La Figura 3-3 muestra un esquema de disminución de pérdidas en función a las secciones revestidas.

Figura 3-3 Comparación de la Pérdida Acumulada en la Condición Actual y Con Nuevos Revestimientos.



4 DISEÑO ALTERNATIVAS DE OBRAS

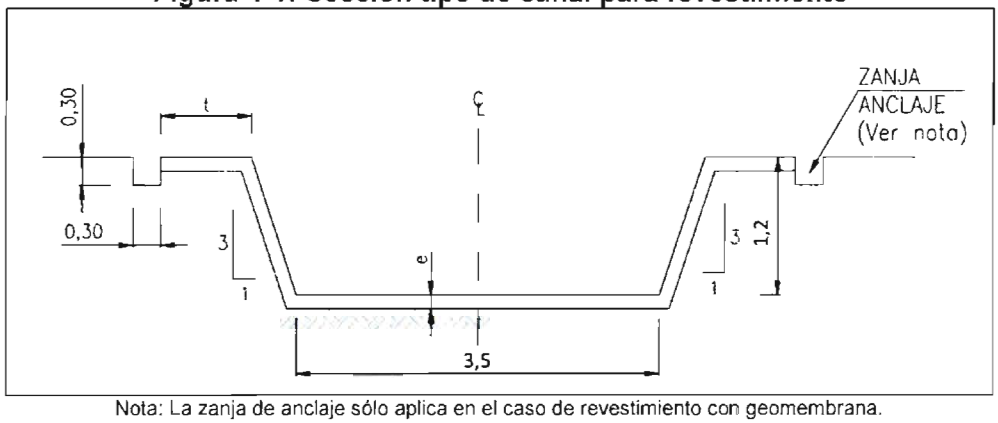
Para la estimación de costos de cada alternativa de revestimiento se ha definido una sección tipo de canal que se considera representativa de todos los tramos a revestir, la cual se estimó en base al catastro en terreno realizado en todo el canal, adoptando un promedio aproximado del tal registro. En el caso de los entubamientos se estableció como criterio de diseño que la altura de escurrimiento dentro de la tubería sea inferior o igual a 0,70 veces su diámetro interior.

Las alternativas de revestimiento utilizarán una sección tipo para estimar el costo por longitud, en el caso del hormigón se considera un espesor de 10 cm, mientras que para la mampostería se estiman 20 cm.

La geometría de la sección tipo se presenta en la Figura 3-1

La Tabla 4-1 muestra los parámetros variables para cada alternativa de revestimiento.

Figura 4-1: Sección tipo de canal para revestimiento



Nota: La zanja de anclaje sólo aplica en el caso de revestimiento con geomembrana.

Tabla 4-1 Parámetros variables según alternativa de revestimiento

Tipo de Revestimiento	Unidad	Sobreancho t	Espesor e
Hormigón	m	0,2	0,1
Mampostería	m	0,2	0,2
Shotcrete	m	0,2	-
Geomembrana	m	0,5	-

Considerando las dimensiones de la Tabla 4-1, se estimaron las cubicaciones de cada revestimiento para una longitud de 12 km de canal, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2 Cubicaciones alternativas de revestimientos en 12 km

Partida	Valor	Unidad
Mampostería	15.046	m^3
Hormigón	7.523	m^3
Shotcrete	75.232	m^2
Manta de hormigón	70.552	m^2
Geomembrana*	103.313	m^2

*Dentro del cálculo se consideró adicionalmente la zanja de la geomembrana, de 0,3 x 0,3 m.

Para el caso del entubamiento, se determinó el diámetro requerido en cada tramo de canal en función del caudal a conducir y las características físicas del mismo canal. Se adoptaron diámetros de 1.600 mm, 1.800 mm y 2.000 mm para el análisis.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-1000-IH-MEC-008-1

ANEXO 14.1.4 - CRUCE DE QUEBRADAS CANAL BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	F. de la Fuente	P. Muñoz / P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.14	10.11.14	10.11.14	
0	Nombre Firma	D. Arce	J. Garín/P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	30.04.15	30.04.15	30.04.15	
1	Nombre Firma	F. De la Fuente	J. Garín/P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	20.07.2015	20.07.2015	20.07.2015	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.1.4 - CRUCE DE QUEBRADAS CANAL BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 OBJETIVOS 4
1.2 REFERENCIAS 4
1.3 ÁREA DE ESTUDIO 4
2 ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES 5
2.1 ESTUDIO HIDROLÓGICO BELLAVISTA 5
2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL BELLAVISTA 7
3 CRITERIOS DE DISEÑO 7
4 DISEÑO SIFÓN QUEBRADA ARRAYAN 7
4.1 METODOLOGÍA 7
4.2 RESULTADOS 15
5 CUBICACIONES 17

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1. Caudales Afluentes al Canal Bellavista 5
Tabla 4-1 Sello mínimo en cámaras de carga 10
Tabla 4-2 Coeficiente de pérdida en terminaciones abocinadas entrada tuberías circulares 11
Tabla 4-3 Asperezas de tubería de hormigón. 13
Tabla 4-4 Dimensiones geométricas Sifón El Arrayan 15
Tabla 4-5. Dimensiones y parámetros reja de entrada 16
Tabla 5-1. Cubicaciones Sifón Arrayan. 17

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1. Quebradas aportantes al canal Bellavista 6
Figura 4-1 Sifón tipo 8
Figura 4-2 Nomenclatura diseño cámara de entrada 8
Figura 4-3 Nomenclatura diseño cámara de salida 9
Figura 4-4 Sección relleno tipo tubería de sifón en Zanja 14

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

La presente memoria de cálculo presenta los antecedentes, metodología y resultados obtenidos para el diseño hidráulico de las obras de cruce de las quebradas laterales que cruzan al canal Bellavista. Dichos cruces de quebradas fueron identificados en el estudio hidrológico de la zona del mismo canal, para el cual se definieron 30 quebradas aportantes.

Los objetivos generales de esta memoria corresponden a:

- Recopilación de antecedentes obtenidos de la inspección del canal en terreno, para la identificación y clasificación de los cruces de quebradas existentes.
- Establecer criterios de diseño para las soluciones a adoptar en el cruce de quebradas.
- Diseño de obras hidráulicas viables y óptimas para cada cruce de quebrada con el canal Bellavista.

1.2 REFERENCIAS

Ref 1 Manual de Carreteras, Volumen 3. Dirección General de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas, Chile.

Ref 2 Hidráulica aplicada al diseño de obras, partes I, II y II. Horacio Mery, 2007.

Ref 3 Bureau of Reclamation. (1983). Inverted Siphons. *Design of small canal structures*.

Ref 4 Manual de Carreteras, Volumen 4. Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas Chile.

1.3 ÁREA DE ESTUDIO

El canal Bellavista se inicia en la cuenca del río Elqui, cuya área aportante es de 9645 km^2. El cauce principal del río Elqui nace de la junta de los ríos Turbio y Claro a la altura de la localidad de Rivadavia. En la sección media de la cuenca del Elqui se encuentra el embalse Puclaro, cuya operación comenzó a fines de los noventa y tiene una capacidad de 200 millones de m^3. Aguas abajo del embalse se encuentra el canal Bellavista específicamente en la subcuenca del río Elqui Bajo.

El trazado del canal se extiende por una longitud de aproximadamente 58 Km con un desnivel total de 135,3 m.

2 ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES

2.1 ESTUDIO HIDROLÓGICO BELLAVISTA

En el estudio hidrológico realizado para la zona del canal Bellavista dentro del contexto de estudio "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", se identificaron 30 quebradas laterales aportantes al canal Bellavista y se realizó la estimación de caudales afluentes para cada una de ellas. De esta selección, existen 7 quebradas que presentan obra de cauce actualmente.

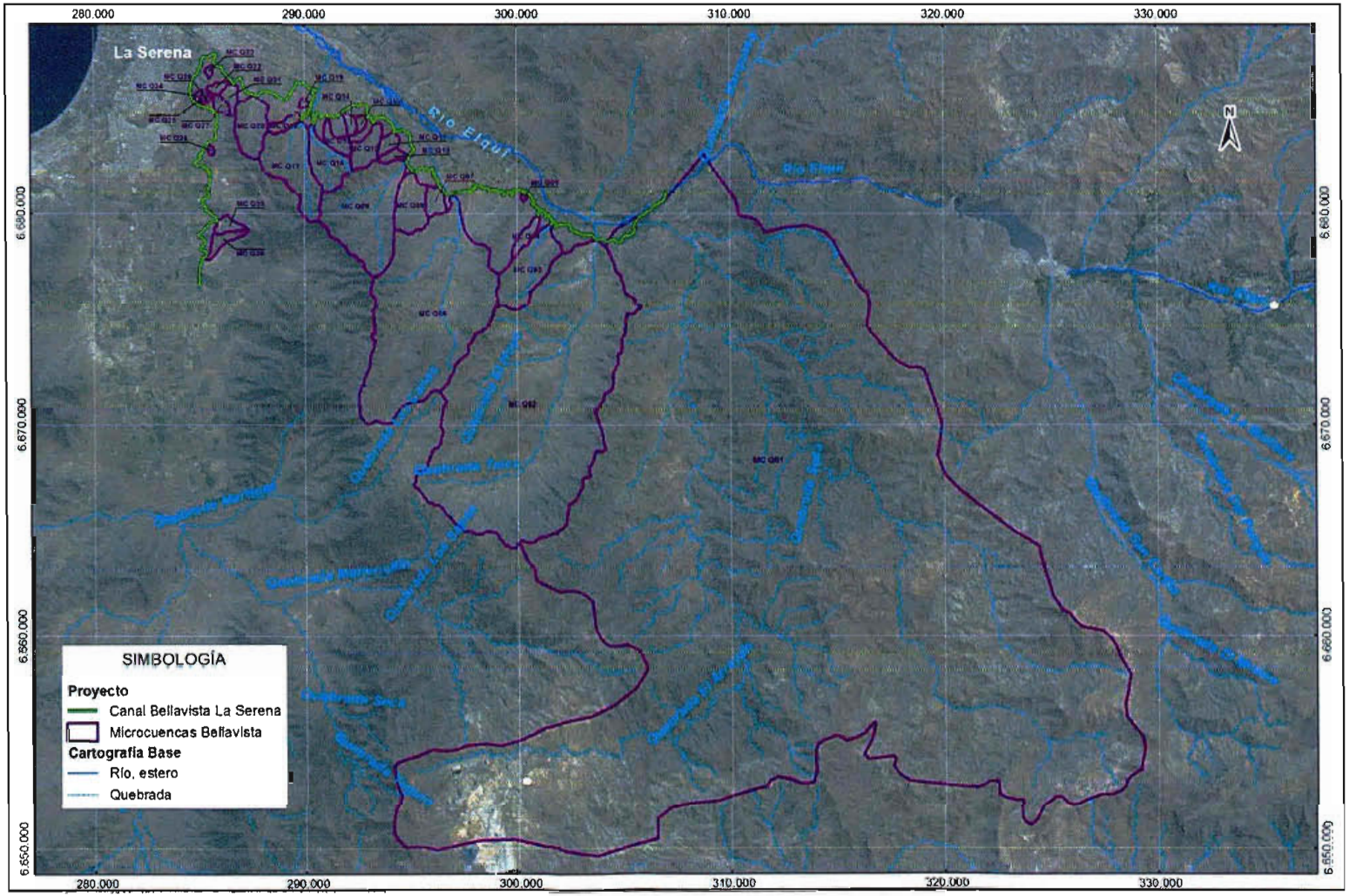
El resumen de la identificación de las 30 cuencas aportantes y su caudal asociado para 2 años de periodo de retorno, se muestra en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Caudales Afluentes al Canal Bellavista

Código	Km	Nombre quebrada	Obra existente	A (km^2)	T=2 años Q (m^3/s)
MC Q01	1,1	El Arrayán		556,0	30,0
MC Q02	3,8	Talca	Al N°1	87,6	
MC Q03	6,9	El Sauce	PT N°10	6,2	
MC Q04	8,5			0,9	0,3
MC Q05	10,3			0,1	0,0
MC Q06	15,4		TU N°2	41,3	
MC Q07	16,0		CN N°5	1,1	
MC Q08	18,3		TU N°6	3,6	
MC Q09	18,9	La Cachina	AL N°2	14,1	
MC Q10	19,3			0,5	0,2
MC Q11	21,4			0,7	0,3
MC Q12	22,9	Barrios		2,0	0,8
MC Q13	23,5			0,3	0,1
MC Q14	25,6			0,5	0,2
MC Q15	26,4			1,1	0,4
MC Q16	27,8			3,6	1,2
MC Q17	29,2	Monardes	CN N°7	7,3	
MC Q18	29,4			0,7	0,3
MC Q19	30,2			0,2	0,1
MC Q20	35,1	La Varilla		3,6	1,3
MC Q21	36,7			0,7	0,3
MC Q22	36,9			0,4	0,1
MC Q23	38,1			0,2	0,1
MC Q24	41,6			0,1	0,1
MC Q25	41,8			0,0	0,0
MC Q26	42,1			0,1	0,1
MC Q27	42,7			0,5	0,2
MC Q28	44,8			0,1	0,1
MC Q29	49,9			0,8	0,2
MC Q30	52,7			0,9	0,3

AL: Alcantarilla, CN: Canoa, PT: Puente, TU: Túnel

Figura 2-1. Quebradas aportantes al canal Bellavista



2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL BELLAVISTA

En el análisis hidráulico del Canal Bellavista se modeló el funcionamiento del canal bajo condiciones de lluvias de 2 años de periodo de retorno, considerando los caudales aportantes por las quebradas laterales.

De la Memoria de Cálculo Capacidad Hidráulica canal Bellavista, se concluye que de las quebradas aportantes al canal, sólo la quebrada el Arrayán requiere obra de cruce, debido a los altos caudales aportantes y el alto riesgo de comprometer la estabilidad física del canal.

3 CRITERIOS DE DISEÑO

- La obra de cruce fue diseñada para las condiciones hidráulicas asociadas a la crecida de 2 años de periodo de retorno.
- Las quebradas que actualmente presentan obras para el cruce de quebradas laterales no se considerarán en esta memoria, ya que son evaluadas en el anexo de mantención de obras del canal Bellavista.
- Los caudales aportantes que no son un riesgo para la integridad estructural del canal y que no generan daños para el normal funcionamiento de éste, no serán considerados dentro del presente estudio.

4 DISEÑO SIFÓN QUEBRADA ARRAYAN

4.1 METODOLOGÍA

La quebrada El Arrayán tiene un área aportante de 556 m^2, un caudal de 30 m^3/s para un periodo de retorno 2 años y se encuentra a 1,1 km desde la bocatoma del canal.

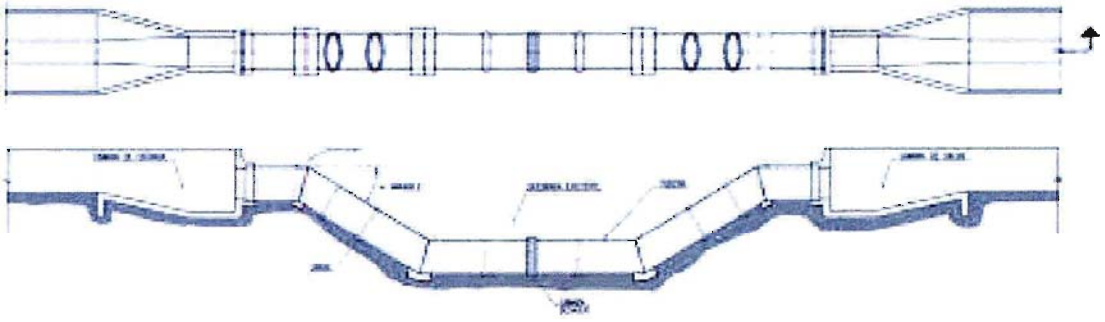
Debido a las dimensiones del cauce de la quebrada, de 40 m de ancho, a la topografía y al caudal aportante por la quebrada, se determinó que la mejor solución para realizar el cruce de la quebrada corresponde a la construcción de un sifón enterrado.

De la información disponible, se cuenta con las cota de comienzo y término del sifón proyectado. También se cuenta con el consumo de caudal de derecho que corresponde a 3,67 m^3/s y que será utilizado como caudal de diseño para el sifón.

El sifón tipo se presenta en la Figura 4-1, obra que se compone principalmente de:

- Canal de aducción.
- Transición convergente tipo broken-back.
- Rejas de seguridad.
- Cámara de entrada.
- Tubería circular de acero.
- Cámara de salida.
- Transición divergente tipo broken-back.
- Canal de entrega.

Figura 4-1 Sifón tipo



La nomenclatura utilizada en el cálculo se presenta en la Figura 4-2 y Figura 4-3.

Figura 4-2 Nomenclatura diseño cámara de entrada

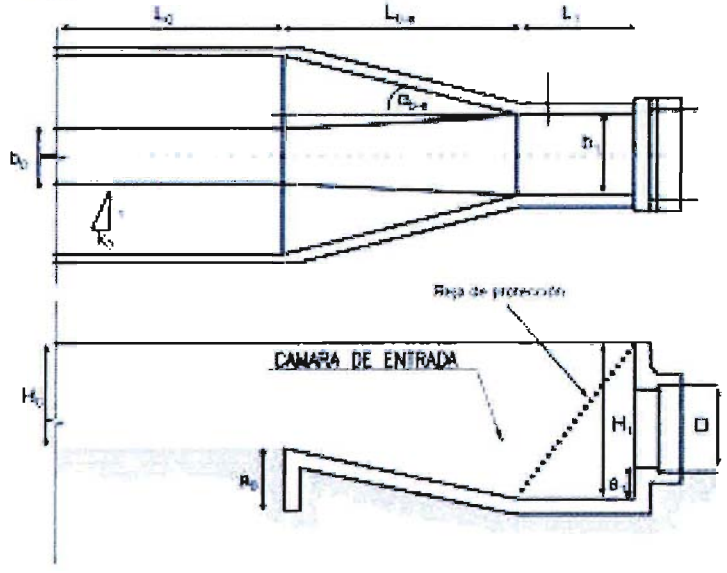
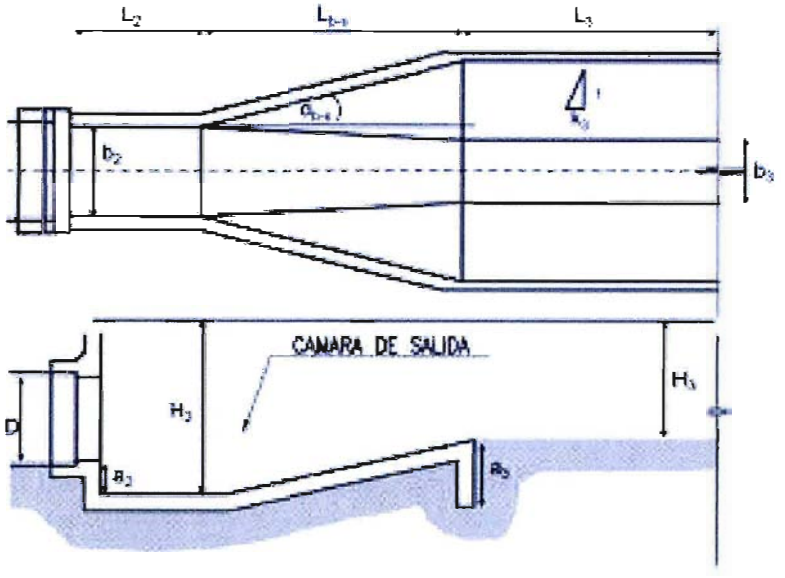


Figura 4-3 Nomenclatura diseño cámara de salida



El cálculo de la altura de escurrimiento se realiza mediante igualación de Energía, según la ecuación de Bernoulli:

$$B = h + \frac{v^2}{2g} + z$$

Dónde:

B	: Bernoulli o carga hidráulica (m).
h	: Altura de escurrimiento (m).
z	: Cota de fondo (msnm).
v	: Velocidad media de escurrimiento (m/s).
g	: Aceleración de gravedad (m/s^2).

Los criterios y formulaciones utilizadas para la estimación de pérdidas singulares y friccionales se muestran a continuación en función de cada componente de la obra.

4.1.1 Canal de aducción

El canal de aducción tendrá dimensiones similares a los de la sección del canal matriz, con el propósito de no alterar en demasía el flujo aguas arriba. Es por ello que se adopta el mismo ancho basal y pendiente inversa del talud del canal de empalme. Para efectos de diseño, se adopta un largo de este canal igual a 5 metros.

4.1.2 Transición entrada tipo broken-back

El paso del canal de aducción a la cámara de entrada induce al flujo a una desaceleración de corriente, por lo cual el ángulo de contracción para la condición más desfavorable es:

$$2\alpha_{b-e} = 22{,}5º$$

Dónde:

α_{b-e} : Ángulo de contracción desde canal de aducción a cámara de carga.

Las pérdidas en esta transición se estiman como sigue:

$$\Lambda_{b-e} = C \cdot \frac{\Delta v^2}{2g}$$

Dónde:

Λ_{b-e} : Pérdida de carga en transición broken-back en contracción (m).
C_e : Coeficiente de pérdida en transición de contracción, igual a 0,5.
Δv : Diferencia de velocidades entre la tubería y la cámara de entrada (m/s).

4.1.3 Cámara de entrada

La cámara de entrada al sifón corresponde a una cámara de carga, en donde se induce a un peralte en el flujo con el objeto de aumentar la sumergencia o sello de la tubería para evitar que ingrese aire a esta. Se utilizan las siguientes fórmulas de sumergencia:

Tabla 4-1 Sello mínimo en cámaras de carga

Ecuación de Gordon	$S = 0{,}544 \cdot v_t \cdot \sqrt{D}$
Ecuación de Knauss	$S = D \cdot (2 \cdot \frac{v_t}{\sqrt{gD}} + 0{,}5)$
Ecuación de Rohan	$S = 1{,}474 \cdot v_t^{0{,}48} \cdot D^{0{,}76}$

Fuente: Ref 3

Dónde:

S : Sumergencia (m).
v_t : Velocidad del flujo en tubería (m/s).
D : Diámetro de la tubería (m).
g : Aceleración de gravedad (m/s²).

De lo anterior se adopta un sello igual al promedio del resultado de las ecuaciones anteriores.

La pérdida entre la transición de la cámara de carga y la tubería se calcula suponiendo una terminación abocinada en la entrada:

Tabla 4-2 Coeficiente de pérdida en terminaciones abocinadas entrada tuberías circulares

Razón de radio/Diámetro	Coeficiente de pérdida k_s
(-)	(-)
0,04	0,26
0,08	0,15
0,12	0,09
0,16	0,06

Donde la pérdida singular en la entrada se calcula como:

$$\Lambda_{k-e} = k_s \cdot \frac{v_t^2}{2g}$$

Dónde:
Λ_{k-e} : Pérdida de carga a la entrada de la tubería (m).
k_s : Coeficiente de pérdida en terminaciones abocinadas (-).
v_t : Velocidad del flujo en la tubería (m/s).

Para efectos del diseño del sistema, se ha considerado las pérdidas singulares en la rejilla de protección según la ecuación de Berezinsky:

$$\Lambda_{reja} = K_d \cdot K_f \cdot p^{1,6} \cdot f\left(\frac{L}{b}\right) \cdot seno(\varphi) \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$f\left(\frac{L}{b}\right) = 8 + 2{,}3\,(L/b) + 2{,}4\,(b/L)$$

Dónde:
Λ_{reja} : Pérdida de carga en la rejilla (m).
K_d : Coeficiente dependiente de la limpieza de la reja. Para reja con limpieza manual, varía entre 2 a 4.
K_f : Coeficiente de forma (0,51 para pletinas rectangulares y 0,32 con redondeo).
p : Relación entre la superficie de las rejas y la superficie total.
φ : Ángulo que forma el plano de la reja con el plano horizontal (rad).
L : Longitud en el sentido del flujo (m)
b : Espacio entre barras (m)
v : Velocidad de flujo en la sección bruta, en este caso de las rejillas (m/s).

4.1.4 Tubería

La selección del diámetro de la tubería depende principalmente de las pérdidas friccionales y la velocidad del flujo. Las pérdidas friccionales se adecuarán a las cotas de entrada y salida, de modo que:

$$B_{salida} = B_{entrada} + Pérdidas$$

Dónde:

B_{salida} : Bernoulli de cámara de salida.
$B_{entrada}$: Bernoulli de cámara de entrada.
$Pérdidas$: Pérdidas singulares y friccionales.

Las pérdidas friccionales dependen del diámetro de la tubería, por lo cual conociendo los demás términos, se puede estimar el diámetro de tubería interno ideal para empalmarse adecuadamente a las cotas de entrada y salida.

Para la velocidad del flujo al interior de la tubería, se adopta un rango entre 3 y 8 m/s, bajo el criterio de que exista una autolimpieza de sedimentos al interior de la tubería. En cuanto al material, el sifón será diseñado en hormigón.

Las pérdidas friccionales dentro de la tubería son estimadas según la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$\Lambda_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v_t^2}{2g}$$

Dónde:
Λ_f : Pérdidas friccionales en tubería (m).
f : Coeficiente de fricción (-).
L : Largo de la tubería (m).
D : Diámetro interno de la tubería (m).
v_t : Velocidad del flujo en tubería (m/s).
g : Aceleración de gravedad (m/s^2).

El coeficiente de fricción se estima según la ecuación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{\epsilon}{3{,}7D} + \frac{2{,}51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

Dónde:
f : Coeficiente de fricción (-).
ϵ : Asperezas o rugosidad del material (m).
D : Diámetro de la tubería (m).
Re : Número de Reynolds, igual a $Re = \frac{vD}{\nu}$, $\nu = 1{,}03 \cdot 10^{-6}\ m^2/s$

Las asperezas dependiendo del material se presentan en la Tabla 4-3:

Tabla 4-3 Asperezas de tubería de hormigón.

Interior	ε (mm)
Hormigón	3,00E-01

Las pérdidas singulares en la tubería están asociadas a los codos, la cual se calcula según la siguiente expresión:

$$\Lambda_s = k \cdot \frac{v_t^2}{2g}$$

$$k = seno^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 2 \cdot seno^4\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Dónde:

Λ_s : Pérdidas singulares en tubería (m).
k : Coeficiente de pérdida singular en codo (-).
v_t : Velocidad del flujo en tubería (m/s).
α : Ángulo del codo (rad).

4.1.5 Cámara de salida

La pérdida singular en la salida de la tubería hacia la cámara de salida se calcula como un ensanche brusco, lo cual se estima según la fórmula de Borda:

$$\Lambda_{k-s} = \frac{(v - v_t)^2}{2g}$$

Dónde:

Λ_{k-s} : Pérdida de carga ensanche brusco de tubería a cámara de salida (m).
v : Velocidad en la cámara de salida (m/s).
v_t : Velocidad en la tubería (m/s).
g : Aceleración de gravedad (m/s^2).

4.1.6 Transición salida tipo broken-back

El paso de la cámara de salida al canal de entrega induce al flujo a una aceleración de corriente, por lo cual el ángulo de contracción para la condición más desfavorable es:

$$2\alpha_{b-s} = 27{,}5º$$

Dónde:

α_{b-s} : Ángulo de contracción desde canal de aducción a cámara de carga.

Las pérdidas en esta transición se estiman como sigue:

$$\Lambda_{b-s} = C \cdot \frac{\Delta v^2}{2g}$$

Dónde:

Λ_{b-s} : Pérdida de carga en transición broken-back en contracción (m).
C_s : Coeficiente de pérdida en transición de contracción, igual a 0,3.
Δv : Diferencia de velocidades entre la tubería y la cámara de salida (m/s).

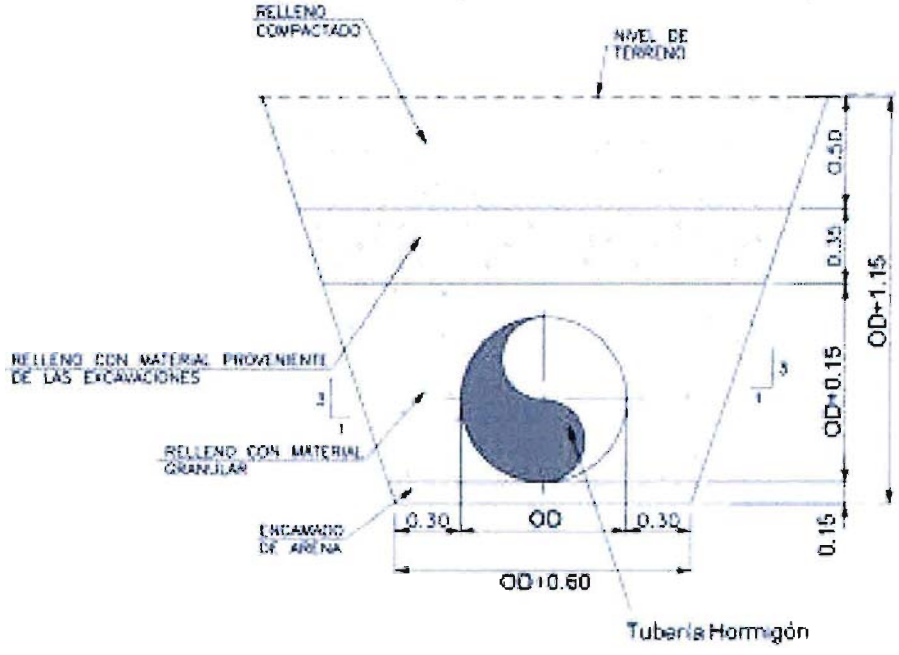
4.1.7 Canal de entrega

El canal de entrega tendrá dimensiones similares a los de la sección del canal matriz. El largo de este canal será para efectos de diseño, de 5 metros, el cual se empalmará a la cota de entrega proyectada.

4.1.8 Tubería enterrada y atravieso de caminos

La tubería se proyecta enterrada en zanja, por lo cual se propone seguir las recomendaciones de la Ref 4 Láminas 4.002.010 y 4.109.003.

Figura 4-4 Sección relleno tipo tubería de sifón en Zanja



Además, se propone revestir con enrocados en toda la zona del cruce de la quebrada de manera de proteger la tubería de posibles socavaciones en eventos de crecidas.

4.2 RESULTADOS

En base a la metodología propuesta y a la nomenclatura utilizada según la Figura 4-2 y Figura 4-3, en la Tabla 4-4 se presentan los resultados de las dimensiones geométricas de cada componente de la obra del sifón en la quebrada El Arrayan. Las cotas pueden variar dada la diferencia en pérdidas friccionales entre materiales, donde se intentó reducir las diferencias a objeto de empalmar lo mejor posible con el canal.

Tabla 4-4 Dimensiones geométricas Sifón El Arrayan

Parámetro	Nomenclatura	Valor	Unidad
Canal de Captación			
Cota	z0	257,61	(msnm)
Pendiente	i0	1,00E-04	(m/m)
Base Canal	b0	3,00	(m)
Pendiente Talud	k0	0,50	(-)
Largo	L0	5,00	(m)
Alto	H0	1,48	(m)
Transición Broken-Back entrada			
Ángulo cierre	αb-e	11,25	(°)
Largo	Lb-e	7,5	(m)
Grada bajada	a0	3	(m)
Cámara de Entrada			
Cota	z1	254,61	(msnm)
Base Canal	b1	1,50	(m)
Largo	L1	3,00	(m)
Alto	H1	5,50	(m)
Trampa sedimentos	a1	1,00	(m)
Cámara de Salida			
Cota	z2	254,30	(msnm)
Base Canal	b2	1,50	(m)
Largo	L2	3,00	(m)
Alto	H2	4,80	(m)
Revancha Salida	a2	0,30	(m)
Transición Broken-Back salida			
Ángulo cierre	αb-s	13,75	(°)
Largo	Lb-s	6,10	(m)
Grada subida	a3	3,00	(m)
Canal de Entrega			
Cota	z3	257,30	(msnm)
Pendiente	i3	1,00E-04	(m/m)
Base Canal	b3	3,00	(m)
Pendiente Talud	k3	0,50	(-)
Largo	L3	3,00	(m)
Alto	H3	1,50	(m)

Tubería sifón			
Parámetro	Nomenclatura	Valor	Unidad
Diámetro interno	D	900	(mm)

Longitud unitaria	L	45	(m)
Número de Tuberías	N	1	(unidad)
Espesor mínimo	e	109	(mm)
Diámetro externo	OD	1118	(mm)

Además, se implementará una reja en la entrada para impedir el paso de objetos que puedan obstruir el flujo a través de las obras y por medida de seguridad para personas o animales que pudieran caer al canal.

Se utilizarán barras de acero circulares de 20mm de diámetro y separadas cada 8 cm, el ángulo de inclinación utilizado será de 15° para una mayor facilidad en la limpieza. La reja tendrá una longitud de 3m y un ancho de 1,5 m, que corresponde al ancho de la cámara de entrada respectivo.

A continuación se presentan las principales dimensiones y parámetros de la reja.

Tabla 4-5. Dimensiones y parámetros reja de entrada

Parámetro	Notación	Unidad	Sifón Arrayán
Coeficiente limpieza reja	Kd	(-)	2,00
Coeficiente forma de barras	Kf	(-)	0,35
Distancia entre barras	b	(m)	0,08
Espesor barras	s	(m)	0,02
Espesor barra en sentido escurrimiento	L	(m)	0,02
Largo Reja	l	(m)	3,00
Ancho Reja	B	(m)	1,50
Ángulo de inclinación rejas	theta	(grados)	15,00
Relación l/b	l/b	(-)	0,25
Número de barras	Nbarras	(-)	15,00
Area total barras/Área total	p	(-)	0,20
Función de relación	f	(-)	18,18
Velocidad bruta	v	(m/s)	1,02
Pérdida en la reja	Δ_{reja}	(m)	0,01

5 CUBICACIONES

El listado de partidas y cubicaciones se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 5-1. Cubicaciones Sifón Arrayan.

CRUCE DE QUEBRADAS	Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final
Sifón El Arrayan				
Excavación Abierta Mat. Común	m3	614	1,1	675
Excavación abierta en Roca	m3	153	1,1	169
Relleno	m3	230	1,1	254
Hormigón H25	m3	55	1,1	61
Enfierradura A63-42H	kg	2206	1,1	2.427
Emplantillado H5	m3	5	1,2	6
Tubería Hormigón Prefabricado DN 900 (e= 109 mm)	un	18	1,1	20
Compuerta de acero 1,0x1,2 m	un	1	1	1
Reja Hidráulica	kg	111	1	111

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-1000-IH-MEC-006_C

ANEXO 14.1.5 - MEMORIA DE CÁLCULO CAPACIDAD HIDRÁULICA CANAL BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	P. Muñoz / N. Avilés / F. de la Fuente / P. Acuña	P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	06.11.2014	07.11.2014	07.11.2014	
B	Nombre Firma	P. Muñoz / N. Avilés / F. de la Fuente / P. Acuña	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.2014	10.11.2014	10.11.2014	
C	Nombre Firma	D. Arce / F. de la Fuente	J. Garín / P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	02.11.2015	02.11.2015	02.11.2015	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.1.5 - MEMORIA DE CÁLCULO CAPACIDAD HIDRÁULICA CANAL BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 OBJETIVOS 4
1.2 REFERENCIAS 4
2 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA 5
3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN OPERACIÓN NORMAL 6
4 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN CONDICIÓN DE CRECIDAS 7
5 MANEJO DE VEGETACIÓN ACUÁTICA 9
5.1 FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LAS PLANTAS ACUÁTICAS Y ALGAS 10
5.2 TÉCNICAS GENERALMENTE EMPLEADAS EN EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS Y ALGAS 10

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1 Caudales afluentes canal Bellavista 7
Tabla 5-1. Factores que afectan el crecimiento de las plantas 10
Tabla 5-2. Técnicas en el control y prevención de plantas acuáticas y algas 12

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1 Capacidad de porteo y Puntos de desborde canal Bellavista 5
Figura 3-1: Unifilar canal Bellavista 6
Figura 3-2 Identificación de puntos de desborde en operación normal 7
Figura 4-1 Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años. Canal Bellavista 9

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5-1: Vegetación acuática en el canal Bellavista 10

1 INTRODUCCIÓN

La presente memoria de cálculo presenta los antecedentes, metodología y resultados obtenidos en la determinación de la capacidad hidráulica y la identificación de los puntos de desborde del canal Bellavista, considerando su operación normal y su comportamiento ante eventos de crecida.

Adicionalmente se proponen mejoras con el fin de evitar los desbordes, si es que existen, en condición de operación normal y se identifican, los sectores en los que se pudiesen requerir obras de manejo de crecidas.

1.1 OBJETIVOS

Los objetivos generales de esta memoria corresponden a:

- Identificar las secciones críticas en cuanto a capacidad del canal en su condición de operación normal y ante un escenario de crecidas, con la finalidad de identificar los sectores donde se producen rebases.
- Establecer los criterios y desarrollar el diseño para las soluciones a adoptar en los sectores donde existen desbordes del canal.
- Entregar recomendaciones para evitar la proliferación excesiva de algas al interior del canal.

1.2 REFERENCIAS

Ref 1 Chow, V. (1959). *Hydraulics of Open Channels*. McGraw-Hill.

Ref 2 US Army Corps of Engineers, hydrologic Engineering Center (2014). Sitio web http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

Ref 3 Armellina, A. A., Bezic, C. R. & Gajardo, O. A. 1996. Propagation and Mechanical Control of *Potamogeton illinoensis* Morong in Irrigation Canals in Argentina. J. Aquat. Plant Manage. 34: 12-16.

Ref 4 Armellina, A. A., Bezic, C. R. & Gajardo, O. A. 1999. Submerged macrophyte control with herbivorous fish in irrigation channels of semiarid Argentina. Hydrobiologia 415 (0) 265-269.

Ref 5 Environmental Protection Agency. 2013. Magnacide™ H Herbicide. Application and Safety Manual. EPA Registration Number 10707-9. 34 pp.

Ref 6 Johnstone, I. M. 1986. Macrophyte management: An integrated perspective. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research Vol. 20 : 599-614.

Ref 7 Montagna, C., Pechen de D'Angelo, A. M. and Venturino, A. 2011. Toxicology of the Herbicide Acrolein: Risk Assessment in Aquatic Environments, Herbicides and Environment, Dr Andreas Kortekamp (Ed.), ISBN: 978-953-307-476-4, InTech, Available from: http://www.intechopen.com/books/herbicides-and-environment/toxicology-of-the-herbicide-acrolein-risk-assessment-in-aquatic-environments.

Ref 8 Sabbatini, M.R., Murphy, K.J. & Irigoyen, J.H. 1998. Vegetation–environment relationships in irrigation channel systems of southern Argentina. Aquatic Botany 60: 119-133.

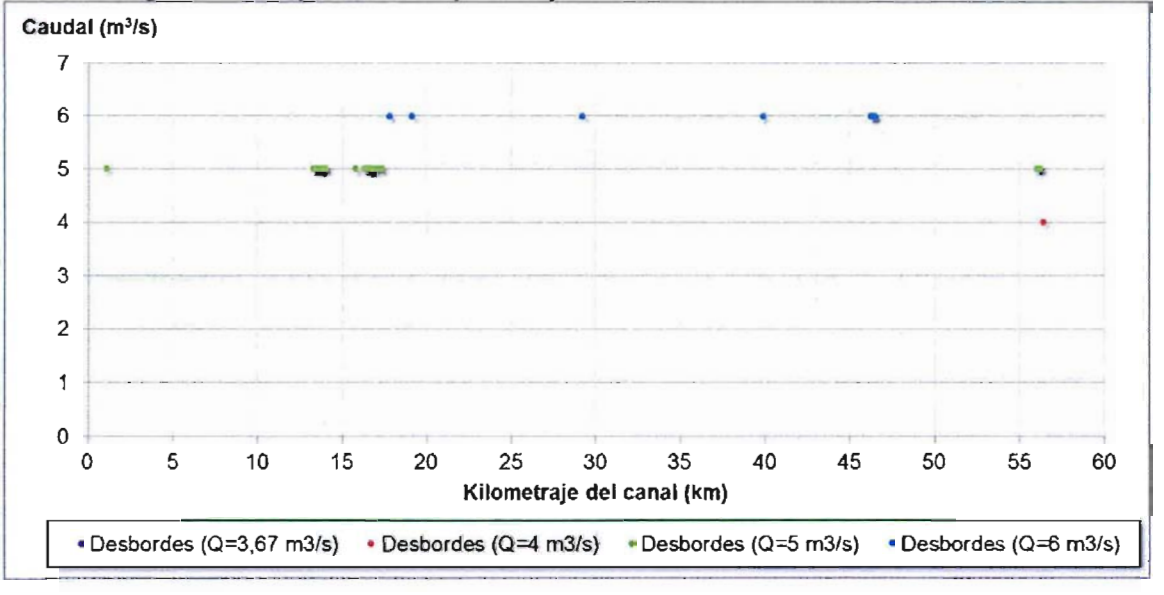
Ref 9 Sytsma, M. D. & Parker, M. 1999. Aquatic Vegetation in Irrigation Canals. A Guide to Integrated Management. Oregon Department of Agriculture and U.S. Environmental Protection Agency. 57 pp.

2 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA

Los análisis de capacidad hidráulica se basan en los resultados de la modelación del eje hidráulico mediante el software HEC-RAS versión 4.1, que forma parte de este proyecto. La información relativa a la topografía, rugosidades para cada subsección, pendiente longitudinal se encuentra en detalle en la Memoria de Cálculo 4184-1000-IH-MEC-003.

Se modeló el eje hidráulico del canal considerando que éste portea caudales de 3,67 m^3/s, 4 m^3/s, 5 m^3/s y 6 m^3/s. En cada caso se identificaron las secciones en que el canal no tiene la capacidad suficiente para conducir el caudal modelado, generando, en consecuencia, los puntos de desborde que se muestran en la Figura 2-1.

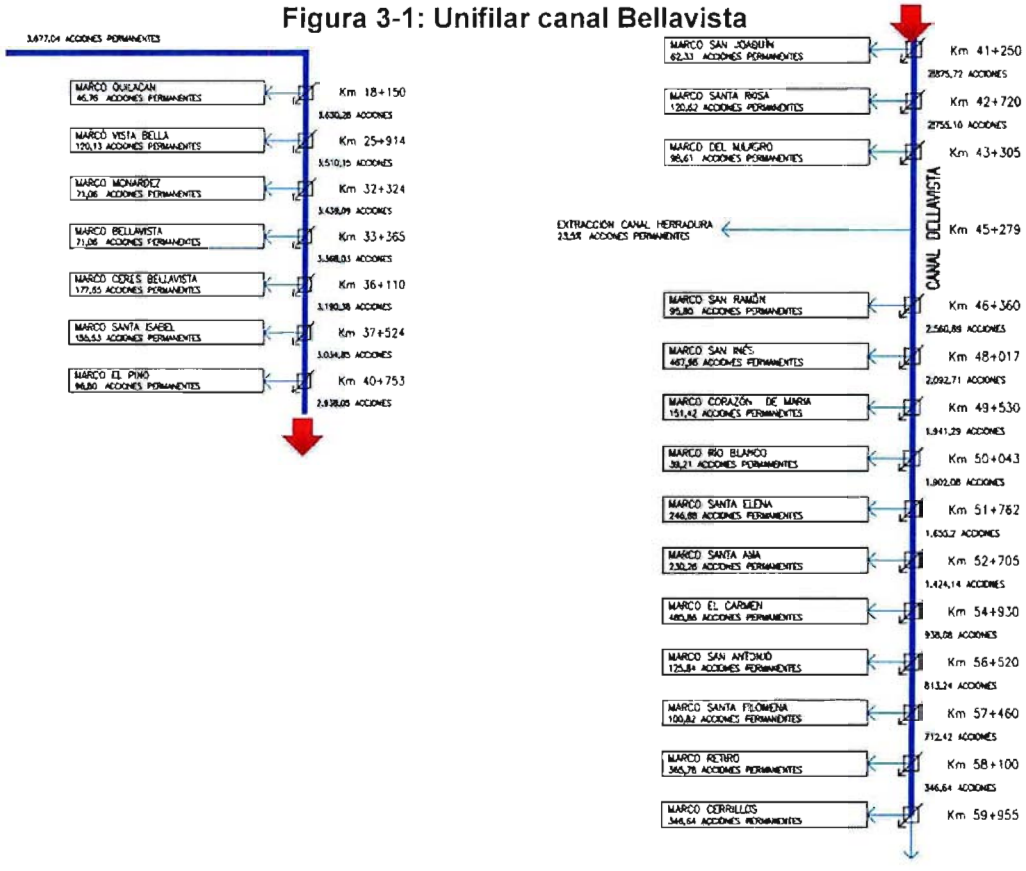
Figura 2-1 Capacidad de porteo y Puntos de desborde canal Bellavista



3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN OPERACIÓN NORMAL

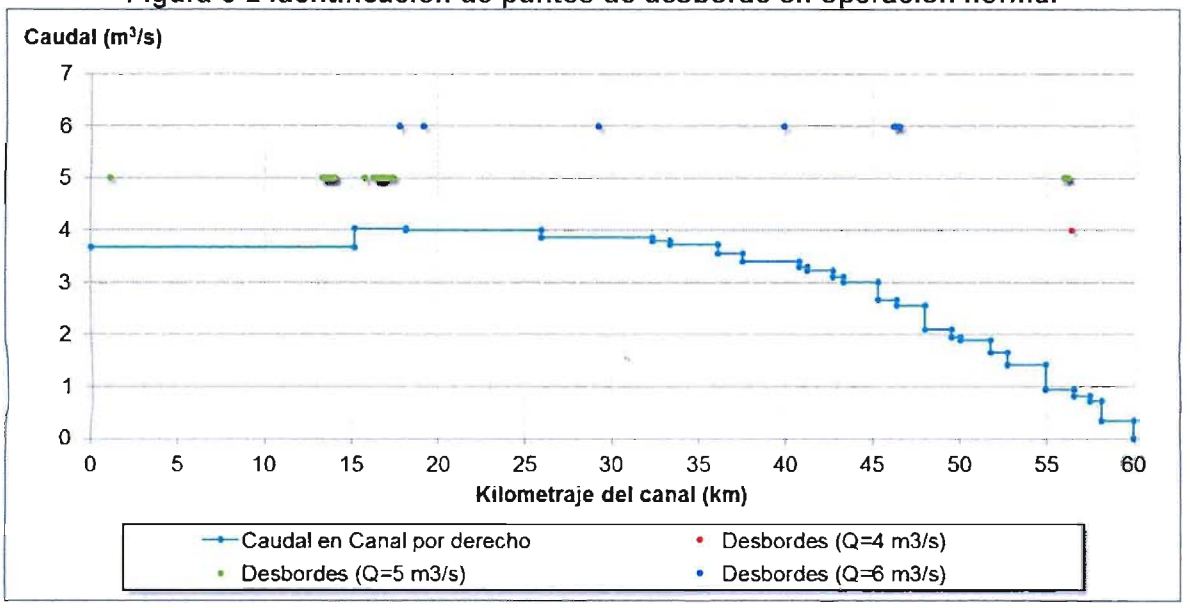
Para definir la operación normal del canal Bellavista, se consideró que las entregas de caudal se realizan en base a su unifilar, tal como muestra la Figura 3-1.

Figura 3-1: Unifilar canal Bellavista



En la Figura 3-2 se presenta el caudal de operación normal del canal y los puntos de desborde identificados en el numeral anterior, obteniéndose que bajo el caudal de operación no se supera la capacidad del canal, logrando portear el caudal de derecho sin desbordes.

Figura 3-2 Identificación de puntos de desborde en operación normal



Lo anterior indica que el canal posee la capacidad hidráulica adecuada para conducir los caudales de operación normal, lo cual representa que el sistema logra de forma efectiva portear los derechos de aprovechamiento actuales.

4 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN CONDICIÓN DE CRECIDAS

Para analizar el comportamiento de canal Bellavista durante eventos de crecida se ha considerado que las compuertas de bocatoma se cierran ante dichos eventos, por lo que los caudales a ser transportados por el canal corresponden únicamente a aquellos que ingresan por las quebradas laterales.

Se ha definido un periodo de retorno de 2 años para la identificación de puntos de desborde en periodo de crecidas, pues corresponde a un evento recurrente, cuyo caudal debiese ser porteado sin problemas por el canal, limitándose las mantenciones a crecidas mayores. No se considera para análisis una crecida de mayor periodo de retorno, puesto que el canal tiene como objeto realizar la distribución de los caudales de riego, no el control de crecidas.

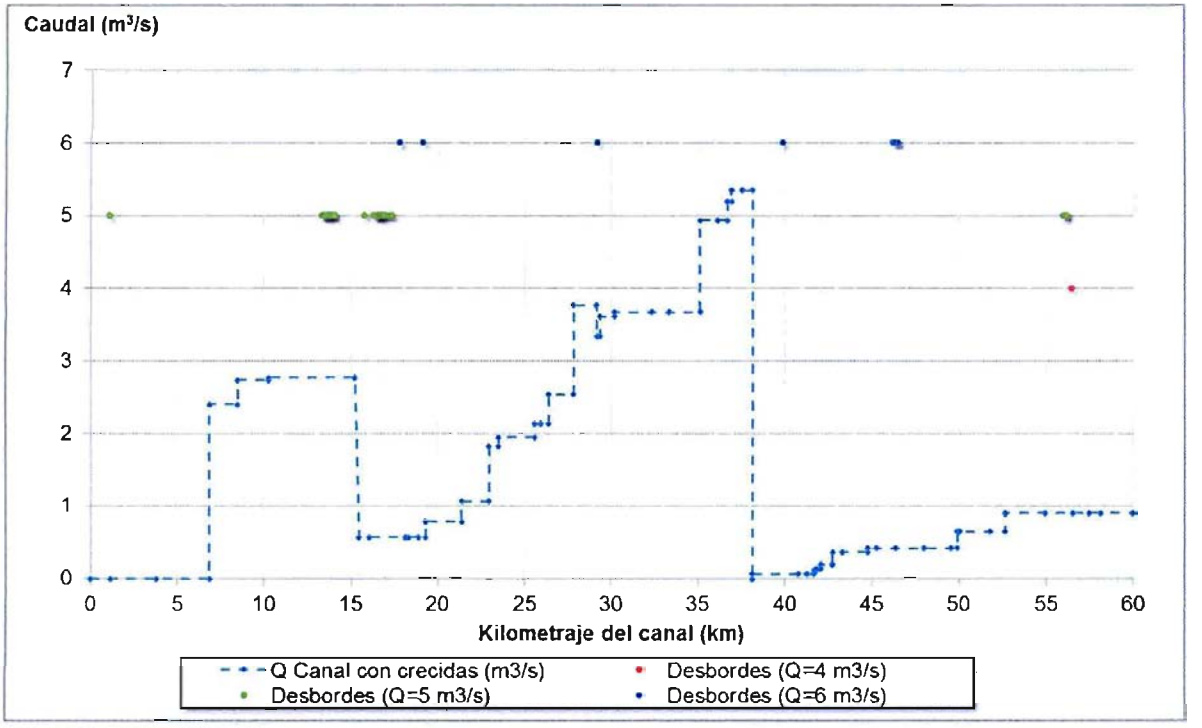
Tabla 4-1 Caudales afluentes canal Bellavista

Código	Km	Área	T=2 años
		(km²)	Q (m³/s)
MC Q01	1,1	556,001	30,00
MC Q03	6,9	6,240	2,43
MC Q04	8,5	0,933	0,33
MC Q05	10,3	0,079	0,04

Código	Km	Área (km^2)	T=2 años Q (m^3/s)
MC Q06	15,4	41,270	4,90
MC Q10	19,3	0,543	0,21
MC Q11	21,4	0,739	0,29
MC Q12	22,9	2,015	0,75
MC Q13	23,5	0,325	0,13
MC Q14	25,6	0,477	0,18
MC Q15	26,4	1,079	0,40
MC Q16	27,8	3,552	1,23
MC Q18	29,4	0,728	0,27
MC Q19	30,2	0,151	0,06
MC Q20	35,1	3,636	1,26
MC Q21	36,7	0,749	0,27
MC Q22	36,9	0,395	0,15
MC Q23	38,1	0,157	0,07
MC Q24	41,6	0,129	0,05
MC Q25	41,8	0,036	0,02
MC Q26	42,1	0,136	0,06
MC Q27	42,7	0,537	0,18
MC Q28	44,8	0,124	0,05
MC Q29	49,9	0,777	0,23
MC Q30	52,7	0,923	0,26

En la Figura 4-1 se contrastan los caudales de crecida acumulados en el canal Bellavista (aportes de las quebradas laterales), con la capacidad hidráulica del mismo.

Figura 4-1 Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años. Canal Bellavista



Se observa que el caudal acumulado proveniente de las quebradas laterales para un periodo de retorno de 2 años (línea azul) no sobrepasa la capacidad hidráulica en toda su extensión, lo cual responde a la existencia de obras de evacuación existentes para los escenarios de crecida, las cuales logran evacuar de forma efectiva los aportes de las quebradas.

5 MANEJO DE VEGETACIÓN ACUÁTICA

La alta abundancia y densidad de la vegetación acuática y algas en los canales de riego, implica efectos negativos en la operación de éstos, afectando las propiedades hidráulicas del canal, con lo cual se disminuye la velocidad del flujo por un aumento en la rugosidad del canal, disminuye la profundidad y ancho de éste, con la consiguiente disminución del caudal que puede conducir el canal.

Fotografía 5-1: Vegetación acuática en el canal Bellavista

5.1 FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LAS PLANTAS ACUÁTICAS Y ALGAS

Existe una amplia variedad de factores ambientales que afectan la ocurrencia, prevalencia y abundancia de las plantas acuáticas y algas. Estos factores varían en su efecto a nivel individual o poblacional de las plantas, lo que influirá en la abundancia relativa, densidad, forma de crecimiento (altura, extensión), metabolismo, reproducción y regeneración.

Los principales factores ambientales que afectan el crecimiento de las plantas acuáticas son los siguientes:

Tabla 5-1. Factores que afectan el crecimiento de las plantas

Factores climáticos	Hidrología	Físico-químicos	Interacciones biológicas	Influencia antropogénica
Temperatura Viento Precipitación		Luz Sedimento Nutrientes y Estado Trófico Alcalinidad y pH Salinidad Características del canal de riego	Competencia Herbivoría	

5.2 TÉCNICAS GENERALMENTE EMPLEADAS EN EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS Y ALGAS

Existen muchas técnicas empleadas para la eliminación de la vegetación acuática de los canales de riego; no obstante, la decisión sobre el uso de una técnica en particular en el manejo de las plantas acuáticas, no se basa exclusivamente en la economía y la eficacia, más

bien por la necesidad de minimizar el impacto potencial de la medida, a especies no objetivo o lugares fuera del canal de riego.

Para el control de la vegetación acuática se ha empleado generalmente una variedad de técnicas, las cuales se agrupan en técnicas químicas, físicas, biológicas, y de manipulación del medio ambiente. A continuación se presenta un resumen de las medidas empleadas en canales de riego.

Tabla 5-2. Técnicas en el control y prevención de plantas acuáticas y algas

	Medida	Ventajas	Desventajas
CONTROL QUÍMICO	Acroleína	Eficaz para el control de las plantas acuáticas sumergidas, plantas flotantes y algas	Requiere equipamiento especializado y personal capacitado. Letal para los peces y otros organismos, se debe evitar que el agua tratada vuelva al medio acuático natural.
	Sulfato de cobre	Control efectivo contra especies de algas sensibles. Se ha utilizado como alguicida en lagos y embalses	Limitación por pH y turbiedad. Tóxico para peces.
	Glifosato	No es bioacumulable, rápidamente eliminado. Presenta baja toxicidad	El compuesto no controla la vegetación acuática sumergida.
	Diquat	Herbicida de contacto no selectivo de amplio espectro, eficaz en plantas acuáticas sumergidas y las algas. Poco tóxico en peces e invertebrados acuáticos.	El agua tratada con Diquat no debe utilizarse para el consumo animal, riego o uso doméstico por un periodo de tiempo no menor a 14 días después de aplicado.
	2,4-D	Herbicida más usado en el mundo, usado en el control de malezas de hoja ancha.	La vida media para el 2,4-D en el agua oscila hasta 26 días
CONTROL FÍSICO	Cosecha manual	Eficaz para el control de plantas acuáticas presentes en pequeños canales de riego.	Corte del flujo del canal para la limpieza. Suspensión de sedimentos aguas abajo del canal.
	Cosecha mecánica	Mayor rapidez en las labores de limpieza.	Se requiere un camino de servicio para acceder al canal. Mayores costos por arriendo de maquinaria. Modificación del hábitat de algunas especies.
CONTROL BIOLÓGICO	Introducción de peces	Medida de bajo costo, a largo plazo y efectiva para ciertas plantas acuáticas	No se puede controlar los sitios de alimentación de los peces, es difícil de contener y evitar escapes a zonas no deseadas, y se debe solicitar un permiso de introducción de esta especie a la Subsecretaria de pesca.
CAMBIOS EN EL MEDIO	Nivel del agua	Las reducciones del nivel de agua controlan eficazmente algunas especies de plantas acuáticas	Requiere manipular los niveles de escurrimiento incidiendo en la operación del riego.
	Aumento velocidad del flujo	Reducción de la proliferación de vegetación al incrementar la velocidad	Cambios de pendiente del canal
	Revestimiento del canal	Elimina el sustrato de la vegetación acuática, eliminándolas	Costos de inversión en revestimiento.
	Sombreado	Reducción de luz disponible para la fotosíntesis. Incluyen telas para sombrear, vegetación ribereña y entubado del cauce	Costos de inversión y mantenimiento

Como conclusión, se puede inferir que el empleo de cualquier herbicida en el control de la vegetación acuática debe ser evaluado con mayor detalle, debido al riesgo potencial que puedan presentar tanto a la fauna, riego o salud de la población, respecto a las otras mediadas señaladas en el documento. Es por este motivo, que se recomienda continuar con el control físico del canal mediante procesos de limpieza periódica, como mínimo 2 veces al año dada la abundante vegetación acuática en el canal.

14.2. DISEÑO AFORO REMOTO

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-1000-IH-MEC-005_B

ANEXO 14.2 – AFORO REMOTO DE CAUDALES CANAL BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	D. Arce	P. Muñoz / P. Zúñiga	D. González	Coordinación interna
	Fecha	21.10.14	04.11.14	05.11.14	
B	Nombre Firma	D. Arce	P. Muñoz / P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.14	10.11.14	10.11.14	
C	Nombre Firma	D. Arce	P. Muñoz / P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.07.15	10.07.15	10.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.2 – AFORO REMOTO DE CAUDALES CANAL BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL 5
1.2 REFERENCIAS 5
1.3 ANTECEDENTES 6
2 RECOMENDACIONES DE CALIBRACIÓN OBRAS DE ENTREGA 7
3 DISEÑO SISTEMA DE MEDICIÓN DE CAUDALES MANUAL 9
3.1 METODOLOGÍA 9
3.1.1 Sistema propuesto 9
3.1.2 Tipo de Aforador 10
3.1.3 Software WinFlume 11
3.2 CALIBRACIÓN DE AFORADOR EXISTENTE 14
3.3 CRITERIOS DE DISEÑO AFORADORES 15
3.4 DISEÑO AFORADOR SECTOR 2 17
3.5 DISEÑO AFORADOR SECTOR 3 20
3.6 CUBICACIONES 24
4 SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE CAUDALES 25
4.1 DESCRIPCIÓN 25
4.2 COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN 27
4.2.1 Instrumentación y equipos 27
4.2.2 Estructuras y protecciones 28
4.2.3 Servidor Wiseflow 30
4.2.4 Plataforma Web 30
4.3 CUBICACIONES 33

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1 Estimación de valores experimentales 8
Tabla 3-1 Diagnóstico sistema de aforos en canal Bellavista 9
Tabla 3-2 Criterio de selección – Ubicación de aforadores 9
Tabla 3-3 Pérdida de carga requerida bajo la condición más desfavorable: sin transición de expansión y velocidad = 0 m/s 12
Tabla 3-4 Datos secciones HEC-RAS colindantes aforador Sector 2 17
Tabla 3-5 Dimensiones geométricas Aforador Sector 2 19
Tabla 3-6 Curva de descarga Sector 2 19
Tabla 3-7 Características del flujo cercano al aforador Sector 3 21
Tabla 3-8 Dimensiones geométricas Aforador Las Cañas I y II 22
Tabla 3-9 Curva de descarga aforador Sector 3 22
Tabla 3-10 Espesores material aforadores 24
Tabla 3-11 Cubicación Aforador Sector 2 24
Tabla 4-1 Cubicación fosa limnimétrica 33
Tabla 4-2 Instrumentación equipo de medición remoto de caudales 33

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1 Diseño tipo de compuertas de entrega en canal Bellavista 6
Figura 2-1 Esquema en planta compuerta lateral 7
Figura 3-1: Trazado en Planta Canal Bellavista 10
Figura 3-2 Zonas características de un aforador de garganta larga 11
Figura 3-3 Terminología del programa WinFlume 12
Figura 3-4 Criterio de diseño geométrico WinFlume 13
Figura 3-5 Aforador tipo rectangular 16
Figura 3-6 Perfil longitudinal aforador 16
Figura 3-7 Vista en planta aforador 17
Figura 3-8 Perfiles topográficos aguas arriba y aguas abajo de aforador Sector 2 17
Figura 3-9 Secciones transversales Aforador Sector 2 18
Figura 3-10 Perfil longitudinal Aforador Sector 2 18
Figura 3-11 Curva de descarga teórica Aforador Sector 2 20

Figura 3-12 Perfiles topográficos aguas arriba y aguas aforador Sector 3 21
Figura 3-13 Secciones transversales aforador Sector 3 21
Figura 3-14 Perfil longitudinal aforador Sector 3 22
Figura 3-15 Curva de descarga teórica aforador Sector 3 23
Figura 4-1: Redes de comunicación inalámbrica 25
Figura 4-2: Base de datos WiseFlow 27
Figura 4-3 Vista transversal del sistema de aforo remoto 28
Figura 4-4 Vista en planta del sistema de aforo remoto 29
Figura 4-5: Plataforma Web 30
Figura 4-6: Página de inicio del sistema WiseFlow 31
Figura 4-7: Forma de Acceso Sistema WiseFlow 32

LISTADO DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 3-1 Aforador de sección de control rectangular 11
Fotografía 3-2 Aforador actual en Bellavista 14
Fotografía 4-1: Los equipos WiseFlow en terreno 29

1 INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Como parte de los estudios realizados para el proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", se presenta a continuación los análisis y diseños de un sistema de medición de caudales en forma manual y remota en el canal Bellavista, con la finalidad de tener un conocimiento de los caudales con los que opera el canal

Los objetivos específicos de este documento son los siguientes:

- Entregar recomendaciones de calibración de las curvas de descarga de las compuertas de entrega de caudales para riego.
- Diseño de obras hidráulicas para la medición de caudales en forma manual.
- Implementación de equipamientos de monitoreo remoto de caudales en el canal, con el propósito de automatizar el sistema.

1.2 REFERENCIAS

Ref. 1: Arcadis. (2012). *Sistema de Aforo de Caudales*. Proyecto "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío"". Código 3853-0000-IH-INF-008.

Ref. 2: Clemmens, A. J., Wahl, T. L., Bos, M. G., & Replogle, J. A. (2001). *Water measurement with flumes and weirs*. I.L.R.I. Publication 58.

Ref. 3: Wahl, T., Clemmens, A. J., Replogle, J. A., & Bos, M. G. (2000). *Winflume user's manual (En Español). Software para el diseño y calibración de aforadores de garganta larga y vertederos de cresta ancha para medición de descargas en canales abiertos*. U.S. Bureau of Reclamation.

Ref. 4: Dodge, R. (2001). Water measurement manual: A guide to effective water measurement practices for better water management. U.S. Bureau of Reclamation.

Ref. 5: Horacio Mery Mery, (2007): Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras.

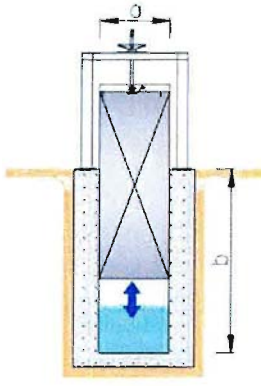
Ref. 6: Nateras Rodríguez, 2006, Determinación Experimental del Coeficiente de Descarga en una Compuerta Autooperante tipo Amil.

1.3 ANTECEDENTES

El canal Bellavista se emplaza en la Provincia del Elqui en la IV Región de Coquimbo y cuyo trazado se extiende por una longitud de aproximadamente 59,96 Km.

El canal Bellavista posee a lo largo de su extensión, un total de 28 compuertas de regadío y descarga, las cuales son abiertas en función de la cantidad entrante desde la obra de toma del canal, la Figura 1-1 muestra el esquema tipo de las compuertas instaladas.

Figura 1-1 Diseño tipo de compuertas de entrega en canal Bellavista



En la actualidad, muchas de las compuertas de entrega no están en condiciones óptimas de funcionamiento, lo cual induce a errores en la estimación del caudal de salida dada su apertura, o en algunos casos la apertura se realiza solo según la experiencia del celador.

Respecto a la medición de caudal en el canal, existe un único aforador con regla, el que se encuentra en condiciones regulares dada su antigüedad. Sin embargo en la actualidad la obra de toma del canal Bellavista posee una compuerta automática radial automatizada, la cual tiene implementado el sistema FlumeGate™, el cual registra el caudal entrante al canal en tiempo real.

2 RECOMENDACIONES DE CALIBRACIÓN OBRAS DE ENTREGA

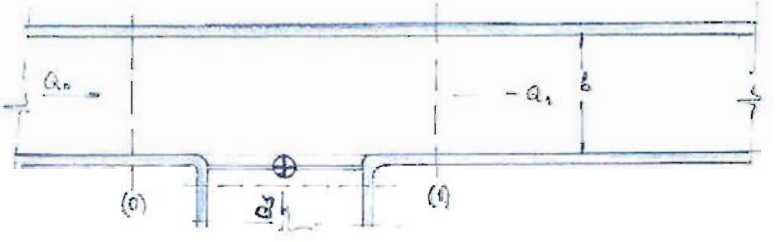
En el catastro realizado en terreno se encontró que existen una variedad de compuertas de entrega en estado deficiente, por lo tanto se recomienda la reparación parcial o completa del sistema, lo cual conlleva a una calibración de la curva de descarga asociada a la apertura y cierre de la misma.

Dado que el tipo de compuertas es siempre la misma, se entregan recomendaciones para la calibración de estos elementos, en base a los parámetros de ancho y nivel de apertura de la compuerta, además de las alturas de escurrimiento del canal, a modo de determinar el caudal entregado por ella.

Cabe mencionar que para que estas ecuaciones entreguen resultados adecuados, debe realizarse una mantención periódica a la compuerta con el objeto de eliminar sedimentos que obstruyan o modifiquen las líneas de flujo a la entrada de la compuerta. Las ecuaciones que se muestran a continuación corresponden a canales de captación rectangulares, los cuales son los utilizados en todas las entregas del canal.

Las compuertas instaladas en el canal son del tipo lateral. En este tipo de obra existen datos experimentales para determinar el flujo de entrada de la compuerta, en base al número de Froude del canal. La Figura 2-1 muestra un esquema de compuerta lateral.

Figura 2-1 Esquema en planta compuerta lateral



Fuente: Ref. 5

El caudal evacuado por este tipo de compuertas se estima con la siguiente ecuación:

$$Q_s = C_Q \cdot b_s \cdot a \cdot \sqrt{2gh_1}$$

Donde:

Q_s	: Caudal de entrega (m^3/s)
C_Q	: Coeficiente de gasto
b_s	: Ancho de la compuerta (m)
g	: Aceleración de gravedad, igual 9.81 (m/s)
a	: Apertura de la compuerta (m)
h_1	: Altura de las aguas en el canal matriz después de la sección de la compuerta (m)

La estimación del coeficiente de gasto dependerá del número de Froude del canal:

$$F_1 = \frac{Q_1}{A_c\sqrt{h_1 g}}$$

$$C_Q = \alpha(F_1) \cdot \beta(F_1) \cdot C_Q(0,1,0)$$

Donde:

F_1 : Número de Froude del canal.
A_1 : Área de escurrimiento, igual a $b_1 h_1$ para sección rectangular (m²).
Q_1 : Caudal en canal matriz, después de la sección de la compuerta ($Q_1 = Q_0 - Q_s$), con Q_0 caudal aguas arriba del canal (m³/s).
α, β : Coeficientes experimentales, dependientes del número de Froude.
$C_Q(0,1,0)$: Coeficiente de gasto para $F_1 = 0, \frac{b_s}{a} = 1$ y $\frac{b_s}{b} = 0$.

Los valores experimentales α, β y $C_Q(0,1,0)$ se estiman con la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Estimación de valores experimentales

F_1	α
0	1
0,1	0,998
0,2	0,993
0,3	0,983
0,4	0,967
0,5	0,943
0,6	0,907
0,7	0,84
0,8	-
0,9	-

h_1/a	$C_Q(0,1,0)$
1,5	0,43
2	0,502
2,5	0,532
3	0,55
3,5	0,562
4	0,572
4,5	0,58
5	0,585
5,5	0,589
6	0,593
6,5	0,596
7	0,598
7,5	0,6
8	0,602
9	0,604
10	0,606

b_s/a	β
0	1,007
0,5	1,006
1	0,999
1,5	0,989
2	0,983
2,5	0,98
3	0,98
>3	0,98

Fuente: Ref. 5

3 DISEÑO SISTEMA DE MEDICIÓN DE CAUDALES MANUAL

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Sistema propuesto

La Tabla 3-1 presenta el diagnóstico de la situación actual del sistema de registro de caudal en el canal Bellavista. Se propone efectuar una calibración al aforador manual, pues aunque se tiene el registro automático en la obra de toma, el aforador manual puede servir como medio verificador de este sistema.

Tabla 3-1 Diagnóstico sistema de aforos en canal Bellavista

Lugar Aforador		Diagnóstico	Solución
Norte (m)	Este (m)		
6.680.303,02	306.356,97	Mal Calibrado	Calibrar

Adicionalmente se propone la instalación de dos aforadores adicionales, con el objeto de optimizar el control y entrega, donde además se sabe que en algunos sectores existen extracciones ilegales del recurso, afectando la disponibilidad en los sectores aguas abajo del canal.

Luego, este nuevo sistema de registro de caudales servirá como medio de control del recurso ante las externalidades anteriormente mencionadas, al tener un registro de los caudales que deben estar pasando en ciertos tramos, para así identificar las zonas donde existan anomalías.

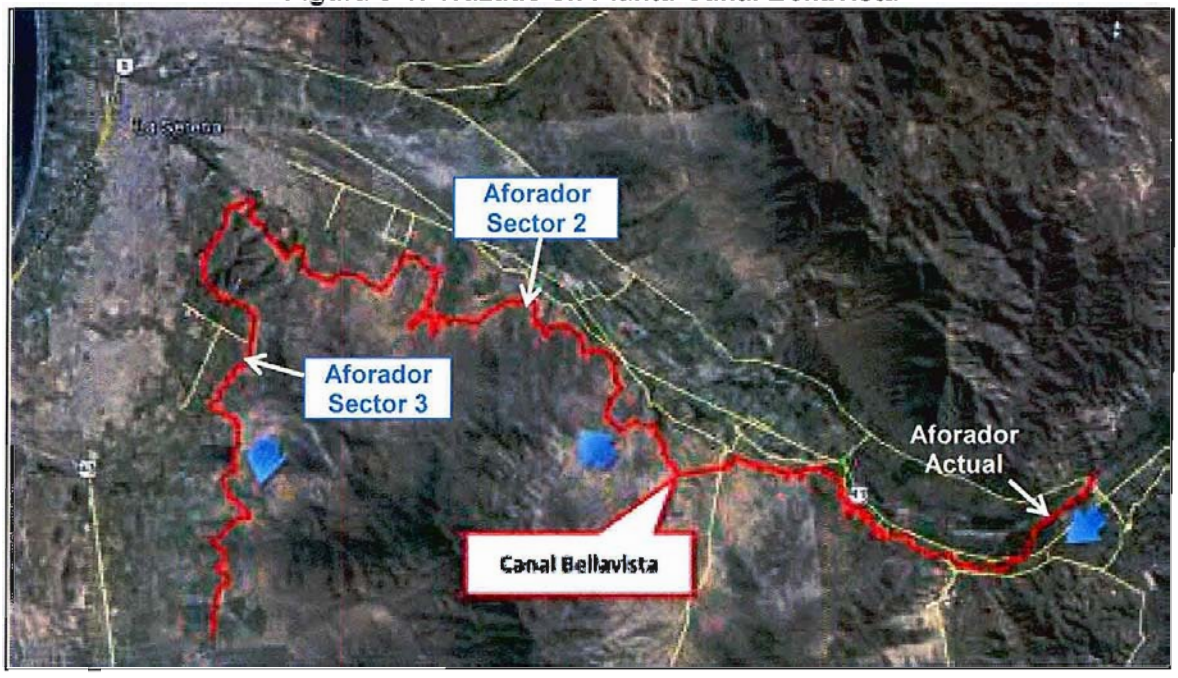
La ubicación de los dos aforadores propuestos, los que de ahora en adelante se llamarán Aforador "Sector 2" y Aforador "Sector 3", se basó en el criterio de que la obra mida el caudal en un sector equivalente a la mitad del total de compuertas del lugar, considerando también que la longitud de los sectores divididos sea similar. La Tabla 3-2 muestra el criterio de decisión mencionado anteriormente.

Tabla 3-2 Criterio de selección – Ubicación de aforadores

Aforador	Compuerta Aguas Abajo del Aforador	Número de compuertas que abarca	Longitud (m)
Sector 1 (Actual)	-	Bocatoma	-
Sector 2	6CP	11	25040
Sector 3	17CP	11	20365

En la Figura 3-1 se muestra el sistema de aforos actual y propuesto del canal.

Figura 3-1: Trazado en Planta Canal Bellavista



3.1.2 Tipo de Aforador

Aunque las canaletas Parshall a lo largo de los años han sido ampliamente utilizadas en muchos proyectos de riego, ya no se recomiendan generalmente a causa de las grandes implicancias de medir en flujo en base a un resalto ahogado, donde se sacrifica en precisión de medición, y además se requiere de dos puntos de medición, haciendo necesario el uso de dos pozos aquietadores, resultando en una obra más cara y difícil de operar.

Es por ello que la U.S. Bureau of Reclamation (USBR) recomienda el uso de aforadores de garganta larga o de tipo vertedero, que son fáciles de construir y operar, además de poder ser diseñadas al 90% del límite de sumergencia, con una sola medición aguas arriba de la obra (Ref. 4). Entre estos dos tipos, se descarta el de tipo vertedero, pues por lo general peraltan demasiado el flujo aguas arriba de la obra, aumentando las pérdidas de carga. Es por ello que el aforador seleccionado corresponde al de garganta larga.

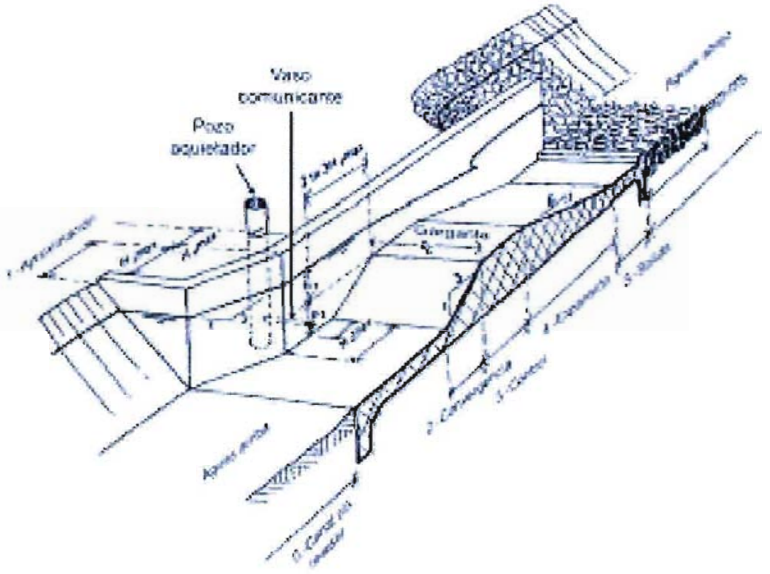
Un aforador de garganta larga es básicamente una estructura que genera un control hidráulico sobre una grada o contracción del flujo, generando una crisis hidráulica en su garganta y peraltando el flujo aguas arriba de éste, provocando una zona de escurrimiento estable e independiente de las condiciones aguas arriba y aguas abajo de la obra, donde es posible colocar un limnígrafo o un único pozo aquietador conectado con un vaso comunicante, para registrar el nivel de la superficie libre. La Fotografía 3-1 muestra un aforador de garganta larga de sección rectangular.

Fotografía 3-1 Aforador de sección de control rectangular

Fuente: Ref. 2

El aforador de garganta larga puede dividirse en 5 zonas: Aproximación, Transición de *convergencia*, Garganta o zona de control, Transición de Expansión, y Salida. La Figura 3-2 muestra un aforador de control rectangular, y su división por zonas.

Figura 3-2 Zonas características de un aforador de garganta larga



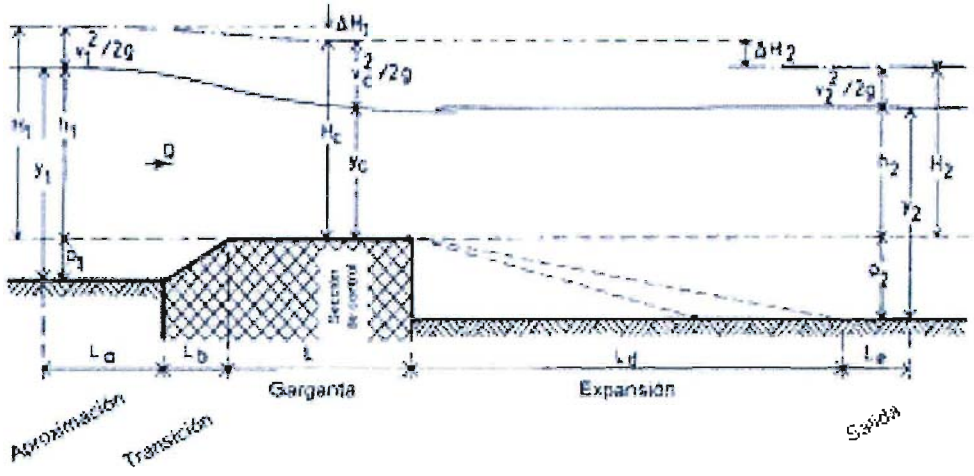
Fuente: Ref. 2

3.1.3 Software WinFlume

WinFlume es un programa computacional gratuito, utilizado para diseñar y/o calibrar aforadores de garganta larga y aforadores tipo vertedero. El software ha sido desarrollado en cooperación con el U.S.B.R., Agricultural Research Service (A.R.S.) y el International Institute for Land Reclamation & Improvement (I.L.R.I.).

La terminología utilizada en el programa se presenta en la Figura 3-3.

Figura 3-3 Terminología del programa WinFlume



Fuente: Ref. 2

Los diseños geométricos de las obras de este documento han sido generadas con el programa WinFlume. Éste utiliza los siguientes criterios de diseño de (Ref. 3):

- **Número de Froude en aproximación al control debe ser menor o igual a 0.5**, sobre una distancia 3 veces la altura de escurrimiento desde el control hidráulico.

- **Advertencia de sobrepaso de revancha**, la cual es definida por el usuario.

- **Crisis hidráulica en zona de control, para caudales de diseño mínimo $Q_{mín}$ y máximo $Q_{máx}$,**, esto significa que las alturas de escurrimiento aguas abajo en cada caso deben ser tal que no ahoguen la crisis en la garganta de la obra. El cálculo se realiza comparando el límite modular mínimo, correspondiente a la razón de cargas hidráulicas aguas arriba y aguas abajo del sistema, y que la pérdida de carga ($\Delta H_{máx}$) en la condición más desfavorable sea como se indica en la Tabla 3-3:

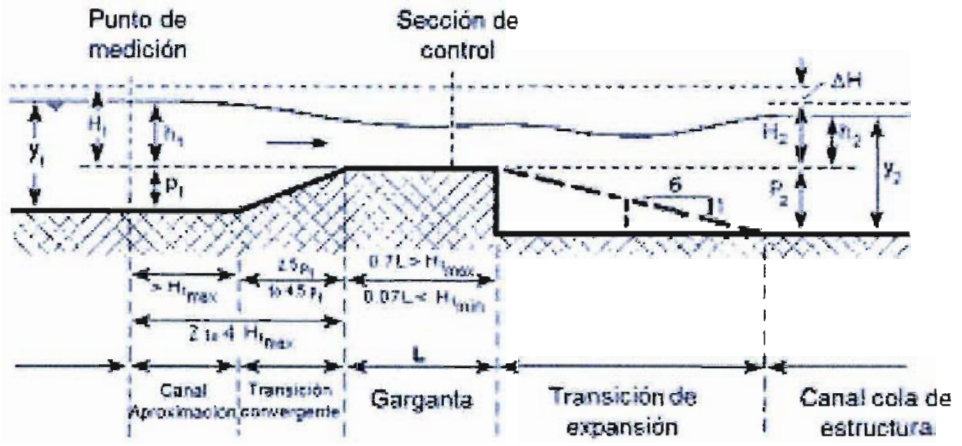
Tabla 3-3 Pérdida de carga requerida bajo la condición más desfavorable: sin transición de expansión y velocidad = 0 m/s

Forma Sección de control	Límite modular mínimo H_2/H_1	Pérdida de carga $\Delta H_{máx}$
Rectangular	0,60	$0,40H_1$
Trapecial	0,70	$0,30H_1$
Triangular	0,76	$0,24H_1$

Fuente: Ref. 3.

Si la pérdida de carga $\Delta H_{máx}$ no se logra con la geometría dada, el programa ajustará la geometría en la zona de control con tal de que ocurra escurrimiento crítico. Básicamente utiliza los criterios presentados en la Figura 3-4.

Figura 3-4 Criterio de diseño geométrico WinFlume



Fuente: Ref. 3

- **Precisión de medición de caudal de diseño mínimo y máximo**. Esto se define en función de la precisión de los datos de curva de descarga que genera automáticamente WinFlume con la geometría del aforador y las condiciones del flujo. Experimentalmente se tiene:

$$X_c = \pm\left(1{,}9 + 742\left(0{,}07 - \frac{H_1}{L}\right)^{1.5}\right) \quad Sí\ H_1/L < 0{,}07$$

$$X_c = \pm\left(1{,}9 + 12{,}78\left(\frac{H_1}{L} - 0{,}7\right)^{1.5}\right) \quad Sí\ H_1/L > 0{,}7$$

Donde:

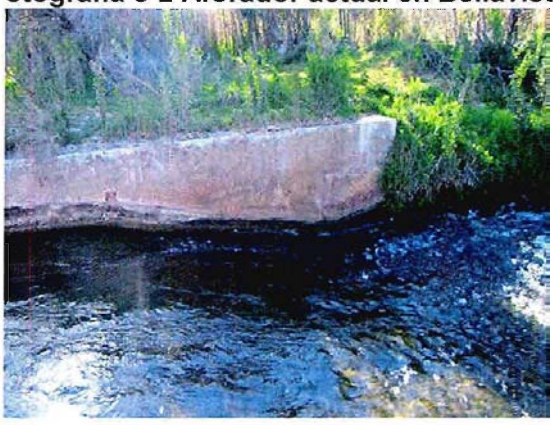
X_c : Precisión de la altura de escurrimiento (%).
H_1 : Carga hidráulica aguas arriba de la garganta (m).
L : Largo de la garganta (m).

Estos valores indican que dentro del rango $0{,}7 < H_1/L < 0{,}07$, la precisión de la medición de la altura de escurrimiento se mantiene en un valor igual o menor al 1,9%. Luego, el programa estima con estos valores la precisión del caudal mediante propagación del error sobre la curva de descarga, donde el usuario debe ingresar valores de precisión máximos admisibles para el caudal mínimo y máximo.

3.2 CALIBRACIÓN DE AFORADOR EXISTENTE

Del catastro en terreno se identificó 1 aforador que se encuentra en condiciones regulares y sin uso, producto que no se tiene la curva de descarga asociada a su regla de aforos. Estos aforadores son del tipo control hidráulico por angostamiento. A continuación se muestra una fotografía de la obra en terreno.

Fotografía 3-2 Aforador actual en Bellavista



La información con que se dispone de este aforador es insuficiente para realizar una calibración teórica, puesto que es necesario conocer la sección de fondo a lo largo de toda la obra.

En ausencia de lo anterior, se propone realizar una calibración por medio del método de área-velocidad en la zona revestida, utilizando un molinete. Para este método es necesario controlar el flujo que ingresa a la obra, ya sea con un canal de desvío o disminuyendo el caudal desde la bocatoma, a objeto de controlar el flujo pasante por la obra y con ello aforar con el molinete a distintas alturas de escurrimiento.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Controlar el flujo de entrada al aforador, comenzando con un mínimo razonable.
2. Medir con el limnígrafo instalado (o instalar uno en mejores condiciones) la altura de escurrimiento del flujo.
3. Medir con el molinete la velocidad del flujo, siguiendo las recomendaciones de aforo del manual ITC-09 Instructivo de aforo en canales no revestidos.
4. Estimar por medio del método de área-velocidad, el caudal pasante por la obra.
5. Repetir el procedimiento para distintas alturas de escurrimiento.

Una vez que se tenga una cantidad de valores de altura y caudal suficientes, se podrá crear en una planilla de cálculo la curva de descarga del aforador.

Se recomienda utilizar el manual ITC-09 Instructivo de aforo en canales no revestidos, disponible en la página web de la Comisión Nacional de Riego.

3.3 CRITERIOS DE DISEÑO AFORADORES

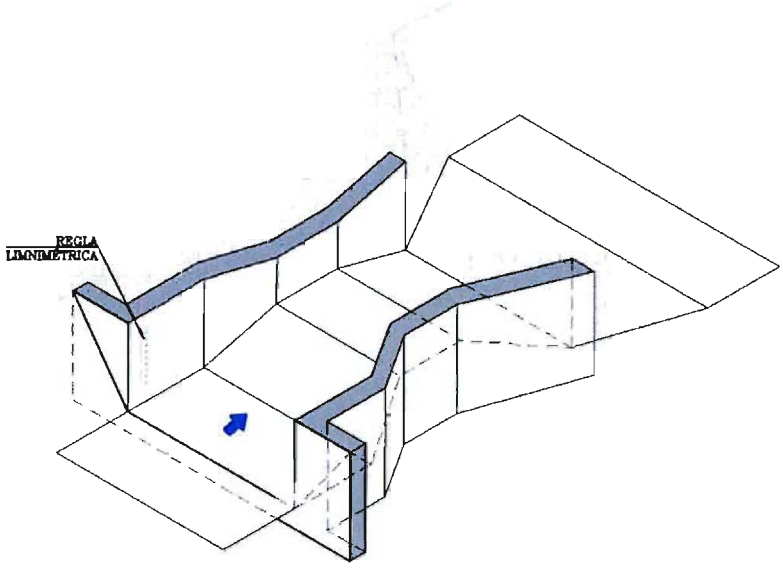
Para el diseño de los nuevos aforadores se utiliza el programa computacional WinFlume. Como datos de entrada al modelo se adopta la siguiente información:

- Caudal mínimo de diseño=10% del Caudal de diseño.
- Caudal máximo de diseño=130% del Caudal de diseño.
- Caudal de diseño = Caudal de derecho que fluye en el lugar donde se ha propuesto instalar el aforador.
- Estimación de las alturas de escurrimiento aguas abajo del sistema: Eje hidráulico del canal (Re).
- Revancha máxima admisible en toda la obra según recomendaciones de la DOH, correspondiente al 15% de la altura normal de escurrimiento, con un mínimo de 0,2 m.
- Longitud de aproximación del aforador (La) será 3 veces la longitud dada por el programa, para efectos de dar estabilidad al flujo entrante.
- Longitud entre zona de convergencia y regla limnimétrica (o vaso comunicante) será 2 veces la longitud recomendada por el programa.
- Precisión máxima admisible a caudal mínimo de diseño $\pm 8\%$.
- Precisión máxima admisible a caudal máximo de diseño $\pm 4\%$.

Como se ha mencionado, las condiciones del flujo estarán dadas por el eje hidráulico estimado en HEC-RAS, donde se utilizarán los parámetros de las secciones colindantes.

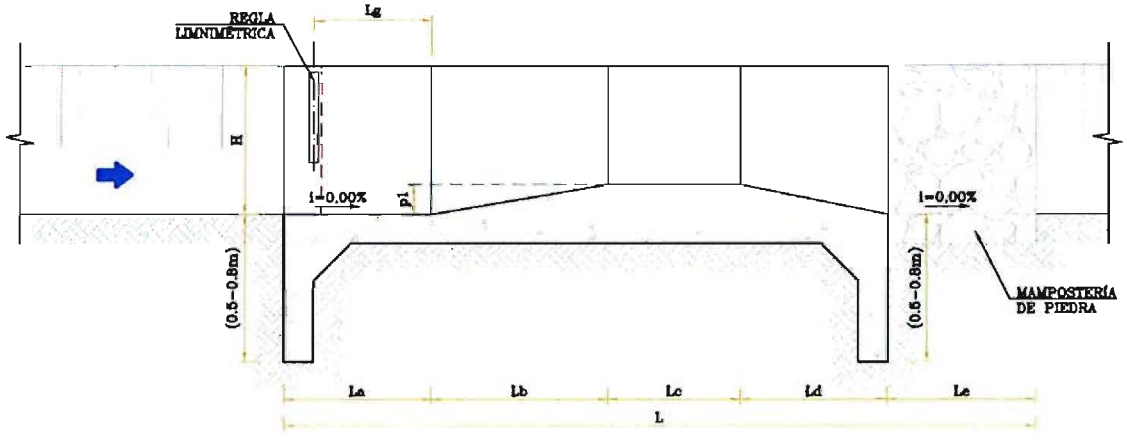
Se propone el diseño de aforador de garganta de sección rectangular. La Figura 3-5 muestra un esquema del aforador tipo rectangular.

Figura 3-5 Aforador tipo rectangular



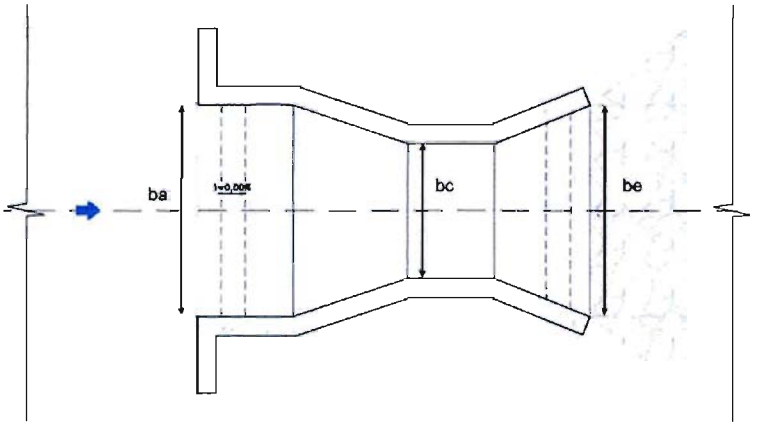
Para mostrar los resultados se adopta la nomenclatura que se muestra en la Figura 3-6 para el perfil longitudinal, y la Figura 3-7 para los perfiles transversales.

Figura 3-6 Perfil longitudinal aforador



Es importante señalar que Lg corresponde a la mínima distancia que puede ubicarse el limnímetro o vaso comunicante respecto a la zona de convergencia, esto con el objetivo de evitar perturbaciones de medición producto de la contracción de la garganta.

Figura 3-7 Vista en planta aforador



3.4 DISEÑO AFORADOR SECTOR 2

Los perfiles topográficos utilizados del eje hidráulico se presentan en la Figura 3-8 y la Tabla 3-4 muestra los datos a usar en el aforador. La distancia entre las dos secciones es de 62,67 m, lo que da una pendiente de 0,002 m/m según sus cotas de fondo. El coeficiente de rugosidad adoptado para el cálculo del programa de la altura de escurrimiento mediante la ecuación de Manning es de n=0,025.

Figura 3-8 Perfiles topográficos aguas arriba y aguas abajo de aforador Sector 2

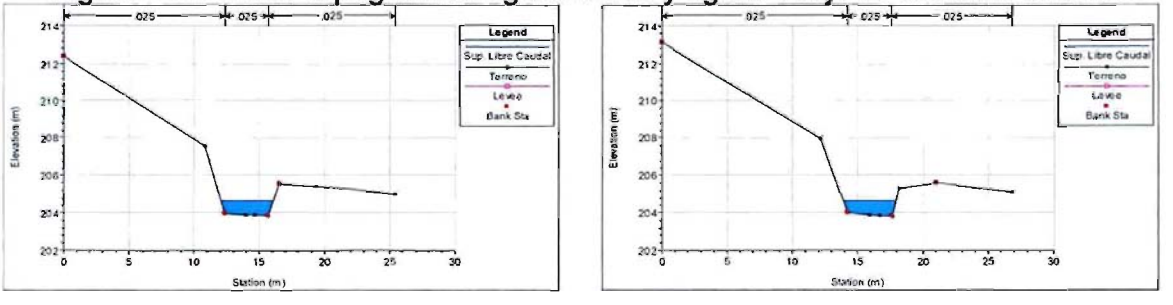


Tabla 3-4 Datos secciones HEC-RAS colindantes aforador Sector 2

Sección	Velocidad media	Área escurrimiento	Ancho pelo de agua	Número de Froude	Altura Escurrimiento	Ancho base	Pendiente talud	Alto talud
	(m/s)	(m2)	(m)	(-)	(m)	(m)	(H:V)	(m)
Aguas Arriba	1,42	2,73	4,06	0,53	0,76	3,50	0,38	1,45
Aguas Abajo	1,37	2,86	4,04	0,50	0,83	3,20	0,52	1,70

Se escoge una base de 3,5 m. La Figura 3-9 muestra las secciones de la obra, mientras que la Figura 3-10 muestra el perfil longitudinal entregada por el programa.

Figura 3-9 Secciones transversales Aforador Sector 2

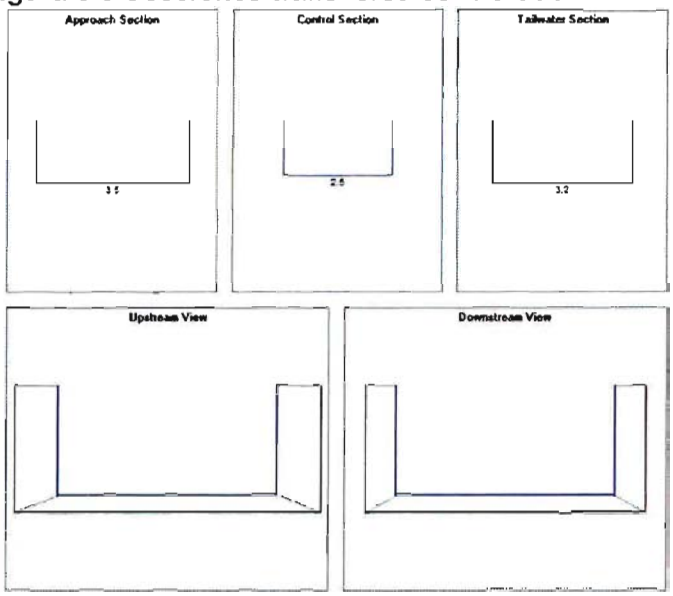
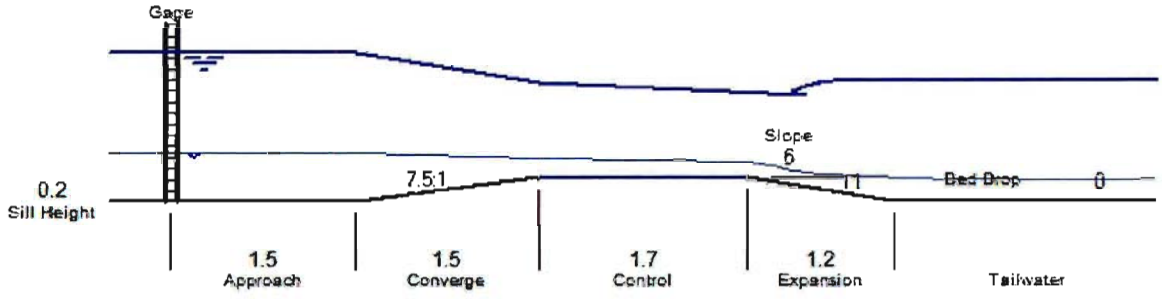


Figura 3-10 Perfil longitudinal Aforador Sector 2



La Tabla 3-5 da cuenta de los valores geométricos de la obra y los criterios de diseño adoptados.

Tabla 3-5 Dimensiones geométricas Aforador Sector 2

Parámetro	Valor (m)
p1	0,20
La	1,50
Lb	1,50
Lc	1,70
Ld	1,20
Le	1,00
L	6,90
H	1,45
Lg	1,20
ba	3,50
bc	2,50
be	3,20

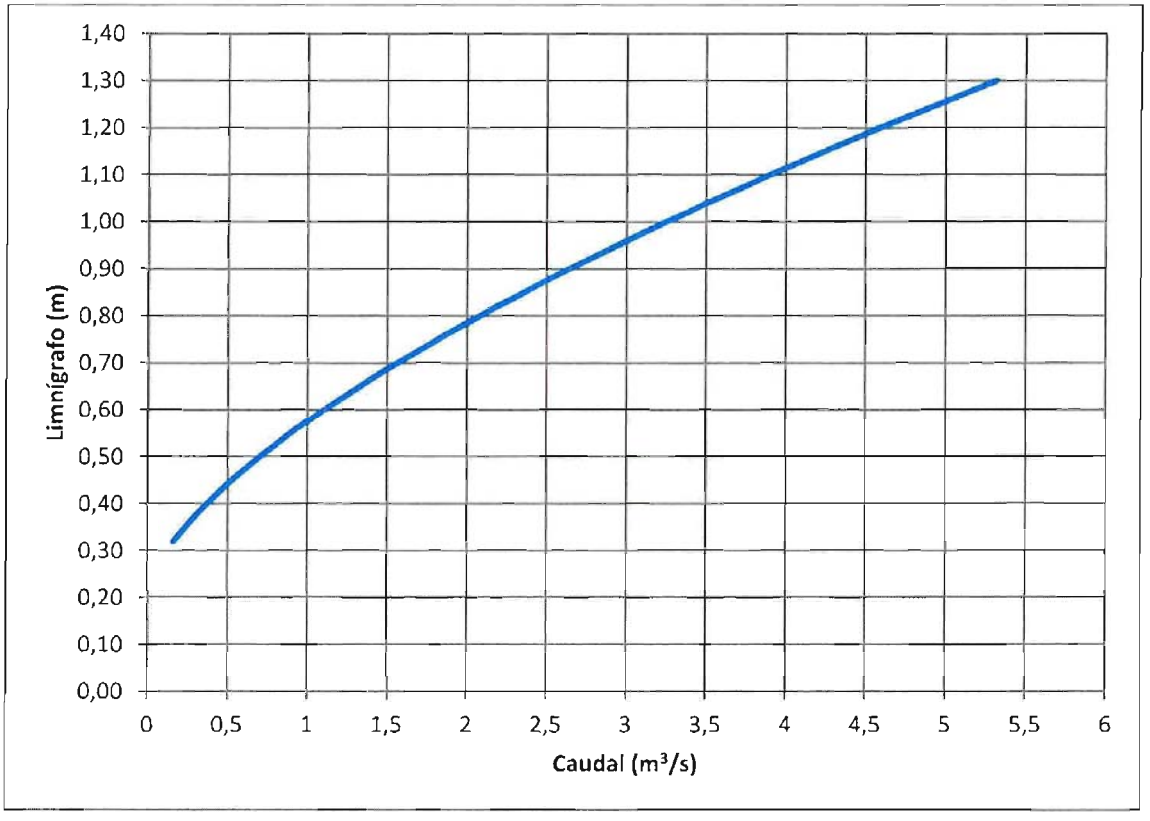
La curva de descarga para el limnígrafo se presenta en la Tabla 3-6. La Figura 3-11 muestra dicha curva.

Tabla 3-6 Curva de descarga Sector 2

Limnígrafo (m)	Caudal (m^3/s)	Limnígrafo (m)	Caudal (m^3/s)
0,32	0,16	0,82	2,18
0,34	0,21	0,84	2,3
0,36	0,26	0,86	2,41
0,38	0,31	0,88	2,52
0,40	0,37	0,9	2,64
0,42	0,43	0,92	2,76
0,44	0,49	0,94	2,88
0,46	0,56	0,96	3
0,48	0,63	0,98	3,12
0,50	0,7	1	3,25
0,52	0,78	1,02	3,38
0,54	0,85	1,04	3,5
0,56	0,93	1,06	3,64
0,58	1,02	1,08	3,77
0,60	1,1	1,1	3,9
0,62	1,19	1,12	4,04
0,64	1,28	1,14	4,17
0,66	1,37	1,16	4,31

0,68	1,46	1,18	4,45
0,70	1,56	1,2	4,59
0,72	1,66	1,22	4,74
0,74	1,76	1,24	4,88
0,76	1,86	1,26	5,03
0,78	1,97	1,28	5,17
0,80	2,08	1,3	5,32

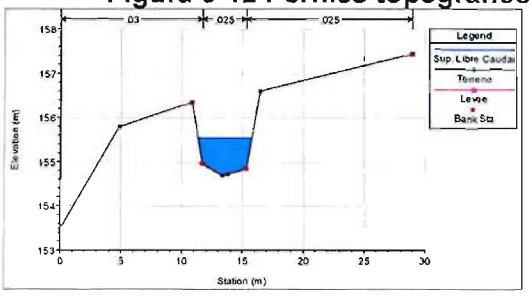
Figura 3-11 Curva de descarga teórica Aforador Sector 2



3.5 DISEÑO AFORADOR SECTOR 3

Los perfiles topográficos utilizados del eje hidráulico se presentan en la Figura 3-12. La distancia entre las dos secciones es de 114,53 m, lo que da una pendiente de 0,0001 m/m según sus cotas. El coeficiente de rugosidad adoptado para el cálculo del programa de la altura de escurrimiento mediante la ecuación de Manning es de n=0,025. La Tabla 3-7 muestra las características del flujo en base a los resultados de HEC-RAS.

Figura 3-12 Perfiles topográficos aguas arriba y aguas aforador Sector 3



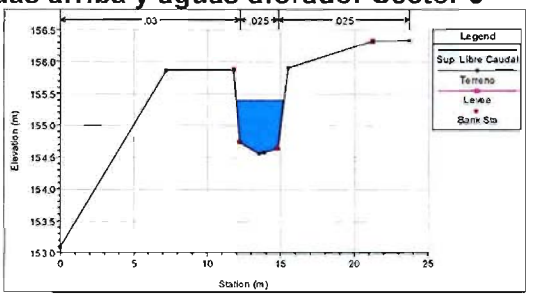


Tabla 3-7 Características del flujo cercano al aforador Sector 3

Sección	Elevación de fondo	Ancho basal	Alto talud	Pendiente inversa Talud	Altura Escurrimiento	Velocidad	Número de Froude
	(msnm)	(m)	(m)	(-)	(m)	(m/s)	(-)
Aguas Arriba	0,95	2,99	4,43	0,35	0,86	3,70	0,65
Aguas Abajo	1,28	2,22	3,25	0,47	0,83	2,70	0,38

Para la sección se adopta un ancho basal de 3,7 y 2,7 m para aguas arriba y aguas abajo respectivamente. La Figura 3-13 muestra las secciones de la obra, mientras que la Figura 3-14 muestra el perfil longitudinal entregado por el programa. La Tabla 3-8 da cuenta de las dimensiones geométricas de la obra según los criterios de diseño.

Figura 3-13 Secciones transversales aforador Sector 3

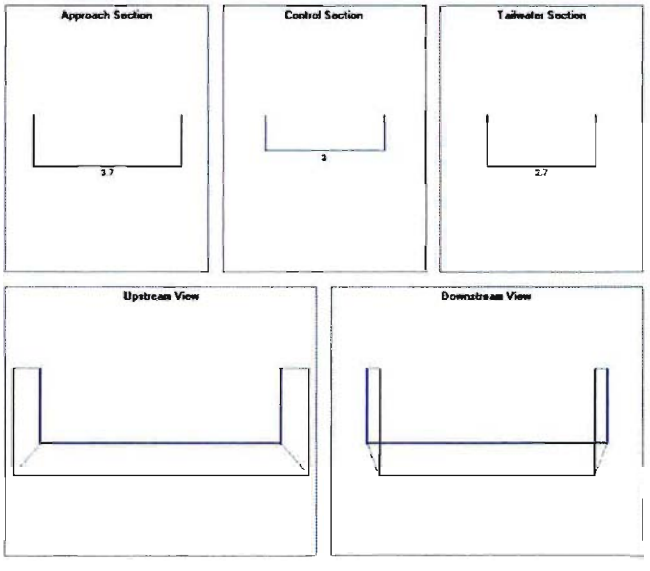


Figura 3-14 Perfil longitudinal aforador Sector 3

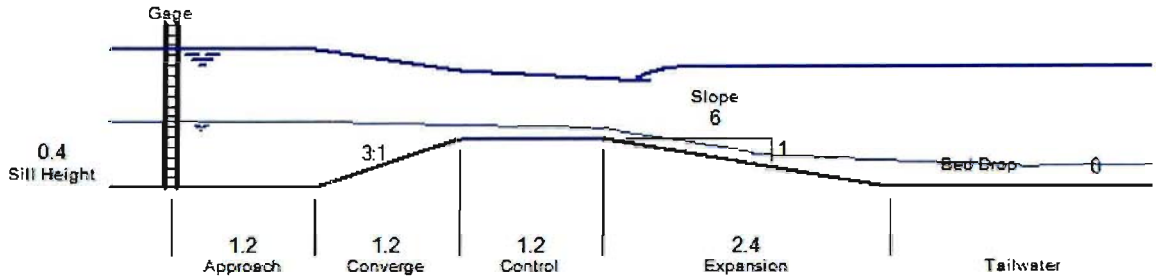


Tabla 3-8 Dimensiones geométricas Aforador Las Cañas I y II

Parámetro	Valor (m)
p1	0,40
La	1,20
Lb	1,20
Lc	1,20
Ld	2,40
Le	1,00
L	7,00
H	1,35
Lg	1,00
ba	3,70
bc	3,00
be	2,70

La curva de descarga para el limnígrafo se presenta la Tabla 3-9. La Figura 3-15 muestra dicha curva.

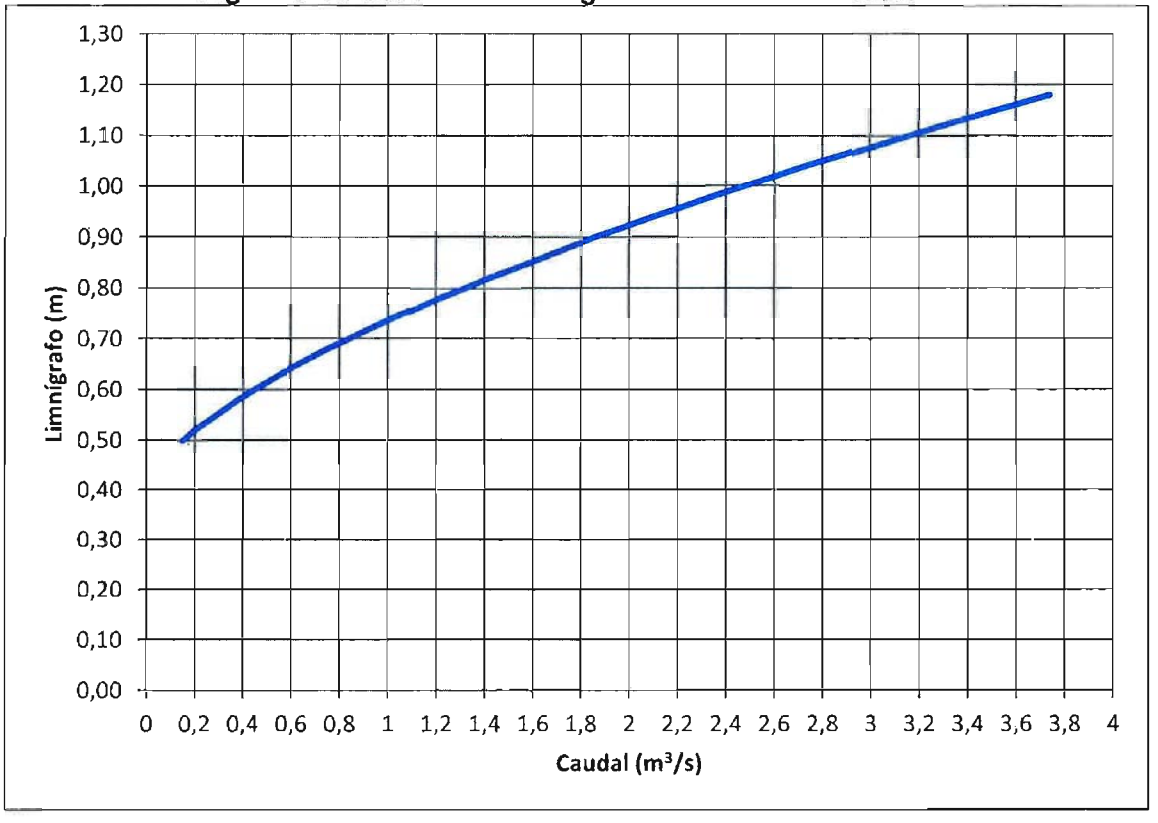
Tabla 3-9 Curva de descarga aforador Sector 3

Limnígrafo	Caudal	Limnígrafo	Caudal
(m)	(m^3/s)	(m)	(m^3/s)
0,50	0,15	0,86	1,64
0,52	0,2	0,88	1,75
0,54	0,26	0,90	1,86
0,56	0,32	0,92	1,98
0,58	0,38	0,94	2,1
0,60	0,45	0,96	2,23
0,62	0,52	0,98	2,35
0,64	0,59	1,00	2,48
0,66	0,67	1,02	2,61

Limnígrafo	Caudal
0,68	0,75
0,70	0,84
0,72	0,93
0,74	1,02
0,76	1,12
0,78	1,21
0,80	1,32
0,82	1,42
0,84	1,53

Limnígrafo	Caudal
1,04	2,74
1,06	2,88
1,08	3,02
1,10	3,16
1,12	3,3
1,14	3,44
1,16	3,59
1,18	3,74

Figura 3-15 Curva de descarga teórica aforador Sector 3



3.6 CUBICACIONES

Para cubicar se ha adoptado los espesores que se muestran en la Tabla 3-10. Si bien en este canal la socavación es casi nula, dada sus bajas velocidades de escurrimiento, se impone un revestimiento de mampostería de 1 m de largo aguas abajo de la obra para efectos de seguridad. Para efectos de prediseño también se ha adoptado dientes de hormigón aguas al inicio y fin de la obra de 0,8 m.

Tabla 3-10 Espesores material aforadores

Espesores		
Hormigón H-25 Pared	0,15	(m)
Hormigón H-25 Fondo	0,20	(m)
Emplantillado H-5	0,05	(m)
Mampostería	0,20	(m)

Luego, se estiman las siguientes partidas y cubicaciones para ambos aforadores de medición manual.

Tabla 3-11 Cubicación Aforador Sector 2

Itemizado	Unidad	Aforador Sector 2	Aforador Sector 3
Itemizado	Unidad	Valor	Valor
Excavación	(m^3)	12,76	9,07
Mampostería	(m^3)	0,64	0,54
Hormigón H-25	(m^3)	8,85	10,56
Emplantillado H-5	(m^3)	0,87	0,95
Enfierradura 50 kg/m^3	(kg)	442,30	527,81

4 SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE CAUDALES

En el presente acápite se describe el sistema de medición remoto de caudales, el cual se propone instalar en cada sistema de medición manual de caudales en el canal matriz, con el objetivo de optimizar la operación y control de los derechos de agua, facilitando las labores del celador al momento de decidir el cierre o apertura de compuertas para las entregas de derechos de aprovechamiento, o mejorando los tiempos de respuesta ante eventualidades como el robo del recurso

4.1 DESCRIPCIÓN

Para el sistema de medición remoto de caudales, se ha adoptado la solución WiseFlow, el cual es un sistema que combina hardware y software dedicado para la provisión de una solución integral para la gestión del recurso hídrico en grandes sistemas hidráulicos en el que pueden interactuar embalses, canales matrices, derivados, trasvases, etc. y las comunidades de aguas. El sistema se compone de sensores electrónicos, equipos de monitoreo y comunicación WiseFlow, y la aplicación web WiseFlow para el manejo de la información muestreada.

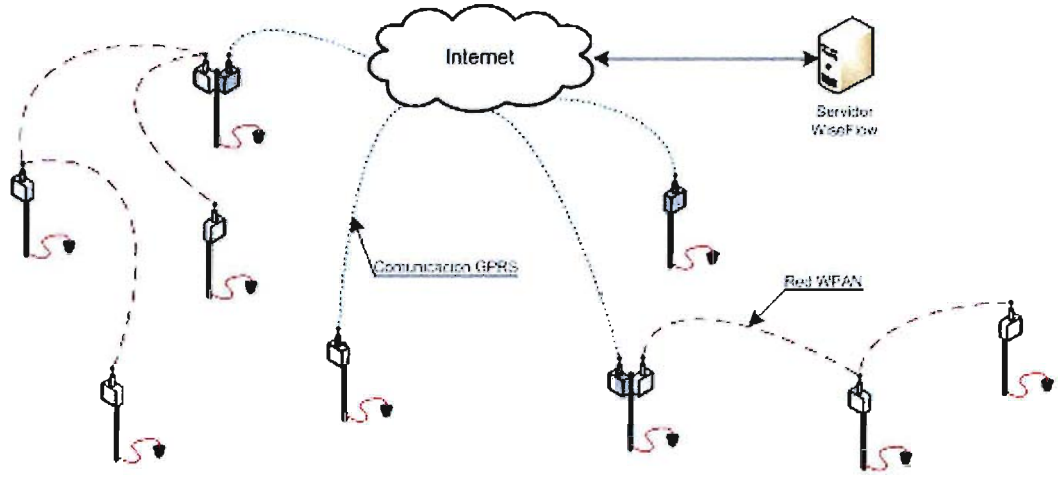
WiseFlow opera por medio de equipos de monitoreo con capacidad de comunicación inalámbrica local y GPRS (en el caso de los concentradores). Los sensores que se consideran miden la variable correspondiente conforme se requiera:

1. Altura de agua; nivel en el afluente o en un repositorio de agua, por medio de sensores electrónicos.
2. Altura de columna de agua: presión de agua.
3. Diseño Doppler: sensores que monitorean velocidad y altura de columna generando una lectura directa de caudal en una sección conocida.

La solución se convierte en una herramienta fundamental para los usuarios de agua que quieran hacer una buena distribución del recurso hídrico. El seguimiento continuo del nivel de agua, permite conocer de manera precisa los volúmenes de agua que cada uno de las organizaciones está manejando, lo que se integra directamente con los derechos de agua de cada uno de los usuarios, simplificando el trabajo de los jueces de agua, administradores de canal/canales y los mismos celadores.

Los equipos forman redes locales de comunicación inalámbrica (redes Wireless Personal Area Network o WPAN, con el protocolo IEEE 802.15.4), operando en la banda de frecuencia ISM (Industrial, Scientific and Medical) de los 900 MHz. con un alcance máximo de 3.000 metros. La Figura 4-1 muestra el esquema de comunicación informático de WiseFlow.

Figura 4-1: Redes de comunicación inalámbrica

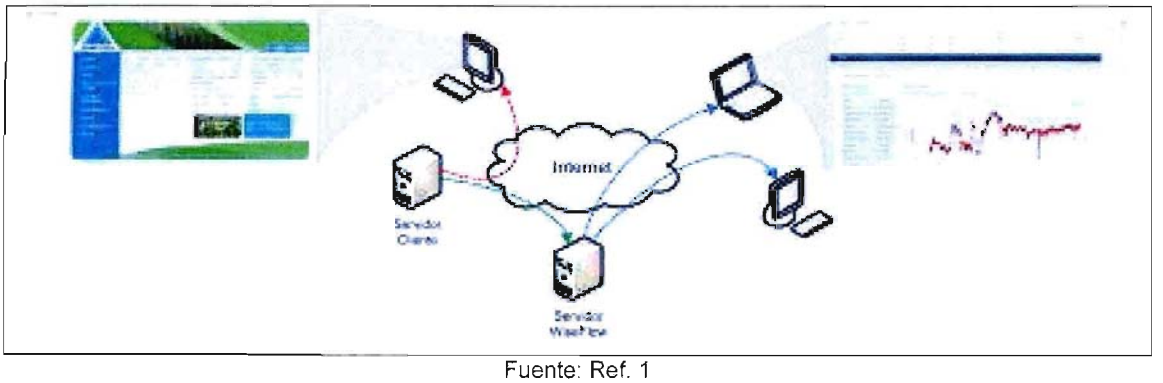


Fuente: Ref. 1

Las mediciones locales de cada equipo son transmitidas a través de la red WPAN, convergiendo en los concentradores con capacidad de enlace GPRS, permitiendo acceder directamente a Internet, enlazando con los servidores WiseFlow.

Con los registros disponibles en la base de datos WiseFlow, los usuarios pueden acceder a la aplicación WiseFlow 2.0. Esta permite hacer una revisión general y específica de cada uno de los afluentes monitoreados, los que con la respectiva curva de caudal o el algoritmo requerido permiten estimar el caudal pasante en el aforador. Asimismo, el sistema maneja datos de dotación y volumen acumulado, otra característica es la definición de alarmas de nivel, las que generan alarmas vía correo electrónico y/o mensajería SMS. La Figura 4-2 muestra la transmisión de información vía Internet, directamente del servidor del cliente, o del propio servidor WiseFlow en otros computadores.

Figura 4-2: Base de datos WiseFlow



Fuente: Ref. 1

La naturaleza web del Sistema mantiene la solución operando en tiempo real, disponibles desde cualquier lugar, en cualquier momento. Esta misma característica permite que los datos puedan ser consultados desde otras aplicaciones, por ejemplo, el sitio web del cliente. El servidor central sirve como repositorio de datos para la consulta de información en tiempo real e histórico, disponiendo de datos continuos a lo largo del tiempo, desde la fecha de implementación de la solución en adelante.

La consulta de datos se realiza por medio de cualquier browser web, permitiendo el acceso a la aplicación web WiseFlow, desarrollada para la administración de información hídrica. Al ser un software en línea, se habilita el acceso de manera libre a cualquier usuario registrado, permitiendo un acceso simple y amigable a cualquier desde cualquier lugar.

4.2 COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN

La solución contempla elementos de Hardware, Software e Infraestructura; que son descritos en esta sección.

4.2.1 Instrumentación y equipos

En cada punto de medición se incluye los siguientes dispositivos.

1. Sensor de presión: Sensor ultrasonido.

2. Gabinete: el cual incluye,
    a. Módulo de comunicaciones GPRS.
    b. Kit de Energía Solar.
    c. Nodo Dropflow.
    d. Tarjeta de expansión.

4.2.2 Estructuras y protecciones

Las estructuras en que se instalan la instrumentación y equipos es la siguiente:

1. Pozo limnimétrico, con dimensiones adecuadas y tapa metálica para protección del sensor.
2. Tuberías de PVC para la instalación del cableado enterrado.
3. Nicho de albañilería: Para la protección del gabinete.
4. Poste: Para la instalación del panel solar y la antena de comunicaciones.
5. Cerco perimetral: Para la protección del sistema integrado.

La Figura 4-3 y Figura 4-4 presentan un esquema de los componentes necesarios para el funcionamiento del sistema remoto en un aforador, mientras que la Fotografía 4-1 muestra un ejemplo del sistema instalado en terreno.

Figura 4-3 Vista transversal del sistema de aforo remoto

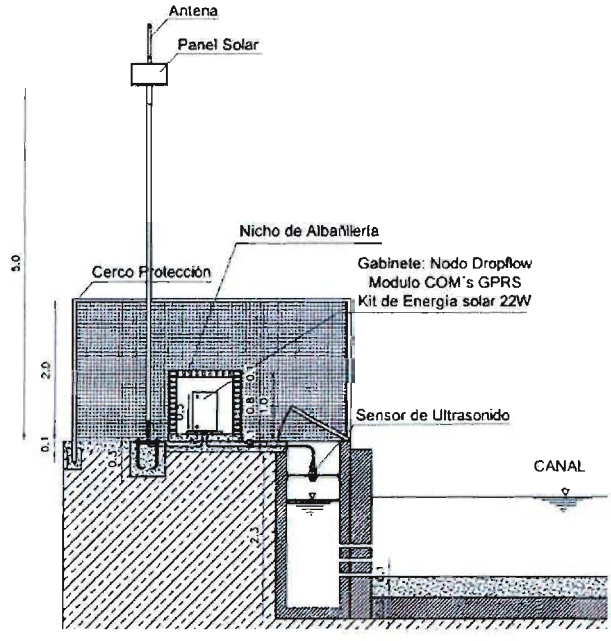
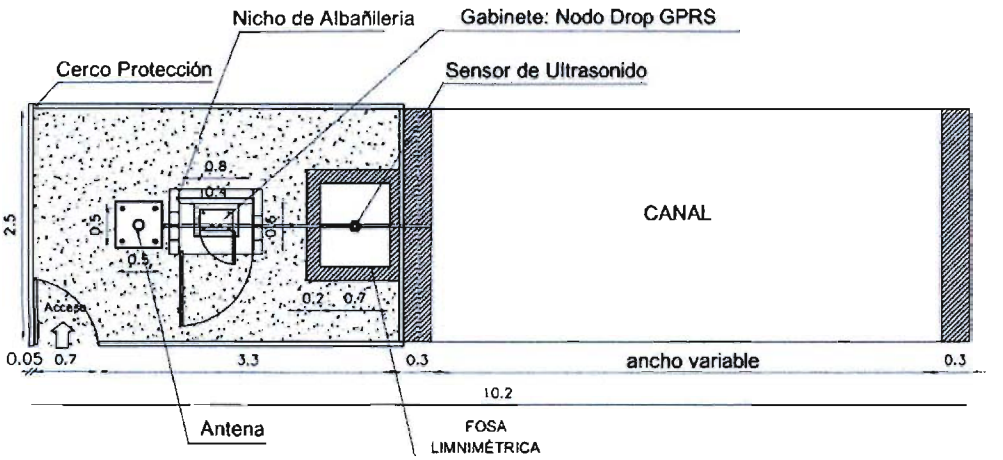


Figura 4-4 Vista en planta del sistema de aforo remoto



Fotografía 4-1: Los equipos WiseFlow en terreno

Fuente: Ref. 1

4.2.3 Servidor Wiseflow

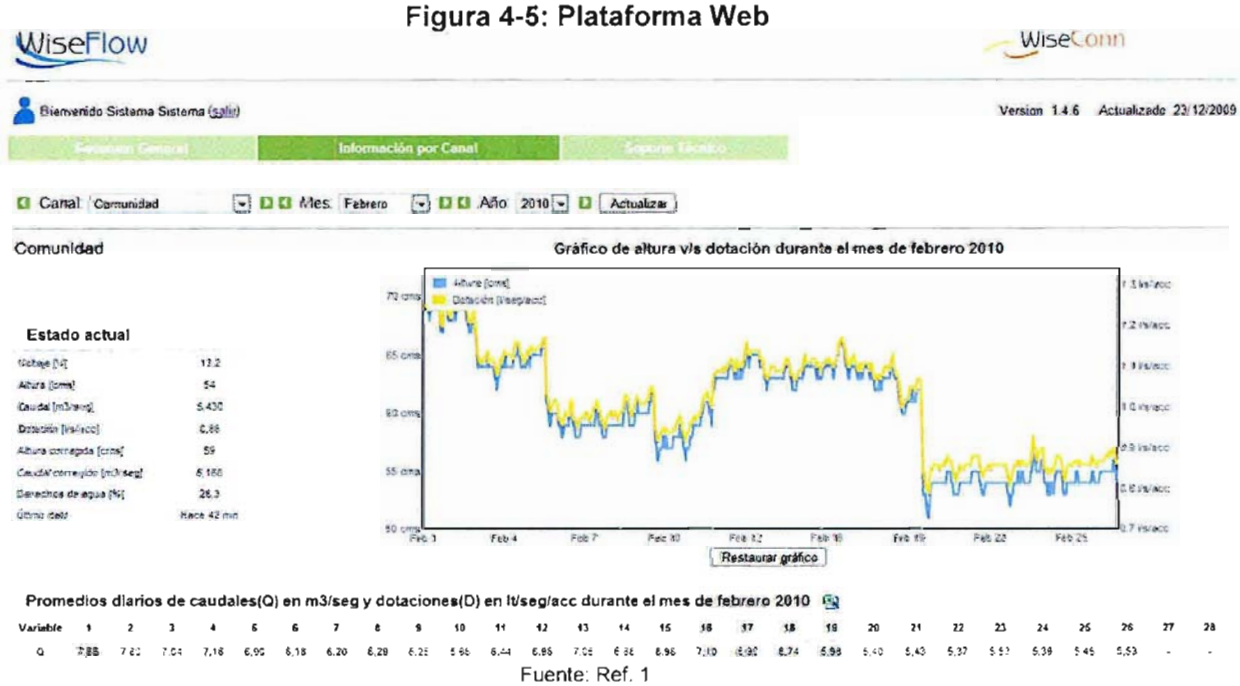
Los equipos de monitoreo y comunicación en terreno transmiten a un sistema de servidores - WiseServer- centrales que almacenan y centralizan los datos recopilados por cada uno de los equipos WiseFlow; estos equipos operan como servidores para las aplicaciones web con que el sistema opera.

Los sistemas de servidores son alojados y mantenidos por Wiseconn en sus oficinas, y son una componente *invisible* para el usuario en el sistema. Wiseconn tiene la responsabilidad de mantener operativos estos sistemas con un nivel de disponibilidad sobre el 99%, lo que sumado a otros gastos operacionales en que la empresa incurre (por ejemplo el soporte y el trafico mensual de datos vía celular) lleva a establecer un contrato de mantención mensual del sistema por equipo, el que será detallado en la parte final del documento, junto con la cotización.

4.2.4 Plataforma Web

El software web tiene como principal objetivo proveer al administrador de aguas de las herramientas suficientes para hacer una gestión completa del manejo de las aguas que ingresan y se asignan a cada uno de los usuarios de agua de la comunidad.
Para estos efectos la aplicación web dispone de herramientas gráficas que permiten visualizar y entender el funcionamiento de cada uno de los afluentes bajo observación, presentando el nivel de agua y el caudal instantáneo en cada punto y el volumen acumulado a lo largo del tiempo, etc.

Figura 4-5: Plataforma Web



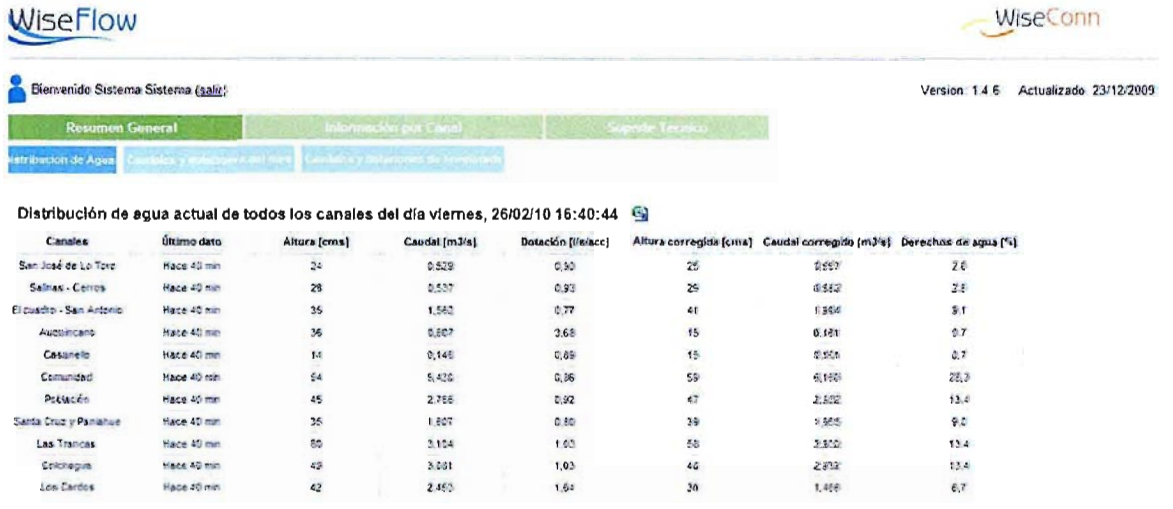
Fuente: Ref. 1

El variable tiempo es un parámetro ajustable permitiendo que los interesados puedan hacer estudios considerando distintos espacios temporales, desde datos inmediatos hasta un análisis por temporada o una revisión histórica personalizada.

Junto con el sistema gráfico para una comprensión inmediata de la realidad hídrica, se puede manejar la información en tablas, las que permiten ver la misma información de los gráficos de manera tabulada, permitiendo al usuario hacer una importación de los datos a un formato que puede ser accedido con MS Excel para que pueda procesar la información a su manera.

El sistema maneja una página de inicio que resume el actual estado de todos los puntos del sistema y un total global del sistema hídrico bajo observación:

Figura 4-6: Página de inicio del sistema WiseFlow



Canales	Último dato	Altura [cms]	Caudal [m3/s]	Dotación [l/s/acc]	Altura corregida [cms]	Caudal corregido [m3/s]	Derechos de agua [%]
San José de Lo Toro	Hace 40 min	24	0,529	0,90	25	0,557	2,6
Salinas - Cerros	Hace 40 min	28	0,537	0,93	29	0,562	2,6
El cuadro - San Antonio	Hace 40 min	35	1,562	0,77	41	1,864	9,1
Autoincano	Hace 40 min	36	0,807	3,68	15	0,161	0,7
Casanello	Hace 40 min	14	0,146	0,69	15	0,155	0,7
Comunidad	Hace 40 min	54	5,420	0,36	59	6,160	28,3
Población	Hace 40 min	45	2,766	0,92	47	2,502	13,4
Santa Cruz y Paniahue	Hace 40 min	35	1,807	0,80	39	1,965	9,0
Las Trancas	Hace 40 min	60	3,104	1,03	58	3,002	13,4
Colchagua	Hace 40 min	42	3,081	1,03	46	2,870	13,4
Los Cardos	Hace 40 min	42	2,460	1,64	30	1,468	6,7

Fuente: Ref. 1

El acceso a la información está restringido a los usuarios que estén autorizados, con niveles de jerarquía que permitirían limitar el acceso y el manejo de la información, según sea el vínculo de los usuarios con la organización.

Figura 4-7: Forma de Acceso Sistema WiseFlow

Fuente: Ref. 1

De esta manera se podrá entregar información general a terceros, como pueden ser comunidades de riego aguas arriba, aguas abajo, asesores, o incluso (si la organización lo autoriza) dar acceso a la Dirección General de Aguas.

Dos instrumentos que son importantes destacar dentro de la aplicación WiseFlow son:

- Capacidad de implementar curvas de aforo paralelas para cada punto (basadas en la misma medición de nivel).
- Sistema de alarmas dinámico para la generación de acciones de control sobre cada uno de los canales bajo observación.

El último punto descrito tiene por objetivo poder definir volúmenes de control, al acercarse o sobrepasar aquellos niveles predeterminados por el administrador, la aplicación podría genera una alerta visual que lleva a que el responsable genere las acciones correspondientes para optimizar el uso del recurso o detectar problemas (extracciones ilegales, obstrucciones, etc).

4.3 CUBICACIONES

Se estima una fosa limnimétrica de similares características para ambos aforadores, donde las pequeñas diferencias corresponden al alto de la obra. La Tabla 4-1 presenta el itemizado con las cubicaciones de esta obra.

Tabla 4-1 Cubicación fosa limnimétrica

Itemizado	Unidad	Cantidad	
		Sector 2	Sector 3
Excavación	m^3	1,37	1,28
Hormigón H-25	m^3	0,39	0,36
Emplantillado H-5	m^3	0,05	0,05
Enfierradura (50 kg/m^3)	kg	19,58	18,23

Los instrumentos necesarios a incorporar en el sistema de medición remoto del canal Bellavista se listan en la Tabla 4-2. Se ha considerado un cerco perimetral solo para los equipos de medición (no se consideran los nodos repetidores). Es importante señalar que el Aforador actual no fue considerado dentro del análisis, puesto que ya existe un sistema de medición en la bocatoma del canal. No obstante este ha de servir como medio de verificación manual.

Tabla 4-2 Instrumentación equipo de medición remoto de caudales

Instrumentos	Cantidad
Equipos Electrónicos	
Nodo Dropflow	2
Módulo COMs GPRS	2
Tarjeta Exp. 4.-20mA	2
Kit de Energía Solar 22W	2
Sensor Ultrasonido 4.-20mA	2
Estructuras y protecciones	
Estructura de Montaje Sensores - Motores	2
Estructura de Montaje Nodo con Panel	2
Cerco Perimetral	2

14.3. EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

4184-1000-GA-INF-007_C

ANEXO 14.3 INFORME EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Zúñiga	P.Muñoz / P.Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	21.10.14	04.11.14	11.11.14	
C	Nombre Firma	P. Zúñiga	P.Muñoz / P.Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	11.07.15	11.07.15	11.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.3 INFORME EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES EXPROPIACIONES 3

2 CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS A EXPROPIAR 3

2.1 OBRAS CANAL BELLAVISTA 3

2.2 VARIANTE DE CAMINOS 3

3 CONCLUSION 3

1 ANTECEDENTES EXPROPIACIONES

En el presente informe se presentan los antecedentes relativos a la expropiación de los terrenos requeridos para la construcción de los mejoramientos del canal Bellavista. Los sectores a expropiar se encuentran referidos a las necesidades de las siguientes obras:

- Obras para Mejorar Optimización del Riego
- Obras para Mejorar Seguridad Fisica del Canal

Los antecedentes a utilizar para la elaboración se obtienen desde la bases de datos que está disponible en el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). Esta base de datos es alimentada directamente por el Servicio de Impuestos Internos (SII). La información proporcionada por el CIREN consta de un catastro de predios de la zona de interés y la información de los roles asociados a los predios. Con la información de estos roles es posible conseguir los antecedentes de los propietarios de los predios a través de la obtención del certificados de avalúo fiscal proporcionados por el SII.

2 CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS A EXPROPIAR

2.1 OBRAS CANAL BELLAVISTA

Para definición de la faja a expropiar del canal alimentador se considera una distancia de 1 metro a partir de cualquier obra definida en el proyecto.

Sin embargo, dado que los mejoramientos se encuentran en zona de canal existente, no se requiere faja de expropiación respecto a estas obras.

2.2 VARIANTE DE CAMINOS

Para definición de la faja a expropiar de las variantes de caminos se consideran los criterios indicados en volumen N°2 del Manual de Carreteras en la sección Expropiaciones que considera una faja de 20 metros desde eje para caminos locales.

Sin embargo, dado que los mejoramientos se encuentran en zona de canal existente, no se requiere faja de expropiación respecto a variante de caminos.

3 CONCLUSION

No se requieren expropiaciones para la ejecución de las obras señaladas.

14.4. ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

4184-1000-GA-INF-008_C

ANEXO 14.4 ANALISIS DE INTERFERENCIAS

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Zúñiga	P.Muñoz / P.Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	21.10.14	04.11.14	05.11.14	
C	Nombre Firma	P. Zúñiga	P.Muñoz / P.Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.07.15	10.07.15	10.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 14.4 ANALISIS DE INTERFERENCIAS

ÍNDICE

1 INTERFERENCIAS 3
1.1 INTERFERENCIAS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN 3
1.2 INTERFERENCIAS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN 3

1 INTERFERENCIAS

El presente informe identifica y describe las interferencias producidas por las obras de construcción de los mejoramientos del canal Bellavista, respecto a rutas viales y de transmisión eléctrica.

1.1 INTERFERENCIAS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN

No se identifican interferencias con la línea eléctrica en ninguna de las obras proyectadas en el canal

1.2 INTERFERENCIAS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN

No se identifican interferencias con rutas en ninguna de las obras proyectadas en el canal

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL BELLAVISTA

Anexo 16

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-2000-GA-INF-006_0

ANEXO 16 – EVALUACIÓN ECONÓMICA BELLAVISTA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	D. Arce	P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	09.01.15	28.01.15	28.01.15	
B	Nombre Firma	D. Arce	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.01.15	28.01.15	28.01.15	
0	Nombre Firma	F. de la Fuente	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	20.07.15	20.07.15	23.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 16 – EVALUACIÓN ECONÓMICA BELLAVISTA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

1.1 GENERAL 4
1.2 OBJETIVOS 5
1.3 ANTECEDENTES 5
1.4 PROYECTO EN ESTUDIO 5

2 ESCENARIOS DE ESTUDIO 6

2.1 SITUACIÓN ACTUAL (SA) 6
2.2 SITUACIÓN SIN PROYECTO (SSP) 6
2.3 SITUACIÓN CON PROYECTO (SCP) 6

3 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION ECONÓMICA 7

3.1 DESCRIPCION DE METODOS DE EVALUACION 7
3.2 CRITERIOS ESPECÍFICOS 8
3.2.1 Método de la Productividad Marginal (o Método del Presupuesto) 8
3.2.2 Método del Valor Incremental de la Tierra 9
3.2.3 Método de las Transacciones de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas 9
3.3 LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS 11
3.3.1 Método del Presupuesto 11
3.3.2 Método Valor Incremental de la Tierra 11
3.3.3 Método Valor Incremental de la Tierra 12

4 APLICACION MÉTODO DE LA PRODUCTIVIDAD MARGINAL 13

4.1 BENEFICIOS AGRONÓMICOS 14
4.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 24
4.3 COSTOS DE OBRAS (CAPEX) 25
4.4 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX) 28
4.5 COSTOS AMBIENTALES 30
4.6 RENTABILIDAD DEL PROYECTO RIEGO 30

5 APLICACIÓN MÉTODO VALOR DEL AGUA 33

6 APLICACIÓN MÉTODO VALOR DE LA TIERRA 49

7 RECOMENDACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DEL PROYECTO RIEGO 50

8 MOMÉNTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN 50

9 ANALISIS FINANCIERO 50

9.1 DISPOSICIÓN A PAGO 50
9.2 ANALISIS DE SENSIBILIDAD 55
9.2.1 Análisis Determinístico Riesgo 55

9.2.2 Análisis Estocastico de Riesgo 57

10 INDICADORES ADICIONALES 62

10.1 Relación Beneficio-Costo 62
10.2 Rentabilidad por Hectárea Regada 62
10.3 Ingreso Per Cápita Asignable al Sector Agropecuario 63
10.4 Generación de Exportaciones 63
10.5 Generación de Impuestos 63

11 CONCLUSIONES 64

ANEXOS

Anexo 16.1_ Beneficios Agronómicos SA y SF
Anexo 16.2_ Evaluación Económica
Anexo 16.3_ Análisis Financiero
Anexo 16.4_ Precios Unitarios y Presupuesto de Obras

1 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERAL

El presente informe se enmarca en el Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Canales de Bellavista, Villalón y Buzeta", encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR). Este estudio considera evaluar las obras requeridas para mejorar la seguridad física y operacional del canal, con énfasis en la disminución de pérdidas de caudal para mejorar el manejo del recurso hídrico en estas obras.

El canal Bellavista se emplaza en la Provincia del Elqui en la IV Región de Coquimbo y cuyo trazado se extiende por una longitud de aproximadamente 59,96 Km., como se indica en la Figura 1-1.

Figura 1-1: Trazado en Planta Canal Bellavista

En particular, este documento corresponde a la evaluación económica del proyecto de la obras de mejoramiento para el riego. Se evalúa la rentabilidad del proyecto en base a los beneficios agrícolas y costos asociados a las obras.

1.2 OBJETIVOS

La evaluación económica del proyecto tiene como fundamento analizar las inversiones de obras de mejoramiento en el canal versus los beneficios asociados a reducción de pérdidas por infiltración y mayor seguridad física y operativa del canal.

En este estudio se incluyen los siguientes objetivos específicos:

- Evaluación de beneficios privados y sociales mediante el método de la productividad marginal o método del presupuesto.
- Evaluación de los costos iniciales de inversión de las obras, los costos operacionales y mantenimiento.
- Análisis comparativo de costos y beneficios, situación sin proyecto (SSP) y situación con proyecto (SCP).
- Análisis de sensibilidad de la rentabilidad del proyecto.
- Desarrollo del estudio financiero, disposición a pago y análisis de riesgo
- Recomendaciones sobre el tamaño del proyecto y momento óptimo de inversión.

1.3 ANTECEDENTES

Ref 1 Estudio de Precios Unitarios y presupuestos canal Bellavista, Noviembre 2014. Arcadis, codificación 4184-2000-CO-INF-001.

Ref 2 Informe agronómico de Avance, Noviembre 2014. Arcadis

1.4 PROYECTO EN ESTUDIO

Para el análisis económico del proyecto de mejoramiento de riego, se ha considerado como base la situación sin proyecto, definida como aquella resultante de un conjunto de acciones tendientes a efectuar cambios en la actividad agropecuaria del área, sin la realización de las obras planteadas en el proyecto de riego

2 ESCENARIOS DE ESTUDIO

2.1 SITUACIÓN ACTUAL (SA)

Las superficies de riego actual y de secano de cada sector, fueron establecidas como parte del estudio de agronomía para la caracterización de la situación actual (SA) del área influenciada por los mejoramientos del canal Bellavista. Conforme a lo establecido en dicho análisis las superficies de riego actual corresponden a las detalladas en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Superficies Prediales Según Uso en Situación Actual (ha)

Cultivos	Superficie (ha)
Cultivos y Hortalizas	3.288,90
Frutales y Vides	884,48
Praderas y Forrajes	58,94
Total	**4.232,31**

2.2 SITUACIÓN SIN PROYECTO (SSP)

Situación actual optimizada (SAO), en este escenario se considera la situación actual sin proyecto incorporando modificaciones que permitan mejorar los resultados., considerando como monto máximo de inversión un 5% del monto total del proyecto.

2.3 SITUACIÓN CON PROYECTO (SCP)

Situación actual optimizada (SAO), en este escenario se considera la situación actual sin proyecto incorporando todas las modificaciones de infraestructura que permitan mejorar los resultados, tanto en el aspecto de la Optimización del Riego como las Obras tendientes a la Seguridad Física del Canal.

3 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION ECONÓMICA

3.1 DESCRIPCION DE METODOS DE EVALUACION

Conforme a lo solicitado por la CNR la evaluación económica del proyecto se recomienda realizar con base a la aplicación de tres métodos cuya diferencia fundamental, es el procedimiento utilizado para cuantificar los beneficios del proyecto.

En efecto, tal como se encuentra establecido en el documento denominado "Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego (Consejo de Ministros, 2011) los beneficios atribuibles a los efectos del riego se relacionan con la mayor disponibilidad del agua en la cantidad y oportunidad requerida por los cultivos, la liberación de los recursos hídricos y el aumento de la eficiencia de riego. Esto permite la incorporación de nuevas tierras para actividades productivas y mejorar los ingresos de aquellos que ya son regadas, pero que presentan baja seguridad de aplicación del agua para el riego, lo que permite incorporar cambios hacia cultivos más rentables.

En términos generales, es posible señalar las siguientes definiciones para los métodos que se recomienda aplicar.

- **Método de la Productividad Marginal (o Método del Presupuesto):** en donde el agua es considerada un insumo de la producción de los bienes asociados a los cultivos agrícolas regados. El beneficio del agua se mide a través de las diferencias que se generan en la producción agrícola, en términos de los márgenes netos económicos, que se estiman a raíz de la utilización del agua en situaciones son y sin proyecto, entendiendo este último caso en la disposición del agua en la cantidad y oportunidad requerida por los cultivos.

- **Método del Valor Incremental de la Tierra:** que corresponde a un enfoque de los Precios Hedónicos, en el cual el precio de un bien se debe a una serie de tributos de dicho bien, entre los que se encuentran la disponibilidad de agua, el tipo de suelo, la aptitud de uso y los cultivos que en la práctica se desarrollan. En un escenario con proyecto cada una de las características mencionadas debe incrementar el valor de la tierra, por lo que se asume que este correspondería a su beneficio.

- **Método de las Transacciones de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas:** En este caso se considera el mercado del agua para determinar el valor económico del agua asociada al proyecto, en cuanto a un mayor volumen disponible o el costo evitado para la compra de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas.

3.2 CRITERIOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Método de la Productividad Marginal (o Método del Presupuesto)

Para la aplicación de este método al sistema de canales, se han debido hacer algunos supuestos que tienen relación con la disponibilidad de aguas y tipos de obras que se propone realizar en los canales matrices. En efecto, algunas consideraciones iniciales son las siguientes:

- Las obras de mejoramiento de los canales no tienen por objetivo hacer modificaciones en la seguridad hidrológica de los caudales disponibles en bocatoma, en tanto estos últimos seguirán operando en la misma forma que lo hacen hasta le fecha. En este contexto, no existen aumentos en la disponibilidad del recurso hídrico en bocatoma.

- Los registros de caudales en cada canal matriz son limitados y de muy corta existencia, lo que impide disponer de registros históricos del comportamiento de los caudales en bocatoma. En los 3 canales en estudio se cuenta con registros de los últimos 3 a 5 años, que en todos los casos corresponden a un período de restricción de recursos hídricos, siendo el último año el más crítico.

- Las únicas obras de mejoramiento que permiten generar un cambio en la disponibilidad del recurso para riego, corresponden a los revestimientos que buscan reducir las pérdidas por filtraciones en el canal. Este mayor recurso permite disponer de una mayor cantidad de recurso en la cantidad que corresponde a cada usuario de acuerdo a derecho.

- Las limitaciones más importantes para el recurso del riego están dadas por la oportunidad de disponer del agua de riego, en tanto ello depende de la hidrología del recurso hídrico en bocatoma, y como ya se ha dicho antes, esta no cambia con el proyecto.

- Atendiendo a lo señalado, para aplicar este método y estimar los beneficios asociados al proyecto, se han considerado los siguientes supuestos básicos:
    - Las obras de mejoramiento, que permiten reducir el riesgo de colapso del canal, así como le mejora del sistema de distribución del agua de riego, generarán en los usuarios una sensación de mayor seguridad de disponer del agua de riego, lo que permitiría suponer un cambio de patrones de cultivos a otros de mayor ingreso
    - El revestimiento del canal permite reducir las pérdidas por filtraciones, generando un aumento en la disponibilidad del agua de riego para cada usuario en la proporción de sus derechos. Dicho aumento permite suponer un relativo aumento de superficie de riego, respecto de la superficie de riego seguro de la situación actual
    - No es posible considerar cambios en la disponibilidad de recurso hídrico en bocatoma, por lo que con un criterio conservador se ha

supuesto un análisis basado en los caudales en bocatoma igual a los registrados en el período de riego 2013-2014, es decir un año seco.

- Para determinar las superficies de riego actual y futura, se ha considerado el caudal medio mensual disponible en cada mes, y se determinó la superficie con 100 % de satisfacción de la demanda. La superficie con proyecto, es mayor que la actual, producto de la reducción de las pérdidas y aumento del caudal para riego.

- Se determinan los beneficios Agronómicos a la superficie actual ajustada.

- Se determina para diferentes longitudes de revestimiento y por consiguiente diferentes escenarios de pérdidas por infiltración de agua, las superficies futuras agrícolas a partir de la disponibilidad de mayor caudal para un coeficiente de satisfacción de la demanda de un 100%.

- Posteriormente se realiza la evaluación económica clásica, a partir de los ingresos agronómicos y los costos de mejoramiento a realizar.

3.2.2 Método del Valor Incremental de la Tierra

Los procedimientos adoptados para este método son los siguientes:

- Se realiza catastro de precios de venta de tierras en mercado de ciudad de Salamanca (publicaciones por internet o diario) de superficies de riego o secano entre los años 2012 y 2013.
- El beneficio del proyecto consiste en percibir como ingreso el precio total de la venta de los terrenos para uso agrícola en la situación óptima que se agregan superficies una vez realizados los mejoramientos al canal. Es decir corresponde a la diferencia entre el precio de la tierra agrícola y de la tierra para uso secano por la cantidad de hectáreas correspondientes.

3.2.3 Método de las Transacciones de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas

Los procedimientos adoptados para este método son los siguientes:

- Se recopila las transacciones en los distintos conservadores de agua IV Región de los derechos de agua del canal. Las bases de transacciones incluirán todas las transacciones realizadas entre el 1º de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2014.

- Cada transacción corresponde a un determinado precio de mercado, se supone establecido libremente entre las dos partes. Cada evento de definición de precio constituye una referencia igualmente válida del equilibrio entre oferta y demanda (lo que no siempre es así, ya que el valor de la transacción final muchas veces es desvirtuado con fines de reducir impuestos).

- El valor del agua en una misma sección de río presenta diferencias, por las rigideces que existen para cambiar el punto de captación y el sistema de canales mediante el cual se ejerce el derecho.

- Se considera que el estimador que mejor captura los eventos de coincidencia entre oferta y demanda, incorporando las diferencias en el valor del agua atribuibles a puntos de captación y canales asociados, será el promedio de las transacciones identificadas.
- Se determina el caudal obtenido de los mejoramientos del canal, ello a partir de los porcentajes de pérdida evitados por cada tramo, los cuales han sido determinados en la campaña de aforos de este estudio.
- El beneficio por este método se estimará como el ingreso por concepto de vender en un año el caudal obtenido de los mejoramientos en el canal.

3.3 LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS

3.3.1 Método del Presupuesto

El método de uso más generalizado corresponde al denominado Método del Presupuesto, basado en el supuesto de que la disponibilidad de mayor cantidad de agua permite a los agricultores aumentar su producción agrícola, midiéndose los beneficios de la obra que permite tal aumento en la disponibilidad, como la diferencia entre los excedentes agrícolas de la situación antes y después de la existencia de la obra.

Su uso requiere la rigurosidad en la inclusión de los gastos efectuados por el usuario para el usufructo del agua, incluyendo las obras de almacenamiento y regulación, captación, transporte y distribución así como otros asociados a la producción agrícola propiamente tal. Dada la mayor experticia en Chile de la aplicación del Método del Presupuesto, resultan sus resultados de mayor solidez respecto de los dos restantes, cuyas limitaciones en la aplicación en nuestro país, presenta severas limitaciones debido fundamentalmente a la escasez de antecedentes que permitan representar la realidad del mercado del agua y la tierra.

3.3.2 Método Valor Incremental de la Tierra

En el caso del Valor Incremental de la Tierra, se supone que si se incrementa la cantidad del agua disponible sin variar el resto de los atributos asociados a la tierra, el resultado esperado es el aumento del valor de la tierra, siendo este cambio atribuible al aumento del agua, lo que entrega el precio sombra de este bien. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el valor de la tierra se presenta influenciado por múltiples factores, pudiéndose mencionar entre otros:

- Cantidad de suelo con capacidad productiva
- Aptitud del suelo para el riego
- Localización respecto de la red vial
- Tamaño del predio
- Condiciones climáticas de la zona
- Infraestructura predial
- Construcciones
- Inversiones realizadas de largo plazo
- Disponibilidad y seguridad del agua
- Salinidad de las aguas subterráneas
- Proximidad a centros de abastecimiento y mercados

Si bien se pudiera abstraer de las condiciones que se supone no pueden cambiar, como aquellas asociadas a las características del suelo y del clima, queda un conjunto de variables que sólo es posible evaluar su real efecto si la información es suficientemente detallada y completa para el análisis, lo cual no ocurre aun en nuestro mercado de tierras.

Por otro lado el tamaño de la tierra también es una variable a tener en cuenta, ya que si se trata de un paño aislado, agrupación o posibilidades de crecimiento del comprador, deben ser aspectos tratados y aislados en el análisis de los precios disponibles.

Demás está señalar que es usual que los valores de las transacciones además se vean afectados por las modificaciones no formales en las transacciones, como producto de la menor imposición que se puede obtener de esta forma de tramitar.

Finalmente es necesario comentar que entre los diversos problemas que han existidos en los estudios que han intentado abordar el tema, presenta el gran problema de su aplicabilidad final, atendiendo a que los Conservadores de Bienes Raíces no consignan la condición de riego o secano de los terrenos que se transan, limitando la posibilidad de hacer análisis con la información generada.

3.3.3 Método Valor Incremental de la Tierra

De forma análoga es el caso del método de las transacciones de derechos de agua, cuyos valores se incrementan explosivamente en periodos de sequía (como los últimos 8 años), no habiendo un mercado formal para contrastar dichos valores.

La evidencia indica que los precios no representan necesariamente el valor marginal del agua, porque en general los mercados del agua no han sido lo suficientemente competitivos proporcionando incentivos distorsionados para la asignación eficiente del recurso, Chile no se encuentra ajeno a este problema.

Asimismo, este tipo de análisis conlleva a incorporar un error en el procedimiento, por cuanto estos precios en su gran mayoría representan condiciones de mercado de corto plazo, que están determinados por otros factores distintos del valor marginal del agua.

Todo lo anterior, ha hecho que históricamente este tipo de evaluaciones, valor de la tierra y valor de transacciones de derechos de aprovechamiento, no se utilice en el país. Sin perjuicio de lo señalado y en atención a los requerimientos de la CNR se han establecido cifras que permiten tener alguna idea de los valores que pudieran alcanzar los beneficios a través de estas metodologías, sin embargo no se han considerado como elementos de juicio para la evaluación económica del proyecto.

4 APLICACION MÉTODO DE LA PRODUCTIVIDAD MARGINAL

La evaluación social se ha realizado considerando los lineamientos entregados en el documento "Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Riego", del Ministerio de Planificación (MIDESO) así como en el documento "Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego" (Consejo Ministros para La Comisión nacional de Riego, 2011).

En base a esta metodología se ha considerado una Situación Actual (SA), una Situación Sin Proyecto (SP) y una Situación Futura o con proyecto (SF), para cada una de las cuales se han estimado sus respectivos costos y beneficios para un horizonte de evaluación de 30 años. La diferencia de costos y beneficios entre la Situación Futura o con proyecto y la situación sin proyecto permite obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto.

Los beneficios asociados al proyecto se han estimado considerando el Método del Presupuesto, que en términos generales corresponden al aumento en la producción agrícola - ganadera, por la mayor disponibilidad de agua debido a la realización de las obras de regulación que permiten otorgar seguridad de riego a una superficie dada.

La producción agrícola, que refleja los beneficios del proyecto, depende de las cosechas de los cultivos, los cuales se han estructurado conforme a la proyección efectuada con las bases del estudio agronómico de la zona.

Para obtener estos beneficios, se han determinado los márgenes netos de cada cultivo, en la situación actual, sin proyecto, y con proyecto, para cada sector y agrupación predial de cada valle.

En tanto, los costos asociados al proyecto corresponden a los costos de inversión, de mantención y a la mayor utilización de recursos debido al proyecto.

Una vez obtenido los costos y beneficios de la habilitación del sistema de regulación se han determinado los indicadores económicos, determinando el flujo anual de beneficios durante el horizonte de evaluación, a partir de lo cual se ha calculado el Valor Actual Neto de estos flujos (VAN), y la tasa interna de retorno (TIR).

Los beneficios del sistema son determinados como la diferencia de los márgenes netos agrícolas, entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto. La alternativa que maximice la rentabilidad del proyecto, medida como el VAN permite determinar el tamaño óptimo del mismo.

4.1 BENEFICIOS AGRONÓMICOS

Considerando los criterios planteados en el capítulo de "Criterios de Desarrollo" tanto de la Situación Sin Proyecto como de la Futura o con Proyecto, los respectivos períodos de transición y las curvas logísticas asociadas, se determinaron los flujos de márgenes netos correspondientes a la situación actual a sin proyecto y actual a futura o con proyecto para los Predios Promedio y sus correspondientes expansiones.

Se debe señalar que en el caso de las especies multianuales detectados en situación actual, la representatividad del ciclo completo de estas especies en los flujos de evaluación, tanto para frutales, como para el resto de las especies multianuales, se expresa a través de la proporcionalidad y relación directa existente entre los costos e ingresos de la ficha de situación actual, sin proyecto y la ficha de situación futura, la cual posee todo su ciclo representado en los estándares productivos.

En la determinación de la transición entre la situación actual y futura, en el caso específico de nuevas plantaciones de vides y frutales, se considerará un período de seis años en predios de nivel tecnológico bajo y medio-bajo y en cuatro años en predios de nivel medio-alto y alto.

Además del período de establecimiento y de puesta en riego, se debe considerar una curva natural de producción asociada a la edad y que contempla distintos costos e ingresos, según su entrada en producción y período de estabilización en cultivos multianuales. Según lo anterior, a continuación se presenta en las Tablas siguientes la gradualidad porcentual y los valores ponderados para los ingresos y costos de frutales asignados.

Tabla 4-1: Gradualidad Porcentual Ingresos en Chirimoya Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	0						0,0	0,0
2	10,0	0	0					0,0	0,0
3	15,0	538.954	0	0				26.947,7	0,3
4	20,0	1.616.861	538.954	0	0			134.738,4	1,3
5	25,0	2.694.768	1.616.861	538.954	0	0		377.267,5	3,5
6	25,0	4.311.629	2.694.768	1.616.861	538.954	0	0	835.378,0	7,8
7		6.467.443	4.311.629	2.694.768	1.616.861	538.954	0	1.616.860,7	15,0
8		8.084.304	6.467.443	4.311.629	2.694.768	1.616.861	538.954	2.775.610,9	25,8
9		10.779.071	8.084.304	6.467.443	4.311.629	2.694.768	1.616.861	4.257.733,2	39,5
10		10.779.071	10.779.071	8.084.304	6.467.443	4.311.629	2.694.768	5.874.593,9	54,5
11		10.779.071	10.779.071	10.779.071	8.084.304	6.467.443	4.311.629	7.545.349,9	70,0
12		10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071	8.084.304	6.467.443	9.027.472,3	83,8
13		10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071	8.084.304	10.105.379,4	93,8
14		10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071,3	100,0

Tabla 4-2: Gradualidad Porcentual Costos en Chirimoya Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
			2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	8.850.253						442.512,6	8,3
2	10,0	846.938	8.850.253					927.372,2	17,4
3	15,0	1.261.139	846.938	8.850.253				1.475.288,6	27,7
4	20,0	1.890.645	1.261.139	846.938	8.850.253			2.117.737,3	39,8
5	25,0	2.566.473	1.890.645	1.261.139	846.938	8.850.253		2.888.509,7	54,3
6	25,0	2.934.781	2.566.473	1.890.645	1.261.139	846.938	8.850.253	3.363.508,5	63,2
7		3.649.427	2.934.781	2.566.473	1.890.645	1.261.139	846.938	1.766.068,6	33,2
8		4.360.036	3.649.427	2.934.781	2.566.473	1.890.645	1.261.139	2.324.402,2	43,7
9		5.318.371	4.360.036	3.649.427	2.934.781	2.566.473	1.890.645	2.950.572,0	55,5
10		5.318.371	5.318.371	4.360.036	3.649.427	2.934.781	2.566.473	3.556.959,9	66,9
11		5.318.371	5.318.371	5.318.371	4.360.036	3.649.427	2.934.781	4.113.570,5	77,3
12		5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.371	4.360.036	3.649.427	4.661.551,0	87,6
13		5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.371	4.360.036	5.078.786,9	95,5
14		5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.370,6	100,0

Tabla 4-3: Gradualidad Porcentual Ingresos en Frutilla Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	8.190.584						409.529,2	4,5
2	10,0	10.010.713	8.190.584					1.319.594,0	14,6
3	15,0	8.190.584	10.010.713	8.190.584				2.639.188,1	29,3
4	20,0	10.010.713	8.190.584	10.010.713	8.190.584			4.459.317,8	49,5
5	25,0	8.190.584	10.010.713	8.190.584	10.010.713	8.190.584		6.688.976,7	74,2
6	25,0	10.010.713	8.190.584	10.010.713	8.190.584	10.010.713	8.190.584	9.009.642,1	100,0
7		8.190.584	8.190.584	8.190.584	10.010.713	8.190.584	10.010.713	9.009.642,1	100,0

Tabla 4-4: Gradualidad Porcentual Costos en Frutilla Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
			2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	8.395.318						419.765,9	5,7
2	10,0	6.042.580	8.395.318					1.141.660,8	15,6
3	15,0	8.395.318	6.042.580	8.395.318				2.283.321,6	31,1
4	20,0	6.042.580	8.395.318	6.042.580	8.395.318			3.727.111,4	50,8
5	25,0	8.395.318	6.042.580	8.395.318	6.042.580	8.395.318		5.590.667,2	76,2
6	25,0	6.042.580	8.395.318	6.042.580	8.395.318	6.042.580	8.395.318	7.336.586,0	100,0
7		8.395.318	8.395.318	8.395.318	6.042.580	8.395.318	6.042.580	7.336.586,0	100,0

Tabla 4-5: Gradualidad Porcentual Ingresos en Limonero Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	0						0,0	0,0
2	10,0	0	0					0,0	0,0
3	15,0	1.325.537	0	0				66.276,8	0,8
4	20,0	1.325.537	1.325.537	0	0			198.830,5	2,5
5	25,0	3.976.610	1.325.537	1.325.537	0	0		530.214,6	6,7
6	25,0	5.302.146	3.976.610	1.325.537	1.325.537	0	0	1.126.706,1	14,2
7		7.953.219	5.302.146	3.976.610	1.325.537	1.325.537	0	2.120.858,5	26,7
8		7.953.219	7.953.219	5.302.146	3.976.610	1.325.537	1.325.537	3.446.395,1	43,3
9		7.953.219	7.953.219	7.953.219	5.302.146	3.976.610	1.325.537	4.771.931,6	60,0
10		7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219	5.302.146	3.976.610	6.296.298,7	79,2
11		7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219	5.302.146	7.290.451,1	91,7
12		7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219,4	100,0

Tabla 4-6: Gradualidad Porcentual Costos en Limonero Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	1.801.118						90.055,9	2,1
2	10,0	437.818	1.801.118					202.002,6	4,7
3	15,0	1.856.476	437.818	1.801.118				406.773,2	9,4
4	20,0	1.856.476	1.856.476	437.818	1.801.118			704.367,6	16,3
5	25,0	2.958.040	1.856.476	1.856.476	437.818	1.801.118		1.149.863,9	26,7
6	25,0	3.451.178	2.958.040	1.856.476	1.856.476	437.818	1.801.118	1.677.663,3	38,9
7		4.312.659	3.451.178	2.958.040	1.856.476	1.856.476	437.818	1.949.325,4	45,2
8		4.312.659	4.312.659	3.451.178	2.958.040	1.856.476	1.856.476	2.684.421,7	62,2
9		4.312.659	4.312.659	4.312.659	3.451.178	2.958.040	1.856.476	3.187.662,5	73,9
10		4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659	3.451.178	2.958.040	3.758.634,2	87,2
11		4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659	3.451.178	4.097.288,9	95,0
12		4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659,4	100,0

Tabla 4-7: Gradualidad Porcentual Ingresos en Naranjo Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	0						0,0	0,0
2	10,0	0	0					0,0	0,0
3	15,0	902.515	0	0				45.125,7	0,7
4	20,0	1.933.960	902.515	0	0			186.949,5	2,9
5	25,0	3.867.920	1.933.960	902.515	0	0		522.169,3	8,1
6	25,0	5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	0	0	1.115.250,4	17,3
7		6.446.534	5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	0	2.030.658,2	31,5
8		6.446.534	6.446.534	5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	3.223.267,0	50,0
9		6.446.534	6.446.534	6.446.534	5.157.227	3.867.920	1.933.960	4.415.875,8	68,5
10		6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534	5.157.227	3.867.920	5.479.553,9	85,0
11		6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534	5.157.227	6.124.207,3	95,0
12		6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534,0	100,0

Tabla 4-8: Gradualidad Porcentual Costos en Naranjo Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	2.292.048						114.602,4	3,7
2	10,0	539.926	2.292.048					256.201,1	8,2
3	15,0	1.330.401	539.926	2.292.048				464.319,8	14,9
4	20,0	1.762.041	1.330.401	539.926	2.292.048			760.540,6	24,4
5	25,0	2.326.780	1.762.041	1.330.401	539.926	2.292.048		1.173.100,4	37,6
6	25,0	2.702.741	2.326.780	1.762.041	1.330.401	539.926	2.292.048	1.606.194,8	51,5
7		3.120.345	2.702.741	2.326.780	1.762.041	1.330.401	539.926	1.595.298,3	51,1
8		3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.326.780	1.762.041	1.330.401	2.111.929,5	67,7
9		3.120.345	3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.326.780	1.762.041	2.498.857,1	80,1
10		3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.326.780	2.817.552,7	90,3
11		3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	2.702.741	3.015.943,8	96,7
12		3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.344,7	100,0

Tabla 4-9: Gradualidad Porcentual Ingresos en Palto Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	0						0,0	0,0
2	10,0	0	0					0,0	0,0
3	15,0	0	0	0				0,0	0,0
4	20,0	1.760.720	0	0	0			88.036,0	1,7
5	25,0	2.641.080	1.760.720	0	0	0		308.126,0	5,8
6	25,0	3.521.440	2.641.080	1.760.720	0	0	0	704.288,0	13,3
7		4.401.800	3.521.440	2.641.080	1.760.720	0	0	1.320.540,0	25,0
8		4.401.800	4.401.800	3.521.440	2.641.080	1.760.720	0	2.156.882,1	40,8
9		5.282.160	4.401.800	4.401.800	3.521.440	2.641.080	1.760.720	3.169.296,1	60,0
10		5.282.160	5.282.160	4.401.800	4.401.800	3.521.440	2.641.080	3.873.584,1	73,3
11		5.282.160	5.282.160	5.282.160	4.401.800	4.401.800	3.521.440	4.445.818,2	84,2
12		5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160	4.401.800	4.401.800	4.841.980,2	91,7
13		5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160	4.401.800	5.062.070,2	95,8
14		5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160,2	100,0

Tabla 4-10: Gradualidad Porcentual Costos en Palto Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	1.773.119						88.656,0	5,2
2	10,0	491.269	1.773.119					201.875,3	11,8
3	15,0	592.295	491.269	1.773.119				344.709,5	20,2
4	20,0	1.041.894	592.295	491.269	1.773.119			539.638,3	31,6
5	25,0	1.258.254	1.041.894	592.295	491.269	1.773.119		797.479,8	46,7
6	25,0	1.388.937	1.258.254	1.041.894	592.295	491.269	1.773.119	1.036.112,3	60,7
7		1.578.646	1.388.937	1.258.254	1.041.894	592.295	491.269	885.833,8	51,9
8		1.578.646	1.578.646	1.388.937	1.258.254	1.041.894	592.295	1.105.335,6	64,8
9		1.706.247	1.578.646	1.578.646	1.388.937	1.258.254	1.041.894	1.332.798,4	78,1
10		1.706.247	1.706.247	1.578.646	1.578.646	1.388.937	1.258.254	1.470.261,0	86,2
11		1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.578.646	1.578.646	1.388.937	1.569.499,1	92,0
12		1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.578.646	1.578.646	1.642.446,5	96,3
13		1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.578.646	1.674.346,9	98,1
14		1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247,2	100,0

Tabla 4-11: Gradualidad Porcentual Ingresos en Papayo Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	1.656.002						82.800,1	0,9
2	10,0	6.955.208	1.656.002					513.360,6	5,3
3	15,0	11.592.014	6.955.208	1.656.002				1.523.521,8	15,6
4	20,0	11.592.014	11.592.014	6.955.208	1.656.002			3.113.283,7	32,0
5	25,0	12.585.615	11.592.014	11.592.014	6.955.208	1.656.002		5.332.326,3	54,8
6	25,0	12.585.615	12.585.615	11.592.014	11.592.014	6.955.208	1.656.002	8.097.849,6	83,2
7		13.248.016	12.585.615	12.585.615	11.592.014	11.592.014	6.955.208	10.764.012,8	110,5
8		13.248.016	13.248.016	12.585.615	12.585.615	11.592.014	11.592.014	12.188.174,5	125,2
9		1.656.002	13.248.016	13.248.016	12.585.615	12.585.615	11.592.014	11.956.334,2	122,8
10		6.955.208	1.656.002	13.248.016	13.248.016	12.585.615	12.585.615	11.442.973,6	117,5
11		11.592.014	6.955.208	1.656.002	13.248.016	13.248.016	12.585.615	10.631.532,6	109,2
12		11.592.014	11.592.014	6.955.208	1.656.002	13.248.016	13.248.016	9.737.291,5	100,0

Tabla 4-12: Gradualidad Porcentual Costos en Papayo Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	4.837.187						241.859,4	4,9
2	10,0	3.825.554	4.837.187					674.996,4	13,8
3	15,0	4.722.007	3.825.554	4.837.187				1.344.233,9	27,4
4	20,0	4.722.007	4.722.007	3.825.554	4.837.187			2.249.571,6	45,8
5	25,0	5.112.071	4.722.007	4.722.007	3.825.554	4.837.187		3.410.513,0	69,5
6	25,0	5.112.071	5.112.071	4.722.007	4.722.007	3.825.554	4.837.187	4.585.198,5	93,4
7		5.317.632	5.112.071	5.112.071	4.722.007	4.722.007	3.825.554	4.625.191,1	94,2
8		5.317.632	5.317.632	5.112.071	5.112.071	4.722.007	4.722.007	4.947.873,2	100,8
9		4.837.187	5.317.632	5.317.632	5.112.071	5.112.071	4.722.007	5.052.201,2	102,9
10		3.825.554	4.837.187	5.317.632	5.317.632	5.112.071	5.112.071	5.092.203,3	103,7
11		4.722.007	3.825.554	4.837.187	5.317.632	5.317.632	5.112.071	5.015.186,1	102,2
12		4.722.007	4.722.007	3.825.554	4.837.187	5.317.632	5.317.632	4.908.387,6	100,0

Tabla 4-13: Gradualidad Porcentual Ingresos en Alcachofa Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	2.250.000						112.500,0	4,3
2	10,0	2.700.000	2.250.000					360.000,0	13,7
3	15,0	2.700.000	2.700.000	2.250.000				742.500,0	28,2
4	20,0	2.700.000	2.700.000	2.700.000	2.250.000			1.260.000,0	47,9
5	25,0	2.250.000	2.700.000	2.700.000	2.700.000	2.250.000		1.890.000,0	71,8
6	25,0	2.700.000	2.250.000	2.700.000	2.700.000	2.700.000	2.250.000	2.542.500,0	96,6
7		2.700.000	2.700.000	2.250.000	2.700.000	2.700.000	2.700.000	2.632.500,0	100,0

Tabla 4-14: Gradualidad Porcentual Costos en Alcachofa Nivel Bajo y Medio-Bajo

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos						Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación	5ª Plantación	6ª Plantación		
1	5,0	2.426.989						121.349,4	6,2
2	10,0	1.863.789	2.426.989					335.888,4	17,2
3	15,0	1.863.789	1.863.789	2.426.989				643.616,7	33,0
4	20,0	1.863.789	1.863.789	1.863.789	2.426.989			1.044.534,6	53,6
5	25,0	2.426.989	1.863.789	1.863.789	1.863.789	2.426.989		1.566.801,9	80,4
6	25,0	1.863.789	2.426.989	1.863.789	1.863.789	1.863.789	2.426.989	2.060.909,2	105,8
7		1.863.789	1.863.789	2.426.989	1.863.789	1.863.789	1.863.789	1.948.269,3	100,0

Tabla 4-15: Gradualidad Porcentual Ingresos en Chirimoya Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	0				0,0	0,0
2	20,0	0	0			0,0	0,0
3	30,0	538.954	0	0		53.895,4	0,5
4	40,0	1.616.861	538.954	0	0	269.476,8	2,5
5		2.694.768	1.616.861	538.954	0	754.535,0	7,0
6		4.311.629	2.694.768	1.616.861	538.954	1.670.756,1	15,5
7		6.467.443	4.311.629	2.694.768	1.616.861	2.964.244,6	27,5
8		8.084.304	6.467.443	4.311.629	2.694.768	4.473.314,6	41,5
9		10.779.071	8.084.304	6.467.443	4.311.629	6.359.652,1	59,0
10		10.779.071	10.779.071	8.084.304	6.467.443	8.245.989,6	76,5
11		10.779.071	10.779.071	10.779.071	8.084.304	9.701.164,2	90,0
12		10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071	10.779.071,3	100,0

Tabla 4-16: Gradualidad Porcentual Costos en Chirimoya Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	8.850.253				885.025,3	16,6
2	20,0	846.938	8.850.253			1.854.744,3	34,9
3	30,0	1.261.139	846.938	8.850.253		2.950.577,2	55,5
4	40,0	1.890.645	1.261.139	846.938	8.850.253	4.235.474,6	79,6
5		2.566.473	1.890.645	1.261.139	846.938	1.351.893,0	25,4
6		2.934.781	2.566.473	1.890.645	1.261.139	1.878.421,7	35,3
7		3.649.427	2.934.781	2.566.473	1.890.645	2.478.098,9	46,6
8		4.360.036	3.649.427	2.934.781	2.566.473	3.072.912,6	57,8
9		5.318.371	4.360.036	3.649.427	2.934.781	3.672.584,9	69,1
10		5.318.371	5.318.371	4.360.036	3.649.427	4.363.292,7	82,0
11		5.318.371	5.318.371	5.318.371	4.360.036	4.935.036,6	92,8
12		5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.371	5.318.370,6	100,0

Tabla 4-17: Gradualidad Porcentual Ingresos en Frutilla Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	10.010.713				1.001.071,3	8,2
2	20,0	13.650.973	10.010.713			3.367.240,0	27,6
3	30,0	10.010.713	13.650.973	10.010.713		6.734.479,9	55,2
4	40,0	13.650.973	10.010.713	13.650.973	10.010.713	11.466.817,2	94,0
5		10.010.713	13.650.973	10.010.713	13.650.973	12.194.869,1	100,0

Tabla 4-18: Gradualidad Porcentual Costos en Frutilla Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Costos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	9.847.863				984.786,3	11,5
2	20,0	7.723.854	9.847.863			2.741.958,0	32,0
3	30,0	9.847.863	7.723.854	9.847.863		5.483.916,0	64,0
4	40,0	7.723.854	9.847.863	7.723.854	9.847.863	8.998.259,4	105,0
5		9.847.863	7.723.854	9.847.863	7.723.854	8.573.457,6	100,0

Tabla 4-19: Gradualidad Porcentual Ingresos en Limonero Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	0				0,0	0,0
2	20,0	0	0			0,0	0,0
3	30,0	1.325.537	0	0		132.553,7	1,7
4	40,0	1.325.537	1.325.537	0	0	397.661,0	5,0
5		3.976.610	1.325.537	1.325.537	0	1.060.429,3	13,3
6		5.302.146	3.976.610	1.325.537	1.325.537	2.253.412,2	28,3
7		7.953.219	5.302.146	3.976.610	1.325.537	3.578.948,7	45,0
8		7.953.219	7.953.219	5.302.146	3.976.610	5.567.253,6	70,0
9		7.953.219	7.953.219	7.953.219	5.302.146	6.892.790,1	86,7
10		7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219	7.953.219,4	100,0

Tabla 4-20: Gradualidad Porcentual Costos en Limonero Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	1.801.118				180.111,8	4,2
2	20,0	437.818	1.801.118			404.005,3	9,4
3	30,0	1.856.476	437.818	1.801.118		813.546,4	18,9
4	40,0	1.856.476	1.856.476	437.818	1.801.118	1.408.735,1	32,7
5		2.958.040	1.856.476	1.856.476	437.818	1.399.169,1	32,4
6		3.451.178	2.958.040	1.856.476	1.856.476	2.236.259,1	51,9
7		4.312.659	3.451.178	2.958.040	1.856.476	2.751.504,0	63,8
8		4.312.659	4.312.659	3.451.178	2.958.040	3.512.367,3	81,4
9		4.312.659	4.312.659	4.312.659	3.451.178	3.968.066,7	92,0
10		4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659	4.312.659,4	100,0

Tabla 4-21: Gradualidad Porcentual Ingresos en Naranjo Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	0				0,0	0,0
2	20,0	0	0			0,0	0,0
3	30,0	902.515	0	0		90.251,5	1,4
4	40,0	1.933.960	902.515	0	0	373.899,0	5,8
5		3.867.920	1.933.960	902.515	0	1.044.338,5	16,2
6		5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	2.230.500,8	34,6
7		6.446.534	5.157.227	3.867.920	1.933.960	3.610.059,1	56,0
8		6.446.534	6.446.534	5.157.227	3.867.920	5.028.296,6	78,0
9		6.446.534	6.446.534	6.446.534	5.157.227	5.930.811,3	92,0
10		6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534	6.446.534,0	100,0

Tabla 4-22: Gradualidad Porcentual Costos en Naranjo Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	2.292.048				229.204,8	7,3
2	20,0	539.926	2.292.048			512.402,1	16,4
3	30,0	1.330.401	539.926	2.292.048		928.639,6	29,8
4	40,0	1.762.041	1.330.401	539.926	2.292.048	1.521.081,2	48,7
5		2.326.780	1.762.041	1.330.401	539.926	1.200.176,8	38,5
6		2.702.741	2.326.780	1.762.041	1.330.401	1.796.403,0	57,6
7		3.120.345	2.702.741	2.326.780	1.762.041	2.255.433,4	72,3
8		3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.326.780	2.677.637,9	85,8
9		3.120.345	3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.953.303,3	94,6
10		3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.344,7	100,0

Tabla 4-23: Gradualidad Porcentual Ingresos en Palto Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	0				0,0	0,0
2	20,0	0	0			0,0	0,0
3	30,0	0	0	0		0,0	0,0
4	40,0	1.760.720	0	0	0	176.072,0	3,3
5		2.641.080	1.760.720	0	0	616.252,0	11,7
6		3.521.440	2.641.080	1.760.720	0	1.408.576,1	26,7
7		4.401.800	3.521.440	2.641.080	1.760.720	2.641.080,1	50,0
8		4.401.800	4.401.800	3.521.440	2.641.080	3.433.404,1	65,0
9		5.282.160	4.401.800	4.401.800	3.521.440	4.137.692,2	78,3
10		5.282.160	5.282.160	4.401.800	4.401.800	4.665.908,2	88,3
11		5.282.160	5.282.160	5.282.160	4.401.800	4.930.016,2	93,3
12		5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160	5.282.160,2	100,0

Tabla 4-24: Gradualidad Porcentual Costos en Palto Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	1.773.119				177.311,9	10,4
2	20,0	491.269	1.773.119			403.750,7	23,7
3	30,0	592.295	491.269	1.773.119		689.418,9	40,4
4	40,0	1.041.894	592.295	491.269	1.773.119	1.079.276,6	63,3
5		1.258.254	1.041.894	592.295	491.269	708.400,1	41,5
6		1.388.937	1.258.254	1.041.894	592.295	940.030,8	55,1
7		1.578.646	1.388.937	1.258.254	1.041.894	1.229.886,0	72,1
8		1.578.646	1.578.646	1.388.937	1.258.254	1.393.576,6	81,7
9		1.706.247	1.578.646	1.578.646	1.388.937	1.515.522,5	88,8
10		1.706.247	1.706.247	1.578.646	1.578.646	1.616.926,3	94,8
11		1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.578.646	1.655.206,7	97,0
12		1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247	1.706.247,2	100,0

Tabla 4-25: Gradualidad Porcentual Ingresos en Papayo Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	1.656.002				165.600,2	1,6
2	20,0	6.955.208	1.656.002			1.026.721,2	10,0
3	30,0	11.592.014	6.955.208	1.656.002		3.047.043,6	29,6
4	40,0	11.592.014	11.592.014	6.955.208	1.656.002	6.226.567,4	60,5
5		12.585.615	11.592.014	11.592.014	6.955.208	9.836.651,7	95,5
6		12.585.615	12.585.615	11.592.014	11.592.014	11.890.094,1	115,4
7		13.248.016	12.585.615	12.585.615	11.592.014	12.254.414,5	119,0
8		13.248.016	13.248.016	12.585.615	12.585.615	12.784.335,2	124,1
9		1.656.002	13.248.016	13.248.016	12.585.615	11.823.854,0	114,8
10		6.955.208	1.656.002	13.248.016	13.248.016	10.300.332,2	100,0

Tabla 4-26: Gradualidad Porcentual Costos en Papayo Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	4.837.187				483.718,7	9,5
2	20,0	3.825.554	4.837.187			1.349.992,9	26,6
3	30,0	4.722.007	3.825.554	4.837.187		2.688.467,7	53,0
4	40,0	4.722.007	4.722.007	3.825.554	4.837.187	4.499.143,3	88,7
5		5.112.071	4.722.007	4.722.007	3.825.554	4.402.432,3	86,8
6		5.112.071	5.112.071	4.722.007	4.722.007	4.839.026,2	95,4
7		5.317.632	5.112.071	5.112.071	4.722.007	4.976.601,6	98,1
8		5.317.632	5.317.632	5.112.071	5.112.071	5.173.739,6	102,0
9		4.837.187	5.317.632	5.317.632	5.112.071	5.187.363,3	102,3
10		3.825.554	4.837.187	5.317.632	5.317.632	5.072.335,3	100,0

Tabla 4-27: Gradualidad Porcentual Ingresos en Alcachofa Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	3.150.000				315.000,0	8,0
2	20,0	4.050.000	3.150.000			1.035.000,0	26,1
3	30,0	4.050.000	4.050.000	3.150.000		2.160.000,0	54,5
4	40,0	4.050.000	4.050.000	4.050.000	3.150.000	3.690.000,0	93,2
5		3.150.000	4.050.000	4.050.000	4.050.000	3.960.000,0	100,0

Tabla 4-28: Gradualidad Porcentual Costos en Alcachofa Nivel Alto y Medio-Alto

Años	Establecimiento Cultivos	Estabilización Ingresos				Ponderado Márgenes	Ponderación Final
		1ª Plantación	2ª Plantación	3ª Plantación	4ª Plantación		
1	10,0	3.202.500				320.250,0	11,1
2	20,0	2.846.526	3.202.500			925.152,6	32,1
3	30,0	2.846.526	2.846.526	3.202.500		1.814.707,9	63,0
4	40,0	2.846.526	2.846.526	2.846.526	3.202.500	2.988.915,8	103,7
5		3.202.500	2.846.526	2.846.526	2.846.526	2.882.123,7	100,0

Los márgenes brutos se han determinado a través de la multiplicación de cada superficie asignada por el margen bruto unitario resultante de las fichas técnico económicas. Posteriormente, en la situación actual se descontaron los gastos indirectos y los costos de inversión y operación de riego tecnificado. En situación sin proyecto, además de los descuentos señalados para la situación actual, se descontaron los costos del programa de transferencia tecnológica.

En situación futura se consideraron los costos por concepto de gastos indirectos, riego tecnificado, habilitación de terrenos y del programa de assitencia tecnológica.

En el caso especifico de la situación actual el área máxima de riego en un año de 85% de excedencia es de 1.250 ha. Está superficie para efectos de evaluar el proyecto, será considerada como situación base.

Cabe señalar que debido a la imposibilidad de poder precisar a qué superficie, en un año de 50% de excedencia, corresponden las hectáreas actualmente regadas, no se consideró la utilización de la metodología del Factor de Producción propuesta por Doorenbos y Kassan 1979 (FAO 33) y Ferreyra; Selles y otros 1985 y 1991, situación por la cual, tanto la situación actual como con proyecto serán evaluadas de acuerdo a la superficie de un año 85%.

En el caso de la situación futura o con proyecto, lo cual fue abarcado en el capítulo "Situación Agropecuaria con Proyecto o Futura", se determinó una superficie total a regar de 7.205,193

sin considerar el riego con aguas subterráneas, la cual se ajustó para la presente evaluación en 2.513 ha correspondiente a un año de 85% de excedencia

Al respecto, para poder ajustar las superficies consideradas tanto en la Situación Actual como en la Situación Futura o Con Proyecto, se consideraron los factores incluidos en la Tabla.

Tabla 4-29:: Factores de Ajuste

Situación	Superficies		Factor Ajuste
	Real	85%	
Actual	4.232,312	1.250,000	0,295
Futura	7.205,193	2.513,000	0,349

Nota: No considera uso de aguas subterráneas

Los flujos para la situación actual a actual sin proyecto se presentan en el Anexo 10.5-1 y para la situación futura a precios de mercado por Predio Promedio y Predio Promedio Expandido se incluyen en el Anexos 10.5-2 del Capítulo 10.5 Análisis Financiero. Los flujos a precios sociales de la situación actual se presenta en el Anexo 10.1-1 y para la situación futura en el Anexo 10.1-2.

En las Tablas a continuación se presenta un resumen de los flujos por total área en situación actual a actual sin proyecto y actual a futura.

Tabla 4-30:: Resumen de Flujos Situación Actual a Sin Proyecto

Años	Precio Mercado ($ CLP)	Precio Social ($ CLP)
0	3.111.001.023	3.668.901.490
1	3.109.252.425	3.667.008.830
2	3.105.755.893	3.663.222.399
3	3.042.139.299	3.599.172.808
4	3.037.852.373	3.594.307.467
5	3.041.120.527	3.598.654.318
6	3.044.390.856	3.603.003.014
7	3.044.390.856	3.603.003.014
8	3.044.391.445	3.603.002.691
9	3.134.070.366	3.695.665.660
10	3.029.936.155	3.584.899.407
11	3.091.171.782	3.648.248.753
12	2.564.365.403	3.074.499.026
13	2.870.597.822	3.373.485.883
14	1.838.299.439	2.200.475.767
15	2.078.670.376	2.422.365.165
16	2.098.787.028	2.496.999.665
17	2.178.109.657	2.583.106.922
18	2.422.320.451	2.887.734.583
19	2.501.878.459	2.969.968.022
20	2.004.399.789	2.563.754.733
21	3.107.629.541	3.667.366.227
22	3.097.439.827	3.656.762.878
23	3.063.805.864	3.620.469.238
24	3.087.046.539	3.644.771.866
25	3.125.221.047	3.686.288.237
26	3.023.649.418	3.578.269.822
27	3.087.115.597	3.643.972.107
28	3.113.799.765	3.673.364.066
29	3.111.086.741	3.671.012.249
30	3.114.863.783	3.674.954.954
VAN	**26.580.038.570**	**49.821.807.479**

Tabla 4-31: Resumen de Flujos Situación Flujos Situación Futura

Años	Precio Mercado ($ CLP)	Precio Social ($ CLP)
0	3.111.001.023	3.668.901.490
1	3.109.252.425	3.667.008.830
2	3.080.505.122	3.637.971.628
3	2.745.297.852	3.381.919.108
4	2.549.174.701	3.296.063.369
5	2.489.676.557	3.387.163.479
6	2.629.295.316	3.721.143.898
7	4.604.599.277	5.594.388.266
8	4.993.395.470	6.082.634.345
9	5.547.659.286	6.688.331.978
10	6.035.581.690	7.238.580.852
11	6.473.842.365	7.733.758.835
12	6.833.462.091	8.139.512.984
13	6.964.051.975	8.289.319.032
14	7.086.968.337	8.432.991.451
15	7.074.779.970	8.430.583.341
16	7.081.700.523	8.448.435.685
17	7.115.204.518	8.471.643.529
18	7.114.030.994	8.459.670.347
19	7.110.515.450	8.452.334.021
20	6.029.497.808	7.378.106.861
21	7.185.971.565	8.550.650.627
22	7.207.566.600	8.581.043.297
23	6.686.401.398	7.992.940.394
24	6.082.879.042	7.341.607.448
25	5.387.419.162	6.638.288.041
26	4.657.838.325	5.946.924.565
27	6.043.654.929	7.198.997.138
28	5.968.898.902	7.137.594.560
29	6.004.865.470	7.194.500.607
30	6.000.359.880	7.218.905.541
VAN	**38.700.409.964**	**86.164.505.916**

4.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Las bases utilizadas para la estimación de precios unitarios son las siguientes:

- **Fecha base de la estimación** Julio 2015.
- **Tasa de Cambio Dólar:** 1 Dólar = 570,51 CLP
- **Valor UF** = 25.086,58 CLP, fecha 31 julio 2015
- **Costos Indirectos =** 30 %

Los precios unitarios considerados corresponden a costos directos de construcción los que incluyen:

- Costos de mano de obra: se utilizó la mejor información disponible de proyectos similares recientes.
- Materiales principales: se usó cotizaciones referenciales recientes.
- Maquinaria y Equipos de apoyo a la construcción: se utilizó costos unitarios actualizados de obras similares.

Se usó como referencia para desarrollar los costos unitarios de las obras, los siguientes proyectos de la DOH:

- Canal Las Palmas ; Mejoramientos Canales Quebrada Arrayan; Embalse Petorca;
- Varios de estos costos actualizados sirvieron de base para desarrollar los presupuestos de estos mejoramientos.

Para la estimación del costo total de mejoramientos, se consideró un costo indirecto del 30%, el cual incluye:

- Mano de Obra Indirecta (Supervisión superior)
- Viajes (fletes, etc.)
- Camionetas, buses, minibuses.
- Comunicaciones.
- Computadores.
- Campamento y alimentación.
- Gastos generales de la Obra.
- Gastos oficina central, financieros y utilidades.

Para mayor detalle del analisis de Precios Unitarios desarrollado, se presenta en Anexo 16.4 de este informe.

4.3 COSTOS DE OBRAS (CAPEX)

Las obras de mejoramiento propuestas se estima que se requieren los siguientes montos de inversión para un revestimiento de 12 km. La Tabla 4-32 da cuenta de tales estimaciones.

Tabla 4-32: Costos de mejoramiento del canal Bellavista

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario $	Costo Total $
1	**OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO**						**2,078,370,944**
1.1	**MANTENCIÓN DE OBRAS**						**211,271,154**
1.1.1	Mantención compuertas						**1,130,000**
	Reemplazo componentes compuerta 5,0x1,60 m	un	1	1.0	1	450,000	450,000
	Reemplazo componentes compuerta 5,0x1,60 m	un	1	1.0	1	450,000	450,000
	Reemplazo componentes compuerta 0.5x1,40 m	un	1	1.0	1	230,000	230,000
1.1.2	Sellos de fondo						**7,807,567**
	Excavacion Abierta Material Comun	m^3	34	1.1	37	4,013	148,585
	Hormigón H-25	m^3	31	1.1	34	175,185	5,896,713
	Enfierradura	kg	1530	1.1	1,683	1,047	1,762,269
1.1.3	Reperfilamiento						**202,333,586**
	Excavación abierta mat. Común	m^3	17886	1.1	19,675	4,013	78,954,170
	Retiro Excedentes	m^3	17886	1.1	19,675	6,271	123,379,417
1.2	**SISTEMA CONTROL DE CAUDALES**						**17,964,660**
1.2.1	Sistema de medición manual						**5,075,278**
	Aforador rectangular Sector 2						**2,348,615**
	Excavación Abierta Mat. Común	m^3	12.8	1.2	15	4,013	61,447
	Mampostería de piedra	m2	3.2	1.2	4	21,542	82,721
	Hormigón H-25	m^3	8.8	1.0	9	175,185	1,549,688
	Emplantillado H-5	m^3	0.9	1.2	1.0	119,892	125,311
	Enfierradura	kg	442.3	1.1	487	1,047	509,447
	Regla limnimétrica	un	1	1.0	1	20,000	20,000
	Aforador rectangular Setor 3						**2,726,663**
	Excavación Abierta Mat. Común	m^3	9.1	1.2	11	4,013	43,687
	Mampostería de piedra	m2	2.7	1.2	3	21,542	69,796
	Hormigón H-25	m^3	10.6	1.0	11	175,185	1,849,285
	Emplantillado H-5	m^3	0.9	1.2	1.1	119,892	135,958
	Enfierradura	kg	527.8	1.1	581	1,047	607,937
	Regla limnimétrica	un	1	1.0	1	20,000	20,000
1.2.2	Sistema de medición remoto						**12,889,382**
	Sistema remoto						**12,687,066**
	Nodo Dropflow	un	2	1.0	2	1,093,955	2,187,910
	Módulo COMs GPRS	un	2	1.0	2	554,271	1,108,542
	Tarjeta Exp. 4.-20mA	un	2	1.0	2	78,765	157,530

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario $	Costo Total $
	Kit de Energia Solar 22W	un	2	1.0	2	554,271	1,108,542
	Sensor Ultrasonido 4.-20mA	un	2	1.0	2	641,787	1,283,574
	Estructura de Montaje Sensores - Motores	un	2	1.0	2	182,326	364,652
	Estructura de Montaje Nodo con Panel	un	2	1.0	2	554,271	1,108,542
	Instalación y puesta en operación Nodo	un	2	1.0	7	583,432	4,084,024
	Cerco perimetral protección equipos	kg	250	1.0	250	5,135	1,283,750
	Fosa Limnimétrica Sector 2						**104,528**
	Excavación Abierta Mat. Común	m³	1.37	1.2	1.64	4,013	6,599
	Hormigón H-25	m³	0.39	1.0	0.39	175,185	68,585
	Emplantillado H-5	m³	0.05	1.2	0.06	119,892	6,798
	Enfierradura	kg	19.58	1.1	21.53	1,047	22,547
	Fosa Limnimétrica Sector 3						**97,788**
	Excavación Abierta Mat. Común	m³	1.28	1.2	1.53	4,013	6,144
	Hormigón H-25	m³	0.36	1.0	0.36	175,185	63,855
	Emplantillado H-5	m³	0.05	1.2	0.06	119,892	6,798
	Enfierradura	kg	18.23	1.1	20.05	1,047	20,992
1.3	**REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN**						**1,849,135,131**
1.3.1	**Revestimientos**						**1,849,135,131**
	Mampostería de piedra	m2	75232	1.1	82,755	21,542	1,782,715,689
	Excavación abierta mat. Común	m³	15046	1.1	16,551	4,013	66,419,442
2	**MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL**						**367,643,713**
2.1	**INESTABILIDAD DE TALUDES POR ROEDORES (CURUROS)**						**137,722,314**
2.1.1	**Revestimiento mediante mampostería**						**137,722,314**
	Mampostería de piedra	m2	5812	1.1	6,393	21,542	137,722,314
2.2	**DESLIZAMIENTOS POR DEBILITAMIENTO EN TALUD DEBIDO A PRECIPITACIONES INTENSAS**						**51,159,368**
2.2.1	**Revestimiento mediante mampostería + Cubierta canal con loseta Hormigón**						**51,159,368**
	Mampostería de piedra	m2	969	1.1	1,066	21,542	22,961,618
	Losa prefabricada	m²	750	1.1	825	24,500	20,212,500
	Relleno simple para protección	m³	500	1.3	650	12,285	7,985,250
2.3	**REVESTIMIENTO DE PORTALES DE TÚNELES**						**150,187,752**
2.31	**Revestimiento de portales de 10 túneles**						**50,055,291**
	Pernos helicoidales	un	294	1.1	323	46,215	14,945,931
	Shotcrete sin fibra	m³	88	1.1	97	234,000	22,651,200
	Malla tejida	m²	880	1.1	968	12,870	12,458,160
2.3.2	**Revestimiento Túnel Las Rojas**						**23,131,251**
	Pernos helicoidales	un	200	1.1	220	46,215	10,167,300
	Shotcrete sin fibra	m³	37	1.1	41	234,000	9,523,800
	Malla Electrosoldada	m²	243	1.1	267	12,870	3,440,151
2.3.3	**Revestimiento Túnel Los Burros**						**77,001,210**

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario $	Costo Total $
	Pernos helicoidales	un	670	1.1	737	46,215	34,060,455
	Shotcrete sin fibra	m^3	122	1.1	134	234,000	31,402,800
	Malla Electrosoldada	m^2	815	1.1	897	12,870	11,537,955
2.4	**CRUCE DE QUEBRADAS**						**28,574,279**
2.4.1	**Sifón El Arrayán**						**28,574,279**
	Excavación Abierta Mat. Común	m^3	614	1.1	675	4,013	2,709,335
	Excavación abierta en Roca	m^3	153	1.1	169	12,226	2,063,490
	Relleno	m^3	230	1.1	254	9,031	2,289,417
	Hormigón H25	m^3	55	1.1	61	175,185	10,627,421
	Enfierradura	kg	2206	1.1	2,427	1,047	2,540,855
	Emplantillado H5	m^3	5	1.2	6	119,892	683,775
	Tubería Hormigón Prefabricado DN 900 (e= 109 mm)	un	18	1.0	18	355,000	6,390,000
	Compuerta de acero 1,0x1,2 m	un	1	1.0	1	700,000	700,000
	Reja Hidráulica	kg	111	1.0	111	5,135	569,985

Total costos directos $	2,446,014,657
Total costos indirectos $	733,804,397
TOTAL $	**3,179,819,055**

Tabla 4-33: Costos de operación y mantención canal Bellavista

	Costos de operación y mantención (Millones de pesos M$/año)																													
	Año																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Costos operacionales - Administración																														
Salarios administración	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
Salarios supervisores (celadores)	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Costos operacionales - limpieza del canal																														
Desembanque del fondo (manual y maquinaria)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Limpieza del canal y bermas	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Reconstrucción de bermas	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Costos mantención - mejoramiento obras de hormigón																														
Mejoramiento por desgastes, grietas, abertura de juntas. Obras hidráulicas	3,3				3,3				3,3				3,3				3,3				3,3				3,3				3,3	
Mejoramiento por desgastes, grietas. Revestimientos existentes (0,8 km)						152										152										152				
Costos mantención - revestimientos en mampostería																														
Reemplazo mampostería existente (1,56 km)		103,5					31,1					31,1					31,1					31,1					31,1			
Reemplazo mampostería nueva (12 km)					238,8					238,8					238,8					238,8				238,8					238,8
Costos mantención - revestimientos en geomembrana																														
Reemplazo geomembrana existente (0,22 km) por mampostería			14,6					14,6					14,6					14,6					14,6					14,6		
Costos de mantención y reparación compuertas																														
Limpieza y engrasado vástago y engranaje	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Reemplazo compuerta de acero (1)	0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5	
Subtotal costos de operación	45,3	145,0	56,6	41,5	284,1	193,5	73,0	56,1	45,3	280,3	42,0	72,6	59,9	41,5	280,8	193,5	76,4	56,1	42,0	280,3	45,3	72,6	56,6	41,5	284,1	193,5	73,0	56,1	45,3	280,3
Contingencia 10%	4,5	14,5	5,7	4,2	28,4	19,4	7,3	5,6	4,5	28,0	4,2	7,3	6,0	4,2	28,1	19,4	7,6	5,6	4,2	28,0	4,5	7,3	5,7	4,2	28,4	19,4	7,3	5,6	4,5	28,0
Total costos de operación	**49,8**	**159,5**	**62,2**	**45,7**	**312,5**	**212,9**	**80,3**	**61,7**	**49,8**	**308,4**	**46,2**	**79,8**	**65,9**	**45,7**	**308,9**	**212,9**	**84,0**	**61,7**	**46,2**	**308,4**	**49,8**	**79,8**	**62,2**	**45,7**	**312,5**	**212,9**	**80,3**	**61,7**	**49,8**	**308,4**

Fuente: Elaboración propia.

4.4 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)

Los costos anuales de operación y mantenimiento se consideraron como un 1% del total de la inversión inicial en obras. Para el revestimiento en mampostería se consideró una restitución cada 10 años, tanto para la mampostería nueva como la existente. La Tabla 4-33 muestra los costos de operación y mantenimiento anualizados, considerando un mejoramiento de 12 km.

4.5 COSTOS AMBIENTALES

Dado que los mejoramientos del canal Bellavista se encuentran en la zona del canal existente, no se requiere faja de expropiación respecto a estas obras.

A su vez, el proyecto de obras de mejoramiento no generará externalidades económicas ni ambientales en el área de influencia en forma permanente, por lo tanto no forman parte de los flujos valorados del proyecto.

4.6 RENTABILIDAD DEL PROYECTO RIEGO

La rentabilidad del proyecto se evaluó en términos de los indicadores valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

En base a esta metodología se ha considerado la situación actual a sin proyecto y la situación actual a situación con proyecto, estimando sus respectivos costos y beneficios para un horizonte de evaluación de 30 años. La diferencia de costos y beneficios entre la situación futura o con proyecto y la situación sin proyecto permite obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto.

De los casos anteriores se realizó la evaluación económica tanto de mercado como social.

Conforme a las recomendaciones del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), la evaluación económica social del proyecto se realizó para una tasa de descuento del **6 %.**

A modo de obtener una curva del valor actual neto, asociada a la longitud revestida, fue necesario estimar nuevos costos de inversión (CAPEX) y costos de operación y mantenimiento (OPEX). Para los CAPEX se simplificó mediante un multiplicador, estimado como la razón entre la longitud a revestir y los 12 km de revestimiento. Para el OPEX, sólo el costo de mantención asociado al revestimiento (nuevo y existente) fue ponderado con el mismo multiplicador. Con esto, se tienen valores de CAPEX y OPEX según la longitud de revestimiento.

Las Figura 4 1 y Figura 4 2 muestran de manera gráfica el comportamiento del VAN en función de la longitud a revestir.

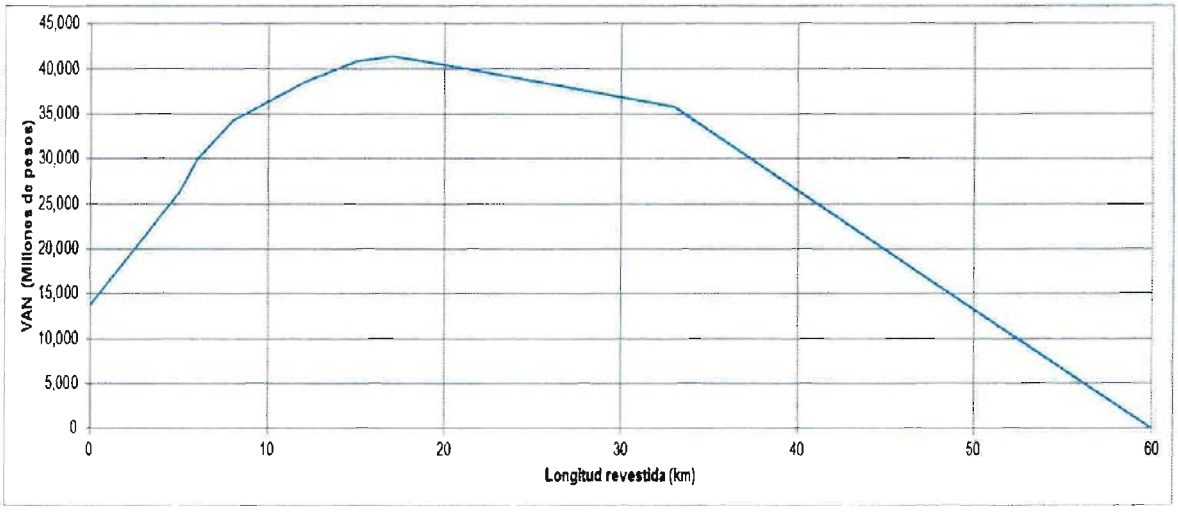
Los indicadores VAN y TIR según precio social y privado se presentan en la Tabla 4 34 y Tabla 4 35 respectivamente. Adicionalmente se incluye la superficie futura de riego considerando mismos rendimientos actuales.

De los resultados se observa la existencia de un óptimo dado para el precio social, donde dada cierta longitud de revestimiento, el VAN comienza a decrecer, e incluso llegando a valores negativos para el caso del precio privado. Las cifras del precio social son bastante mayores, con un orden de magnitud mayor del VAN en comparación con el precio privado.

Del indicador TIR se desprende que, considerando una tasa de descuento del 12%, la inversión dejaría de ser atractiva al momento de invertir en un revestimiento con una longitud menor a 15 km.

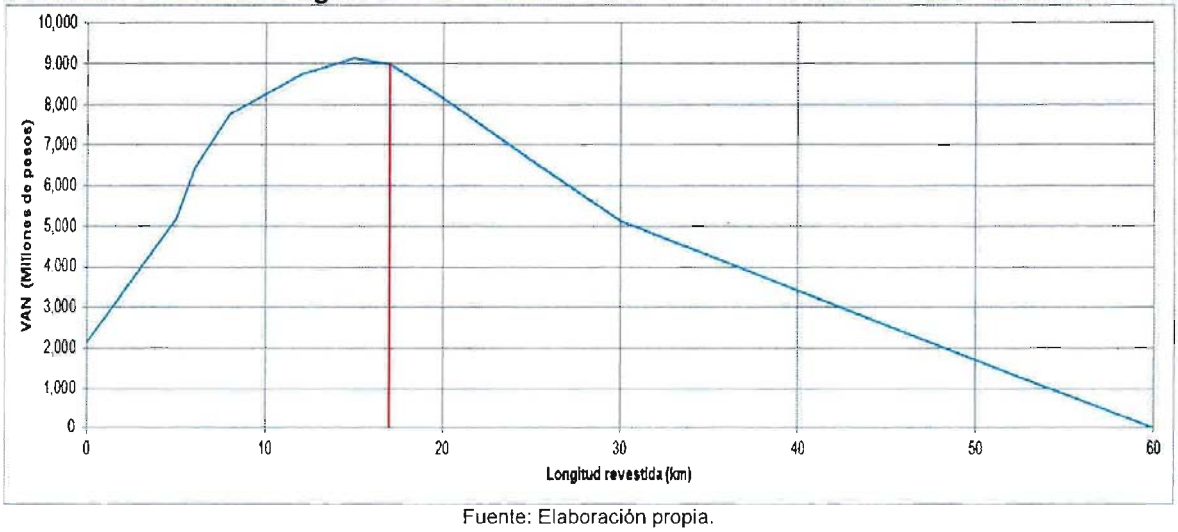
De los gráficos se puede observar que entre los 12 y los 18 km de revestimiento se encuentra el óptimo del proyecto, el cual solo se alcanzaría a tasas sociales (inversión del estado).

Figura 4-1: Curva del VAN a Precios Sociales



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-2: Curva del VAN a Precios Privados



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-34 Resumen Indicadores Sociales

Longitud de revestimiento	Superficie futura	Inversión Inicial	Valor residual de las Obras	VAN Social	TIR Social	IVAN Social
(km)	(ha)	(Millones de pesos)	(Millones de pesos)	(Millones de pesos)	(%)	(-)
5	2,132	1,325	26,174	26,225	21.1%	19.79
6	2,236	1,590	29,348	29,892	22.5%	18.80
8	2,366	2,120	33,183	34,246	23.3%	16.15
12	2,513	3,180	37,112	38,519	22.8%	12.11
15	2,600	3,975	39,316	40,843	22.2%	10.28
17	2,630	4,505	39,843	41,276	21.5%	9.16
20	2,634	5,300	39,297	40,339	20.1%	7.61
25	2,634	6,625	38,156	38,504	18.2%	5.81
30	2,634	7,950	37,015	36,669	16.7%	4.61

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-35 Resumen Indicadores Privados

Longitud de revestimiento	Superficie futura	Inversión Inicial	Valor residual de las Obras	VAN Privado	TIR Privado	IVAN Privado
(km)	(ha)	(Millones de pesos)	(Millones de pesos)	(Millones de pesos)	(%)	(-)
5	2,132	1,325	13,505	5,187	18.6%	3.92
6	2,236	1,590	15,198	6,415	19.8%	4.03
8	2,366	2,120	17,223	7,737	20.6%	3.65
12	2,513	3,180	19,250	8,697	20.0%	2.73
15	2,600	3,975	20,368	9,082	19.5%	2.29
17	2,630	4,505	20,603	8,915	18.8%	1.98
20	2,634	5,300	20,232	8,062	17.6%	1.52
25	2,634	6,625	19,489	6,537	15.8%	0.99
30	2,634	7,950	18,745	5,011	14.5%	0.63

Fuente: Elaboración propia.

5 APLICACIÓN MÉTODO VALOR DEL AGUA

El objetivo de este capítulo es valorizar el agua cruda del canal disponible después de realizar los mejoramientos respectivos, para ello se ha analizado la situación de las transacciones en el conservador de bienes raíces.

A continuación se presentan los datos recogidos en el CBR, los cuales corresponden a 830 transacciones entre 2005 y 2013:

Tabla 5-1: Transacciones Derechos de Agua en Canal Bellavista

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
AGUAS DEL VALLE S A	9,00	ACCIONES	7.650.000,0	PESOS
ECONSSA SA	50,00	L/S		
AGUAS DEL VALLE SA	0,50	ACCIONES	1.250.000,0	PESOS
OLIVARES MICHEA MANUEL	0,50	ACCIONES		
JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO COMBARBALA Y SUS AFLUENTES	2,00	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
ELIZABETH DEL CARMEN LEDEZMA ASTUDILLO Y OTROS	4,00	ACCIONES		
DAVID ALBERTO PALOMINOS FAJARDO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIA CLOTILDE LOPEZ SALAZAR	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INOCENCIA DEL ROSARIO ROJAS ARAYA	1,60	ACCIONES		
INOCENCIA DEL ROSARIO ROJAS ARAYA Y OTROS	12,90	ACCIONES		
TAPIAMAHAN LIMITADA	0,50	ACCIONES	800.000,0	PESOS
MANUEL GONZALO MANQUEZ ASTUDILLO	0,44	ACCIONES	222.400,0	PESOS
GLADYS ELIANA MANQUEZ ASTUDILLO	0,44	ACCIONES	689.185,0	PESOS
INMOBILIARIA NUEVORIENTE S A	1,00	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
COMPANIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	5,27	ACCIONES		
MAURICIO CLIFFORD GÓMEZ WHITELEY	0,13	ACCIONES		
NELSON VLADIMIR ZEPEDA PEREZ	1,92	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
RAUL ALEJANDRO VILLAR MOYA	0,23	ACCIONES		
SOC. DE GESTIONES SAN BORIS	0,79	ACCIONES	250.000,0	PESOS
SOC. DE GESTIONES SAN BORIS	0,79	ACCIONES	250.000,0	PESOS
EDUARDO ENRIQUE GUERRA BAHAMONDES Y OTRA	0,21	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
YAFOR SELMEN DARUICH PETITO	0,43	ACCIONES	100.000,0	PESOS
FELIPE ANDRÉS DARUICH PETITO	0,47	ACCIONES	100.000,0	PESOS
HUGO ARAYA GODOY	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOC. INVERSIONES ATENEA LTDA.		ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
AMADIEL JOAQUÍN GALLARDO PASTEN	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
REBECA VILMA GALLARDO POLLANCO	0,01	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COQUIMBO	1,08	ACCIONES	200.000,0	PESOS
MARIA ROSA ERLER MONAUNI Y OTRO	4,71	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
CENTRAL DE VIGILANCIA (VIGIL LTDA.)	0,25	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
HECTOR DOMINGO ARCE CERDA	6,00	ACCIONES	3.600.000,0	PESOS
INVERSIONES ALEDAN S.A.	0,21	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
INMOBILIARIA CALLEGARI S.A.	0,18	ACCIONES	8.750.000,0	PESOS
INMOBILIARIA CALLEGARI S.A.	6,82	ACCIONES	8.750.000,0	PESOS
RONALD CRISTIAN ROBERT DAVIS LENNARTZ Y OTRO	5,48	ACCIONES		
MÓNICA DEL CARMEN GUERRA HENRIQUEZ	0,05	ACCIONES	500.000,0	PESOS
AMADIEL JOAQUÍN GALLARDO PASTEN	0,27	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOC. AGRICOLA ERLER Y RIOS LTDA.		ACCIONES		
CARLOS RODOLFO HANCKES ESTEFAN	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIA DE LA LUZ ARQUEROS APEY	0,13	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
INVERSIONES SAN JAVIER LTDA.	3,72	ACCIONES	5.250.000,0	PESOS
INVERSIONES SAN JAVIER LTDA.		ACCIONES	54.000.000,0	PESOS
GIORGO BERTOLLA BORTOLOTTI	1,00	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BERNARDO VICENCIO ARAYA ROJAS	4,49	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
VICTOR RAFAEL RAMOS VASQUEZ	0,18	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOC. CANEPA Y LJUBETIC LTDA.	0,34	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
NOLVIA AMANDA GALLEGUILLOS JOFRE	0,04	ACCIONES		
JORGE MANUEL ITE SILVA	0,15	ACCIONES	192.654,0	PESOS
CLAUDIO MARCELO DELGADO FIGUEROA	0,41	ACCIONES	2.500.000,0	PESOS
MÓNICA CRISTINA GUERRA GALLEGUILLOS Y OTROS	54,09	ACCIONES		
AGRICOLA ENEBRO LTDA.	54,09	ACCIONES	97.000.000,0	PESOS
PROCAD INGENIEROS LTDA.	0,30	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FRANCISCO AURELIO ESCOBAR VÁSQUEZ Y OTROS	0,30	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIO GUSTAVO ALVAREZ BRUNET		ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
JANIER ESTRELLA ARAYA VILLANUEVA	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ERIKA DEL CARMEN FERRADA VENEGAS	0,19	ACCIONES	2.943.940,0	PESOS
CAROLINA YAMILETH LEIVA ARANCIBUA	0,13	ACCIONES	300.000,0	PESOS
MÓNICA MARIELLA VERA ALENK	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FIDELISA GARAY HODAR	1,23	ACCIONES	1.657.120,0	PESOS
CLAUDIA MARCELA COBO RIOS	0,22	ACCIONES	305.060,0	PESOS
PABLO SERGIO GABRIEL MARTINEZ ROJAS	0,11	ACCIONES	152.460,0	PESOS
SERGIO DEL CARMEN MARTINEZ SILVA	0,17	ACCIONES	242.480,0	PESOS
EDGARDO ANDRÉS GÁLVEZ MIRANDA Y OTRO	0,30	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
HÉCTOR ARCE CERDA	7,55	ACCIONES	2.780.000,0	PESOS
ANA MARIA FIGARI BARRERA	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FRANCISCO ANTONIO PUGA MEDINA	0,45	ACCIONES	100.000,0	PESOS
DAVID ALBERTO PALOMINOS FAJARDO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOC. CARVAJAL, ELLIES Y GONZÁLEZ LTDA.	0,19	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MOHAMED ALEJANDRO SUKNI GIADALAH	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MARCO ANTONIO ZEBALLOS BALDECCHI	0,21	ACCIONES	112,0	UF
MARIA ELISABETH HILLEBRAND HARRIS	0,25	ACCIONES	400.000,0	PESOS
ALEJANDRA AMELIA DIAZ CISTERNAS	0,25	ACCIONES	200,0	UF
SOC. AGR. MARÍA EUGENIA LTDA.	28,11	ACCIONES	10.000.000,0	PESOS
GUIDO VALENTINI RAMPONI	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SOC. COM. E INVERS. RODRÍGUEZ Y ROJAS LTDA.	0,53	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CARLOS OMAR GÁLVEZ AQUEA	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SOC. INV. RAFAEL MORALES PACHECO CIA. LTDA.	0,15	ACCIONES	100.000,0	PESOS
PAOLA ALBERTINI AMENABAR	0,45	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SOLANGE PAULINA O"BRIEN QUEZADA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
NELSON RODOLFO CIFUENTES VÉLIZ	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MANUEL LEONEL CARMONA ROJAS	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MANUEL LEONEL CARMONA ROJAS	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
LORENA DE LOURDES PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ADRIANA ESTELA DEL ROSARIO PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CARLOS FEDERICO THUMM GONZÁLEZ	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CECILIA VERÓNICA LÓPEZ AVARIA	0,27	ACCIONES	3.500.000,0	PESOS
CECILIA VERÓNICA LÓPEZ AVARIA	0,29	ACCIONES	3.500.000,0	PESOS
MAGDA ANGELICA MOLINA FREDES Y OTRA	0,45	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ADRIANA INÉS AGUIRRE FARIAS	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JORGE GUILLERMO PIZARRO NAVARRO Y OTROS	0,50	ACCIONES		
JORGE GUILLERMO PIZARRO NAVARRO Y OTROS	0,95	ACCIONES		
HUMBERTO MANUEL JIMÉNEZ ALEGRE	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CRISTIAN EDUARDO URRUTIA AVILA	0,45	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CATALINA ROSALBA ZAN GUERRERO	0,24	ACCIONES		
OSCAR EDUARDO SALAS CARMONA		ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SOC. INMOBILIARIA NOVA S.A.	0,50	ACCIONES	2.500.000,0	PESOS
SOC. INMOBILIARIA NOVA S.A.	0,50	ACCIONES	2.500.000,0	PESOS
CONSTANCE MICHELLE DURANDEAU PELAEZ	0,18	ACCIONES	9.300.000,0	PESOS
MARIO HUMBERTO BAEZA ARIAS	0,27	ACCIONES	33.740,0	PESOS
RODRIGO ANDRÉS SOTO MOYA	0,14	ACCIONES	200.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
RODRIGO ANDRÉS SOTO MOYA	0,14	ACCIONES	200.000,0	PESOS
CONSTRUCTORA DOMINORTE S.A.	0,18	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
JUAN RICARDO MONTAÑO VILLEGAS	0,30	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARÍA FELICITA DALLASERRA ABOLIS	21,80	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
JORGE ANDRES JULIA GODOY	10,94	ACCIONES		
NELSON VLADIMIR ZEPEDA PÉREZ	1,40	ACCIONES	1.600.000,0	PESOS
MARÍA OLGA ORELLANA SANHUEZA		ACCIONES	250.000,0	PESOS
ABRAHAM LEONARDO MOLINA MUNOZ	0,13	ACCIONES	6.500.000,0	PESOS
RONAL CHRISTIAN ROBERT DAVIS Y OTRA	0,30	ACCIONES	500.000,0	PESOS
HILDA TERESA MONARDES VASGAS	0,02	ACCIONES		
NORMAN DEL ROSARIO ORTEGA PIZARRO	0,04	ACCIONES	400.000,0	PESOS
PEDRO VIRGINIO CONTRERAS ORMAZABAL	4,62	ACCIONES	15.000.000,0	PESOS
PEDRO VIRGINIO CONTRERAS ORMAZABAL	4,68	ACCIONES	15.000.000,0	PESOS
RONALD CHRISTIAN ROBERT DAVIS	4,84	ACCIONES	1.600.000,0	PESOS
PAULO CARLOS QUIROZ FUENTES	0,24	ACCIONES	160,0	UF
ELIZABETH DEL CARMEN GONZÁLEZ CAMPILLAY	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PATRICIA CRISTINA PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
DIÓGENES ENRIQUE PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIO HUMBERTO EULOGIO PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
OLGA NORMA PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
AGUSTINA ERNESTINA AGUIRRE ACOSTA	0,40	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
ARTURO OJEDA COSSIO	0,40	ACCIONES		
ARTURO OJEDA COSSIO	0,40	ACCIONES		
CELIA DEL TRANSITO VALENCIA ARAYA	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CELIA DEL TRÁNSITO VALENCIA ARAYA	0,24	ACCIONES	200.000,0	PESOS
GUSTAVO SEGUNDO PIZARRO ROJAS	6,29	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
ALBERTO CONSTANTE POMAROLLI PETRI	5,69	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
GERARDO JORGE MENA EDWARDS Y OTRA	0,18	ACCIONES	1.600.000,0	PESOS
PATRICIO OSVALDO SOTO ARAYA	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARÍA JOSÉ OLIVARES SANTANDER	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
LINDA BERYL GOWER	0,23	ACCIONES	30,0	UF
IVÁN ANTONIO COFRÉ GUERRERO	0,40	ACCIONES	1.200.000,0	PESOS
RODRIGO CALDERON ARMSTRONG	0,29	ACCIONES	100,0	UF
MARISOL BENILDA SANTANDER VEGA	10,24	ACCIONES		
MARCO ANTONIO ZEBALLOS BALDECCHI	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CAROLINA DEL PILAR PERALTA BAHAMONDES	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GLADYS DEL CARMEN CABEZAS TAPIA	4,72	ACCIONES		
GLADYS DEL CARMEN CABEZAS TAPIA	0,15	ACCIONES		
MARIA ANGELICA BAEZ YAÑEZ	0,46	ACCIONES		
FRANCISCO ADRIÁN MARTÍNEZ ROJAS	0,06	ACCIONES	120.000,0	PESOS
MIGUEL DEL CARMEN ASTUDILLO PEÑA	0,07	ACCIONES	120.000,0	PESOS
ADRIAN ENRIQUE BRICEÑO NOLAN	0,46	ACCIONES	4.500.000,0	PESOS
CLAUDIA MACARENA LORCA YAÑEZ	0,05	ACCIONES	250.000,0	PESOS
DENISE ANDREA LEPELEY CAMBIASO	0,05	ACCIONES	1.833.900,0	PESOS
RAMON FELIPE BELMAR NAUDON	0,13	ACCIONES	1.833.900,0	PESOS
SCOTIABANK SUB AMERICANO	0,25	ACCIONES	1.601.310,0	PESOS
GUILLERMINA DEL CARMEN VASQUEZ NARVAE	0,27	ACCIONES	50.000,0	PESOS
JUDITH PAOLA ARANCIBIA AVILA	5,81	ACCIONES		
GIORGIO BERTOLLA BORTOLOTTI	6,29	ACCIONES	4.500.000,0	PESOS
SOCIEDAD INMOBILIARIA Y DE INVERSIONES ECHEVERRIA	0,45	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CRISTIAN ALBERTO WAGNER MUÑOZ	0,19	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GLADYS XIMENA GONZÁLEZ MARIN	0,13	ACCIONES	200.000,0	PESOS
BANCO DEL DESARROLLO	1,27	ACCIONES	3.500.000,0	PESOS
GUSTAVO MERY ROMAN	2,45	ACCIONES	3.314.250,0	PESOS
CARMEN MARIA ISABEL JORQUERA ZEPEDA	0,37	ACCIONES	100.000,0	PESOS
HELVECIA SOLEDAD CUADRA AVILÉS	0,11	ACCIONES	200.000,0	PESOS
GUIDO OSVALDO ROJAS FUENZALIDA	0,25	ACCIONES	50,0	UF
RODRIGO ENRIQUE ALFONSO GELTEN	0,45	ACCIONES	800.000,0	PESOS
HERNAN EDUARDO TRIGO JUICA	0,21	ACCIONES		
RUBEN ANGEL GALLEGUILLOS JUICA	10,79	ACCIONES		

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
MIGUEL ANTONIO CORTÉS MILLA	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JOSE MANUEL VALENZUELA GAJARDO	0,23	ACCIONES	465,0	UF
WILSON GUILLERMO ALUCEMA GODOY	0,50	ACCIONES	100.000,0	PESOS
MARCELO JORGE TORRES FAUNDEZ	0,27	ACCIONES	920.150,0	PESOS
MARCELO JORGE TORRES FAUNDEZ	0,29	ACCIONES	920.150,0	PESOS
MARCO ANTONIO ZEBALLOS BALDECCHI	0,40	ACCIONES	400.000,0	PESOS
RITA ADRIANA MENDEZ LOPEZ	0,50	ACCIONES	200,0	UF
MARGARITA CLAUDIA GODOY ARAYA	6,96	ACCIONES		
JAVIER ALBERTO PIZARRO JILIBERTO	0,95	ACCIONES		
SUCESION ARANCIBIA AVILA Y OTROS	5,81	ACCIONES		
HECTOR DOMINGO ARCE CERDA	0,22	ACCIONES		
LUIS ALBERTO VEGA GARCIA	2,45	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
INMOBILIARIA NOVA S.A	0,50	ACCIONES		
CRISTIAN ALBERTO WAGNER MUÑOZ	0,19	ACCIONES		
MANUEL ARZOBINDO BELTRAN MUÑOZ Y OTROS	0,25	ACCIONES	200.000,0	PESOS
EVA ANNEDA RUSTON	0,33	ACCIONES	200,0	UF
SOCIEDAD INVERSIONES VALLE NUEVO LIMITADA	0,14	ACCIONES		
LUIS RODRIGO MERY NELSON Y OTROS	1,25	ACCIONES		
RICARDO PALMA CONTESSE	0,21	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
WALESKA NATALIA ROJAS RIVERO	0,10	ACCIONES	900.000,0	PESOS
HUGO ORTIZ MUÑOZ	0,11	ACCIONES	300.000,0	PESOS
HANS MUNDIAL GALVEZ PEÑA Y LILLO	0,18	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JULIO EDUARDO GAJARDO SILVA	0,11	ACCIONES	300.000,0	PESOS
ISOBEL DAWN MEIKLE JONAS	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MAURICIO JAVIER SFEIR MERY	6,37	ACCIONES	9.555.000,0	PESOS
CARLOS SEGUNDO GUTIÉRREZ ROJAS	0,14	ACCIONES	200.000,0	PESOS
HUGO DEL CARMEN ALBURQUERQUE OLIVARES	0,14	ACCIONES	200.000,0	PESOS
MARIA FRANCISCA KARADIMA SKARMETA Y OTRO	0,27	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
LUIS ARNOLDO CORTEZ SOTO	0,26	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
RICARDO WOLFGANG ALBERTO BEY MADLER	0,20	ACCIONES	200.000,0	PESOS
DAVID ILDEFONSO FLORES	0,23	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
JAMES BABCOCK HUGHES	0,27	ACCIONES	896.356,0	PESOS
IGOR SANTIAGO RUZ ORTIZ	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ERWIN JORGE WEGERTSEDER OYARZÚN	0,23	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ESTELA DEL CARMEN MUÑOZ ALBANES	4,33	ACCIONES	2.022.720,0	PESOS
ADRIANA DEL ROSARIO ARANCIBIA MUÑOZ	0,58	ACCIONES	136.364,0	PESOS
PATRICIO EDUARDO ARANCIBIA MUÑOZ	0,58	ACCIONES	136.364,0	PESOS
LUIS PATRICIO SEGOVIA CORTES Y OTRO	0,12	ACCIONES		
RUDECINDO ANTONIO ARANCIBIA MUÑOZ	0,29	ACCIONES	68.182,0	PESOS
HECTOR DOMINGO ARCE CERDA	0,16	ACCIONES		
HECTOR DOMINGO ARCE CERDA	0,16	ACCIONES		
ESTER DEL ROSARIO PASTENES CERDA	0,05	ACCIONES	600.000,0	PESOS
ESTER DEL ROSARIO PASTENES CERDA	1,01	ACCIONES	600.000,0	PESOS
MARIO RENATO CAUPOLICAN GARCIA SALINASA	0,14	ACCIONES		
JORGE ANDRES MEDINA AREVALO	0,25	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
AMADIEL JOAQUIN GALLARDO PASTEN	0,13	ACCIONES	800.000,0	PESOS
CARMEN DEL ROSARIO BARRAZA CUELLO	0,26	ACCIONES		
CARMEN DEL ROSARIO BARRAZA CUELLO	10,24	ACCIONES		
INMOBILIARIA ECOMAC S.A	0,46	ACCIONES	430.445,0	PESOS
IINMOBILIARIA ECOMAC S.A	10,26	ACCIONES	1.863.000,0	PESOS
INMOBILIARIA ECOMAC S.A	3,55	ACCIONES	3.889.000,0	PESOS
INMOBILIARIA ECOMAC S.A	0,27	ACCIONES	854.244,0	PESOS
INMOBILIARIA ECOMAC S.A	0,57	ACCIONES	739.385,0	PESOS
HECTOR DOMINGO ARCE CERDA	0,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
HECTOR DOMINGO ARCE CERDA	0,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
HECTOR DOMINGO ARCE CERDA	0,11	ACCIONES	200.000,0	PESOS
ERNESTO FRANCISCO AGUIRRE CORTES	5,75	ACCIONES		
MIRIAM ISOLINA BARRAZA ZURITA	0,19	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
RUBEN ALFREDO GONZALEZ VERGARA	0,27	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
GUSTAVO ALEJANDRO DUBO GALLEGUILLOS	0,07	ACCIONES		
JORGE ORLANDO MEJIAS REYES	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JUAN PABLO MASNU MALDONADO	0,34	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GIGLIO ITALO BARBLARO ANES	0,16	ACCIONES		
CHRISTIAN ROBERT DAVIS RONALD	0,30	ACCIONES		
SOCIEDAD DE INVERSIONES VALLE NUEVO LIMITADA	0,08	ACCIONES		
MARCIA VERONICA CARPIO MANCILLA	0,25	ACCIONES		
SILVIA MARIA SANCHEZ RIVEROS	0,25	ACCIONES		
CELESTINO ALBERTINI BOROLAMEOLLI	0,59	ACCIONES		
LUIS PATRICIO SEGOVIA CORTES Y OTRO	0,12	ACCIONES		
MARIO NORBERTO MADRID CRSITIA Y OTRA	0,25	ACCIONES		
HUMBERTO ENRIQUE VELIZ LUNA	2,34	ACCIONES		
MARCELO SFEIR SOLAR	0,27	ACCIONES		
MARIO DEL ROSARIO PASTEN RIOS	0,10	ACCIONES		
JULIO RAFAEL CUBILLO JIMENEZ	0,25	ACCIONES	275,0	UF
RONALD LUCIANO ECHAVARRIA OLIVARES	0,41	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
RONALD LUCIANO ECHAVARRIA OLIVARES	0,41	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
ROXANA MAGDALENA ECHAVARRIA OLIVARES	0,45	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
CLAUDIA ALEJANDRA TAPIA ZAMBRA	0,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GILDA CECILIA SILVA CORTES	0,49	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GUILLERMO AUGUSTO HERRERA GALVEZ	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SANDRA ROCIO DE LAS MERCEDES FORERO ORDOÑEZ	0,14	ACCIONES	300,0	UF
RODRIGO EDUARDO FAUNDEZ ARAYA	0,25	ACCIONES	260,0	UF
RODRIGO EDUARDO FAUNDEZ ARAYA	0,25	ACCIONES	270,0	UF
CRISTIAN DOMINGUEZ VALDES	0,27	ACCIONES		
VENANCIO DEL CARMEN GALLEGUILLOS CAMPOS	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
EFRAIN DEL CARMEN MARTINEZ GARCIA	0,17	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIA CECILIA DEL CARMEN BRITO ZUÑIGA	0,30	ACCIONES	250.000,0	PESOS
MARIA LORENA BRITO ZUÑIGA	0,30	ACCIONES	250.000,0	PESOS
MARIA EUGENIA DUBO GALLEGUILLOS	0,01	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOLANGE PAULINA O´BRIEN QUEZADA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
LUIS GUILLERMO BOLADOS TORRES	0,55	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
LUIS GUILLERMO BOLADOS TORRES	0,57	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
GIOVANNI ALBERTINI BARTOLAMEOLLI	0,45	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
RODRIGO ANTONIO DURAN CÓRDOVA	0,11	ACCIONES	500.000,0	PESOS
EMILIO GUILLERMO MUNDIGO RIVADENEIRA	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
LIDIA ALBERTINI BORTOLAMEOLLI	0,45	ACCIONES		
BESTECINDO ASCENCION MOLLO OLMOS	4,52	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
NURY HAYDEE ARAYA GUERRA	4,61	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
ESTELA DEL ROSARIO VEGA GÓMEZ	0,03	ACCIONES	600.000,0	PESOS
MIGUEL ALFONSO OSSANDON VEGA	0,78	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
NOLBERTO DEL TRANSITO BRUNA ROJAS	0,26	ACCIONES	300.000,0	PESOS
NOLBERTO DEL TRANSITO BRUNA ROJAS	0,26	ACCIONES	300.000,0	PESOS
SOCIEDAD INVERSIONES ALEDAN S.A.	5,21	ACCIONES	630,0	UF
ANA CECILIA ISABEL GODOY PEREZ	0,24	ACCIONES		
ANA CECILIA ISABEL GODOY PEREZ	5,57	ACCIONES		
KATHERINE AYLIM BERNAL ROCCA	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FERNANDO RODRIGO MORAGA GONZALEZ	1,00	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
ROLANDO HERNAN ARTAL BALBONTIN	0,45	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
MARISOL VIRGINIA CALLEGARI PEZZANI	9,00	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JESSICA DE LAS MERCEDES VALDIVIA ROJO	0,36	ACCIONES	600.000,0	PESOS
JESSICA DE LAS MERCEDES VALDIVIA ROJO	0,18	ACCIONES	400.000,0	PESOS
HECTOR ALAMIRO SEGOVIA ALVAREZ	4,56	ACCIONES		
CECILIA JEANETTE ZBINDEN MONDACA	0,25	ACCIONES	1.250.000,0	PESOS
JUAN ENRIQUE CHAVEZ LOPEZ	0,25	ACCIONES	1.200.000,0	PESOS
SERGIO OPMAR FLORES CORROTEA	0,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
RAUL VICENTE ROJAS CORTES	3,11	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JAIME ANDRES ANGUITA GARCIA	0,24	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
HERNAND ENRIQUE AGUILERA VERA	0,25	ACCIONES	200.000,0	PESOS
PATRICIO SEGUNDO LAGOS VERGARA	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIA ANGELICA CARVAJAL TAPIA	0,11	ACCIONES	200.000,0	PESOS
CRISTINA DEL CARMEN ARAYA RODRIGUEZ	0,11	ACCIONES	300.000,0	PESOS
MARIA LUCIA CASTAÑEDA PERALTA	2,57	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
JOSE ERASMO RIVAS TRONCOSO	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JUAN ENRIQUE VARGAS RODRIGUEZ	2,10	ACCIONES	1.100.000,0	PESOS
MARIA GARBIELA VARGAS RODRIGUEZ	2,00	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JAIME ANTONIO MARTÍNEZ CHÁVEZ	2,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
WALTER RAIMUND BARTELT PSENSKY	4,50	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
GREGORIA FLORES FLORES	5,00	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
ANDRES CANCINO QUEZADA	0,25	ACCIONES	155,0	UF
ALBERTO CONSTANTE POMAROLLI PETRI	18,40	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
RICARDO FRANCISCO ERLER SANDOVAL	5,45	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
BESTECINDO ASCENCION MOLLO OLMOS	5,93	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
ITALIA ROMANINA MASUERO MUÑOZ	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ALFREDO BERTOLLA BORTOLLOTTI	1,00	ACCIONES	500.000,0	PESOS
RICARDO FRANCISCO ERLER SANDOVAL	5,09	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
CARMEN LUZ CORTES LOPEZ	4,76	ACCIONES		
JAVIER ANTONIO CORTES LOPEZ	0,14	ACCIONES		
SOCIEDAD AGRÍCOLA ESTANCIA SAN JUAN LIMITADA	0,27	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
EDITH DEL CARMEN CORDES PIZARRO	0,04	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ATILIO CALLAGRI PEZZANI	6,17	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
PRUDENCIO ADOLFO DEL CARMEN PASTENES PASTENES	1,10	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
OMAR CARIM JATIP AGUILERA Y OTRA	0,18	ACCIONES	3.354.400,0	PESOS
FACTORLINE S.A	0,70	ACCIONES	1.480.456,0	PESOS
MANUEL FERNANDO ORELLANA POBLETE	5,09	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
LUCIANO ERLER MONAUNI	0,18	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
LORENA BEATRIZ GONZALEZ LOYOLA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JULIO CESAR SALFATE CLARO	0,25	ACCIONES	5.929.700,0	PESOS
JAIME ARISTIDES PINTO PINTO	1,50	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
JOSE ALEJANDRO MORENO FARIÑA	4,00	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
GALLEGUILLOS Y DIAZ INMOBILIARIA LIMITADA	0,14	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CARLOS ALBERTO SOLAR MONDACA	0,01	ACCIONES	300.000,0	PESOS
INMOBILIARIA E INVERSIONES MANTOCHRISAL LIMITADA	0,27	ACCIONES	200.000,0	PESOS
MARCIA VALESKA SALINAS CONTRERAS	0,27	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PATRICIA EMA CUBILLLOS RIVERA	0,27	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JAIME ALBERTO INOSTROZA SALINAS	0,31	ACCIONES	700.000,0	PESOS
MARIA ANTONIETA MEDINA LEBEL	0,27	ACCIONES	200.000,0	PESOS
MARIA ANTONIETA MEDINA LEBEL	0,29	ACCIONES	200.000,0	PESOS
LUCIA TERESA CASTILLO MARIN	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JUAN PABLO MASNU MALDONADO	0,34	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ALFREDO BERTOLLA BORTOLOTI	6,53	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
GLADYS ELENA ROJAS ROMERO	4,48	ACCIONES		
RUTH ELIANA RIVERA MORENO	0,25	ACCIONES	250.000,0	PESOS
PAOLA ALEJANDRA FREDES TOLEDO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
NVERSIONES MARIA OLGA ORELLANA Y COMPAÑIA	2,84	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MARLET LAGOS VERGARA	0,10	ACCIONES	300.000,0	PESOS
JUAN ALBERTO ALCAYAGA PAEZ	0,75	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIA SUSANA PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ISOBEL DAWN MEIKLE JONAS	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SANDRA VERONICA SANHUEZA BUSTOS	4,65	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
ALVARO JAVIER BASUALTO ARANDA	0,24	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
EDGARDO ERNESTO ZEPEDA GONZALEZ	0,30	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ALICIA VIVIANA VERGARA POCH	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GUILLERMO ENRIQUE FREDES ALVAREZ	16,00	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ADRIANA ESTELA DEL ROSARIO PINTO PINTO Y OTROS	2,06	ACCIONES		
MANUEL MERY DIAZ DIAZ	0,03	ACCIONES	600.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
INVERSIONES ALEDAN S.A	0,80	ACCIONES	50,0	UF
PATRICIO ANDRES LEIVA VARAS Y OTROS	5,93	ACCIONES		
RODRIGO ANDRES MUNIZAGA URRUTIA	0,21	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
CARLOS FERNANDO MERY MERY	1,23	ACCIONES	1.656.450,0	PESOS
MARTA CECILIA PASTENES PASTENES	1,10	ACCIONES	600.000,0	PESOS
MARIO ENRIQUE JOSE OLIVARES RODRIGUEZ Y OTROS	0,15	ACCIONES	250.000,0	PESOS
JEANNETTE PAOLA MAULEN MORA	0,15	ACCIONES	600.000,0	PESOS
SERGIO DAGOBERTO PIZARRO MUNOZ	0,27	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
NATALIYA CHERNIY Y OTRA	0,16	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GUILLERMO RODRIGO DIAZ VILCHES	0,40	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MARISOL VIRGINIA CALLEGARI PEZZANI	7,53	ACCIONES	16.000.000,0	PESOS
NICOLAS KRIUKOV SPODINE	0,16	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JORGE GUSTAVO REYGADAS MORALES	0,40	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
YANIRA DEL CARMEN ZARRIAS ASTUDILLO	0,14	ACCIONES	34,0	UF
ALEJANDRA ORIETTA SAAVEDRA BERMONT	0,03	ACCIONES	8.250.000,0	PESOS
ALEJANDRA ORIETTA SAAVEDRA BERMONT	0,29	ACCIONES	8.250.000,0	PESOS
CASTRO TORRRES SUSANA ISABEL	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PEDRO SAMUEL VARGAS CONTRERAS	0,11	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIA GRACIELA MUÑOZ TORREJON	0,10	ACCIONES	200.000,0	PESOS
MARIA GRACIELA MUÑOZ TORREJON	2,40	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
IVAN ARTURO PEREZ MUÑOZ	0,02	ACCIONES	100.000,0	PESOS
IVAN ARTURO PEREZ MUÑOZ	0,48	ACCIONES	200.000,0	PESOS
ADRIANA EDITH PEREZ MUÑOZ	0,02	ACCIONES	100.000,0	PESOS
ADRIANA EDITH PEREZ MUÑOZ	0,48	ACCIONES	200.000,0	PESOS
CARLOS MAURICIO PEREZ MUÑOZ	0,02	ACCIONES	100.000,0	PESOS
CARLOS MAURICIO PEREZ MUÑOZ	0,48	ACCIONES	200.000,0	PESOS
CARLOS MAURICIO PEREZ MUÑOZ	0,02	ACCIONES	100.000,0	PESOS
CARLOS MAURICIO PEREZ MUÑOZ Y OTROS	0,48	ACCIONES	200.000,0	PESOS
MARY CARMEN DALLASERRA ABOLIS	0,27	ACCIONES	500.000,0	PESOS
RODRIGO CALDERON LO MORO Y COMPANIA O CALDERON Y CIA	0,27	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
RODRIGO CALDERON LO MORO Y COMPANIA O CALDERON Y CIA	12420,00	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
MARIELA DE LOS ANGELES SOVINO VERGARA	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JOSE MGIUEL CARMONA JULIO	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
IVAN DEL ROSARIO NUÑEZ ARAYA	0,25	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
AGUILERA LORCA CLAUDIA ANDREA	0,16	ACCIONES	200.000,0	PESOS
ROJAS ALBARNEZ NOEMI MARGARITA	0,72	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
ICAZA NUÑEZ CLAUDIO ANDRES	0,15	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GUERRA OVIEDO MONICA ANDREA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GALLEGUILLOS CAMPOS VENANCIO DEL CARMEN	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MERY CORTES PATRICIA CAROLINA	0,14	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
TAPIA GUZMAN ROMUALDO EXEQUIEL	0,14	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MEDINA BACARREZZA CARLOS HUMBERTO	0,01	ACCIONES	350.000,0	PESOS
JORQUERA JORQUERA RODRIGO HORACIO	0,01	ACCIONES	200.000,0	PESOS
GALLEGUILLOS CAMPOS VENANCIO DEL CARMEN	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BASSI SORENSEN EVELYN CLAUDIA	0,60	ACCIONES	200.000,0	PESOS
TORRES GUERRA NELSON ALEX	0,09	ACCIONES	38,0	UF
CENTRO SOCIAL Y CULTURAL LA ACACIA SERENENSE	0,15	ACCIONES	300.000,0	PESOS
MONICA BEATRIZ PEREZ MUÑOZ	0,02	ACCIONES	100.000,0	PESOS
MONICA BEATRIZ PEREZ MUÑOZ	0,48	ACCIONES	200.000,0	PESOS
JUANA ELENA CORTES ANACONA	0,13	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
EDITH MAGDALENA ALIAGA BONILLA COMERCIAL IMPORTADORA EXPORTA	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLI	5,52	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
EDUARDO DOMINGUEZ VALDES	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ALEJANDRO CARLOS SZABO HOHL	0,24	ACCIONES	200,0	UF
PAULO BERTOLLA BORTOLITTI	5,57	ACCIONES	300.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
PAULO BERTOLLA BORTOLITTI	5,57	ACCIONES	200.000,0	PESOS
INMOBILIARIA SAN MARTIN LTDA	1,27	ACCIONES	2.500.000,0	PESOS
MARIO GASTON ZAVALA MARDONES	0,15	ACCIONES	500.000,0	PESOS
EDUARDO FRANKLIN AMBLER VILLALOBOS Y OTRO	0,30	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
WALDEMAR BARRIENTOS GUTIERREZ	0,10	ACCIONES	50.000,0	PESOS
SILVIA MULLNER	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
EDUARDO DOMINGUEZ VALDES	0,19	ACCIONES	500.000,0	PESOS
EDUARDO DOMINGUEZ VALDES	0,19	ACCIONES	500.000,0	PESOS
EDUARDO DOMINGUEZ VALDES	0,23	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MARIELA DEL CARMEN TELLO TAPIA	0,13	ACCIONES	1.300.000,0	PESOS
MANUEL ARTURO CONTADOR CORTES	13,50	ACCIONES	12.329.809,0	PESOS
MARIA ANGELA MALUENDA MALUENDA	0,24	ACCIONES		
MARIA ANGELA MALUENDA MALUENDA	5,39	ACCIONES		
IMPORTADORA, EXPORTADORA Y DISTRIBUIDORA E.I.R.L.	0,16	ACCIONES	200.000,0	PESOS
FERNANDEZ BEHNCKE GONZALO HERIBERTO EUGENIO	0,25	ACCIONES	250.000,0	PESOS
BAEZA VASQUEZ MARTIN EUGENIO	0,27	ACCIONES	49,4	UF
ROSA HERMINIA CORTES FLORES	0,10	ACCIONES	300.000,0	PESOS
ARAYA ARANCIBIA GUILLERMO ALEJANDRO	0,01	ACCIONES	200.000,0	PESOS
FERNANDO AGUIRRE SOTO	0,21	ACCIONES	123,0	UF
INVERSIONES HUASCO LTDA	0,19	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES HUASCO LTDA	0,19	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES HUASCO LTDA	0,23	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES HUASCO LTDA	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FLORES FLORES GREGORIA	0,50	ACCIONES	450.000,0	PESOS
FLORES FLORES GREGORIA	0,50	ACCIONES	450.000,0	PESOS
PARRA OLIVARES CARMEN ELIANA	0,55	ACCIONES	10.000.000,0	PESOS
FLORES FLORES GREGORIA	0,50	ACCIONES	450.000,0	PESOS
FLORES FLORES GREGORIA	0,50	ACCIONES	450.000,0	PESOS
FLORES FLORES GREGORIA	0,43	ACCIONES	425.000,0	PESOS
MANFREDI AGUIRRE IVO ALFREDO	0,15	ACCIONES	1.507.308,0	PESOS
BARRAZA VALENZUELA ELBA CAROLINA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SEPULVEDA VIERA ALEJANDRA MARIELA	0,80	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
RIVERA CONTRARAS RINA DEL CARMEN Y OTROS	8,72	ACCIONES		
GUERRERO AZOLAS SARA CARLINA Y OTRO	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
AZOCAR MONASTERIO PATRICIO GUILERMO	0,18	ACCIONES	96,3	UF
ALCAZARRA PINO MARCO ANTONIO	0,19	ACCIONES	18,0	UF
RUIZ-ABURTO RIOSECO MANUEL RODOLFO Y OTROS	54,90	ACCIONES		
CALLEGARI PEZZANI MARISOL VIRGINIA	7,53	ACCIONES	16.000.000,0	PESOS
JOPIA PASTEN RAMOS LUIS	2,41	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
ARTAL BALBONTIN RICARDO JAVIER Y OTROS	0,49	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
BONANI ALVAREZ JESSICA MARIA ANGELINA	0,09	ACCIONES	78,0	UF
BERTOLLA BORTOLITTI GIORGIO	4,50	ACCIONES	6.000.000,0	PESOS
INVERSIONES E INMOBILIARIA SARSOL LTDA	0,41	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
ITE DIAZ ROLANDO ERNESTO DEL ROSARIO Y OTROS	0,06	ACCIONES		
ITE DIAZ ROLANDO ERNESTO DEL ROSARIO Y OTROS	4,71	ACCIONES		
ARAYA GUERRERO MIRNA MARIA	1,00	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
RODRIGUEZ MILLA TERESA DE JESUS	0,30	ACCIONES	300.000,0	PESOS
PIZARRO ROJAS GUSVAO SEGUNDO	2,34	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
AGRICOLA MARIA EUGENIA LIMITADA	14,71	ACCIONES	14.000.000,0	PESOS
FONDO DE INVERSION INMOBILIARIA LAS AMERICAS FUNDACION	0,55	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
OLGA PATRICIA ELGUETA RIVERO	0,10	ACCIONES	300.000,0	PESOS
VICTOR OSVALDO PASTEN ANACONA	0,10	ACCIONES	300.000,0	PESOS
MARIA DEL ROSARIO MOORE JERALDO	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
LUIS HUMBERTO VILLAGRAN CASTELLON	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOCIEDAD AGRICOLA ORELLANA LIMITADA Y AGRICOLA Y COMERCIAL CARO HERMANOS LIMITADA	6,00	ACCIONES	9.000.000,0	PESOS
SOCIEDAD AGRICOLA ORELLANA LIMITADA Y AGRICOLA Y COMERCIAL CARO HERMANOS LIMITADA	4,67	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
SOCIEDAD AGRICOLA ORELLANA LIMITADA Y AGRICOLA Y COMERCIAL CARO HERMANOS LIMITADA	3,72	ACCIONES	6.000.000,0	PESOS
ALFREDO FERNANDO GOMEZ BALBONTIN	0,29	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
OSCAR ALBERTO PEÑA Y LILLO ANACONA	0,30	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JUANRICARDO MONTAÑO VILLEGAS	0,21	ACCIONES	280.000,0	PESOS
JULIO ARMANDO ALVAREZ SANTANDER	1,10	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CORTES RODRIGUEZ, CLAUDIO HERNAN Y OTROS	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ARAYA OLIVARES, ALVARO NEMESIO	0,63	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VALLE GRANDE SA	7,19	ACCIONES	14.380.000,0	PESOS
VALLE GRANDE SA	8,71	ACCIONES	17.420.000,0	PESOS
VALLE GRANDE SA	1,52	ACCIONES	3.040.000,0	PESOS
LEVA DENEGRI HAYDEE EMMA DEL CARMEN	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VILLARROEL CARVALLO, CHRISTIAN ARTURO Y OTRO	6,00	ACCIONES	141,0	UF
GONZALEZ ROJAS, ALEJANDRA FRANCISCA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CONSTANZI FUENTES, SILVANA PIEDRINA	0,38	ACCIONES	400.000,0	PESOS
ESTUDIO, INVERSIONES Y DESARROLLO SA	54,09	ACCIONES	80.000.000,0	PESOS
CEBALLOS VARGAS, RODRIGO ANDRES Y OTRO	5,70	ACCIONES	5.342.713,0	PESOS
ARCE CERDA HECTOR DOMINGO	0,37	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
RIQUELME BOLADOS ROSARIO REBECA	0,25	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
CARVAJAL VEGA DANIELLA DEL PILAR	0,23	ACCIONES	200.000,0	PESOS
PINO LOPEZ MARIO OSVALDO	0,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
PASTEN DIAZ, NADIA HAYDEE	0,14	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GACITUA CAVAGNARO CLAUDIO ALFREDO	0,30	ACCIONES	800.000,0	PESOS
SOCIEDAD EDUCACIONAL MI PANAL LTDA	0,21	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
INMOBILIARIA E INVERSIONES ANANDA LTDA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
DARUICH PETITO, JOSE MIGUEL	0,37	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
VARAS JERIA, CHRISTIAN RODRIGO	0,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FERRERA MARTINEZ, MARIO GABRIEL	2,16	ACCIONES	10.000.000,0	PESOS
FERRERA MARTINEZ MARIO GABRIEL	1,28	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
BARRAZA COLLAO ANA VALERIA Y OTROS	0,55	ACCIONES		
BARRAZA COLLAO ANA VALERIA Y OTROS	4,92	ACCIONES		
RAMIREZ SORIANO SEERGIO LEONCAN	0,34	ACCIONES	800.000,0	PESOS
GOMEZ GONZALEZ, AMANDA DEL CARMEN	0,95	ACCIONES	500.000,0	PESOS
LEON KOLIMBATOVIC CAROLINA ALEJANDRA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ROBLEDO MEZA, BEATRIZ FERNANDA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CONTRERAS CASTILLO JUAN CARLOS	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GALVEZ GISSELEIRE, HECTOR JOSE Y OTRA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CORVALAN ASTUDILLO, LUDY REBECA	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ZAMORANO VILLALOBOS, FERNANDO ESTEBAN Y OTRAS	0,18	ACCIONES		
ZAMORANO VILLALOBOS FERNANDO ESTEBAN Y OTROS	0,18	ACCIONES		
ZAPATA MESSINA, OLGA TATIANA	8,84	ACCIONES	17.000.000,0	PESOS
CERENIC MARIN NICOLAS EDUARDO Y OTRO	0,14	ACCIONES		
CERENIC MARIN NICOLAS EDUARDO Y OTRO	5,00	ACCIONES		
SOCIEDAD DE INVERSIONES NEPCAM LTDA	0,14	ACCIONES	124.110,0	PESOS
SOCIEDAD DE INVERSIONES NEPCAM LTDA	5,00	ACCIONES	4.500.000,0	PESOS
GONZALEZ GONZALEZ, JAVIER PATRICIO	0,20	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VALENCIA ZAMORA, ALONSO ANIBAL	0,30	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GONZALEZ FERNANDEZ TANIA MARIELA	0,11	ACCIONES	500.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
INVERSIONES PEDEMONTE SA	4,00	ACCIONES	10.000.000,0	PESOS
NAVARRETE HIDALGO CESAR FERNANDO	0,19	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ARCE CERDA HECTOR DOMINGO	7,85	ACCIONES	19.625.000,0	PESOS
LAGOS VERGARA PATRICIO SEGUNDO	0,23	ACCIONES	15,0	UF
SALDIVAR AUGER RAUL FERNANDO	0,28	ACCIONES	200.000,0	PESOS
RAMIREZ MARTNEZ VARINIA UBERLINDA MARIA	0,34	ACCIONES		
ELLIES CARVAJAL, CHRISTIAN JULIO Y OTRA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOCIEDAD INMOBILIARIA E INVERSIONES BONUM SA	0,10	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
DAIRE DIAZ PEDRO MANUEL	17,42	ACCIONES	20.000.000,0	PESOS
DAIRE DAIRE KAMEL AMEL	7,12	ACCIONES	20.000.000,0	PESOS
MUÑOZ VASQUEZ JOVITA EMPERATRIZ	0,14	ACCIONES	200.000,0	PESOS
JAIME CASTILLO, JUAN RAMON Y OTROS	4,85	ACCIONES		
GALVEZ AVAREZ LINO ALBERTO	0,22	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ZULETA GONZALEZ, ENRIQUE ALBERTO	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CORDOVA ECHEVERRIA CAMILO HERNAN	0,19	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GALVEZ AVAREZ LINO ALBERTO	4,88	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SOQUIMICH COMERCIAL SA	0,18	ACCIONES	19.500.000,0	PESOS
SOQUIMICH COMERCIAL SA	6,82	ACCIONES	19.500.000,0	PESOS
ZUÑIGA ALVAREZ LAURA DIOMELINA	6,60	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
SCIEDAD DE INVERSIONES E INMOBILIARIA NORTE DOS SA	0,14	ACCIONES	250.000,0	PESOS
SCIEDAD DE INVERSIONES E INMOBILIARIA NORTE DOS SA	0,14	ACCIONES	250.000,0	PESOS
ARCE TRIVIÑO GILDA PAOLA	10,78	ACCIONES	1.535.533,0	PESOS
ROJAS ROJAS PEDRO RAFAEL	1,20	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
INVERSIONES EGM LIMITADA	0,19	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
INVERSIONES EGM LTDA	0,19	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ASESORIAS E INVERSIONES SAN PEDRO LTDA	0,005	ACCIONES	100.000,0	PESOS
ASESORIAS E INVERSIONES SAN PEDRO LTDA	0,33	ACCIONES	1.900.000,0	PESOS
GALLO MUÑOZ EDUARDO JAVIER	0,19	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MERY ROMAN GUSTAVO HERNANDO	1,83	ACCIONES		
ULLRICH RAILTON KARIN GERDA Y OTRA	0,23	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GUAJARDO GUAJARDO JORGE SEGUNDO	4,70	ACCIONES	600.000,0	PESOS
FIGUEROA SANTIA OSVALDO ENRIQUE	6,67	ACCIONES	200.000,0	PESOS
LOREN SILVA EMELINA DEL CARMEN Y OTRA	7,85	ACCIONES	16.965.000,0	PESOS
AGUIRRE SOTO FRNANDO FELIPE	0,21	ACCIONES	123,0	UF
BOIN HELEN JUAN MIGUEL Y OTROS	0,08	ACCIONES		
BOIN HELEN JUAN MIGUEL Y OTROS	4,05	ACCIONES		
PINTO CORTES JUAN FLORIDOR	0,21	ACCIONES	600,0	UF
KOPP GORMAZ SWINDY HANNELORE	0,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BOIN HELENA JUAN MIGUEL Y OTROS	4,19	ACCIONES		
HENOTT ADAROS PAOLA VALERIA	0,20	ACCIONES	500.000,0	PESOS
OBRAS CIVILES Y MARITIMAS LTDA	0,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MARIN BONILLA, EDUARDO ERNESTO	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES ALVARO EDUARDO SEPULVEDA DALENZ EIRL	0,05	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FLORES ACOSTA, CARLOS	0,29	ACCIONES	100,0	UF
PIZARRO ROJAS, GUSTAVO SEGUNDO	18,40	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
VALER VILLALOBOS, OMAR GUILLERMO	0,20	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
ZAPATA MESINA, OLGA TATIANA	0,16	ACCIONES	2.500.000,0	PESOS
ZAPATA MESINA, OLGA TATIANA	1,41	ACCIONES	2.500.000,0	PESOS
RENDIC KARSTULOVIC, IVAN STYEPSON	0,27	ACCIONES	500.000,0	PESOS
NICOLODI OSORIO, ROSANA MARGARITA	0,42	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CONTRERAS CARMONA, JORGE ANIBAL	0,44	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MUÑOZ GUERRERO, RAUL EDUARDO Y OTRA	23,00	ACCIONES	10,0	UF
SCHWARZ MACFARLANE, JOUKE FRANZ Y OTROS	0,18	ACCIONES		
CORTES AREVALO ALEJANDRO VICTORINO	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
NUÑEZ GUTIERREZ RICARDO	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
RIVEROS ZEPEDA KATIA IVONNE	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CASTILLO MIRANDA JOSE ALIRO	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
VILLEGAS PASTEN MARITZA ALEJANDRA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
ESPINOZA NORAMBUENA RODOLFO VALENTIN	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PETROLEOS TRASANDINOS SA	0,34	ACCIONES	3.444.203,0	PESOS
DIAZ DIAZ MANUEL MERY	0,01	ACCIONES	300.000,0	PESOS
CORTES GATICA ALEJANDRO EUGENIO	0,32	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VALDERRAMA CASTILLO LISANDRO SEGUNDO	0,32	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GALVEZ DUARTE OSCAR MARCELINO	0,40	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SOCIEDAD AGRICOLA MARIA EUGENIA LTDA	9,02	ACCIONES	10.000.000,0	PESOS
TRONCOSO VALENZUELA, MARGARITA DE LAS NIEVES	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BERTOLLA BORTOLOTTI, PAULO	5,39	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
ELLIES SANTANDER, JULIO ALBERTO	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VASQUEZ TOBAR, MARIA DEL CARMEN	0,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SILVA KRAMM, BENIGNO Y OTRO	0,20	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PEREZ PAVEZ, MARIA RAQUEL	0,07	ACCIONES	24,0	UF
SANDOVAL CORCO, ADA Y OTROS	5,63	ACCIONES		
GONZALEZ SASSO, PEDRO PABLO	0,40	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CRUZ PEÑA, CARLOS FRANCISCO	0,18	ACCIONES	50,0	UF
GARCIA VILLALOBOS, LUIS EDMUNDO	0,55	ACCIONES	1.300.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	4,79	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	5,81	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	5,75	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	4,79	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	20,00	ACCIONES	20.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	2,65	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	6,59	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	5,75	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	5,81	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	5,63	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	8,00	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA	5,69	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
AGRICOLA LAS DOS MARIAS SA			1.000.000,0	PESOS
CASTILLO ARAYA, CLAUDIA PAOLA Y OTRO	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
COMERCIAL AGRORAMA CALLEGARI LTDA	0,18	ACCIONES	19.500.000,0	PESOS
COMERCIAL AGRORAMA CALLEGARI LTDA	6,82	ACCIONES	19.500.000,0	PESOS
ORETA RIOS, MARIA ANTONIETA NORMI Y OTROS	0,42	ACCIONES		
BANCO SANTANDER - CHILE	4,02	ACCIONES	8.062.030,0	PESOS
BANCO SANTANDER - CHILE	4,34	ACCIONES	35.000.000,0	PESOS
SCHNETTLER STEGMEIR, JOSE ANTONIO ALEJANDRO	0,18	ACCIONES	20,0	UF
HERNANDEZ MICHAUD, IRIS DEL CARMEN	0,18	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ARAYA ROJAS BERNARDO VICENCIO Y OTRO	4,82	ACCIONES	10.000.000,0	PESOS
BERTOLLA BORTOLOTTI SERGIO	6,83	ACCIONES	10.000.000,0	PESOS
RAIO MIRANDA JUAN ERNESTO	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CAMPAÑA RODRIGUEZ ONDINA ESTER	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VARGAS GARCIA MARIA JOSE	0,34	ACCIONES	50,0	UF
OSORIO POBLETE EUGENIO SANTIAGO	0,51	ACCIONES	4.000.000,0	PESOS
RENDIC LAZO ANTONIO	0,27	ACCIONES	700.000,0	PESOS
CORREA MOLLER FERNANDO SALVADOR	0,09	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CISTERNAS PEREIRA MARIA CRISTINA	0,09	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
HURTADO OLCAY, MARCELO SEGUNDO	0,20	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES HUEYUSCA SA	54,09	ACCIONES	80.000.000,0	PESOS
ANAIS LARRAGUIBEL, JUAN CARLOS	5,02	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
INMOBILIARIA ISABELLA SA	0,18	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
INMOBILIARIA ISABELLA SA	6,95	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
MANZANARES MORALES NELSON ADOLFO	0,32	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BAHRS SOLAR GONZALO GERARDO	0,27	ACCIONES	500.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
MANZANARES MORALES NELSON ADOLFO	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VERGARA VIVANCO EDUVINA DEL ROSARIO	0,10	ACCIONES	200.000,0	PESOS
RENDIC LAZO, JUAN JEORNIMO Y OTROS	0,27	ACCIONES		
VALENZUELA BALANDA RODRIGO	4,85	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
RENDIC LAZO JUAN JERONIMO Y OTROS	0,27	ACCIONES		
VEGA MOLGAS, AGUSTIN IGNACIO	0,11	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES AREYUNA LTDA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES AREYUNA LTDA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JAQUIER LEHUEDÉ EDUARDO TEODORO	266,00	ACCIONES	500.000,0	PESOS
OPAZO VERA LEINY ESPERANZA	1,41	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
ARAYA TRONCOSO, LORENA DEL PILAR Y OTROS	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SALDIVAR, JUAN GUILLERMO	2,00	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
FUENTES RODAS, ROSA CLARA	5,52	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ESCOBAR GODOY, MONICA PAOLA	0,14	ACCIONES	200.000,0	PESOS
ROJAS VARAS JAIME EDUARDO Y OTRO	0,27	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
CERDA MONREAL CLAUDIO ALBERTO			200.000,0	PESOS
PASTEN CASTILLO MELANIA DEL ROSARIO Y OTROS	5,52	ACCIONES		
NORAMBUENA FUENTES LEONIDAS ANTONIO	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FERRERA CAMBLOR PEDRO WILSON	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
HIDALGO ARENAS JESSICA FABIOLA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PINTO PINTO MIREYA PATRICIA ELIZABETH	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ROJAS PORTILLA ABEL ARTURO	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MILLA ESPINOZA ALEJANDRA PAOLA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VARAS JERIA XIMENA ANDREA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
OLIVARES BRAVO JORGE ENRIQUE	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MACFARLANE CATRIONA HOPE	0,18	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOCIEDAD INMOBILIARIA DE INVERSIONES C.A. LTDA	10,03	ACCIONES	########	PESOS
PLAZA ARAYA MANUEL ANTONIO	0,12	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CEPEDA ELGUETA ELIANA DEL CARMEN	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
GONZALEZ SANTANDER EVA GUILLERMINA	0,02	ACCIONES	200.000,0	PESOS
FERRUZ FUENTES LAURA LILIANA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
MORAN RIVERA ALEX JORGE	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
RIVAS NAVARRO ALEJANDRO RAFAEL	6,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES GALLO SA	0,45	ACCIONES	500.000,0	PESOS
NAREA SERRIS WUILMES EDWUAR	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PASTRIAN CORREA PEDRO DAVID	0,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CORTES VALENZUELA MARIA ARGENTINA	0,29	ACCIONES	350.000,0	PESOS
HENRIQUEZ RODRIGUEZ ROXANA ELIZABETH	0,25	ACCIONES	100,0	UF
GAYAN RAMIREZ, CARMEN ANGELICA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MORALES ROJO, LUIS ANTONIO	0,13	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CHAVEZ LOPEZ, JUAN ENRIQUE	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
LAGOS VERGARA, MERLET	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BARRIOS VELIZ, MARIA ALEJANDRA	0,46	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VILLAGRAN PEÑA, JOSE ANDRES	5,40	ACCIONES	47,0	UF
JAIME CASTILLO, HUGO ANTONIO Y OTROS	4,85	ACCIONES		
MUÑOZ MUÑOZ, ALFONSO FREDY	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CASTRO BARAHONA, MONICA	0,14	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PEREIRA MOLINA, MARCELO ISAIAS	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BERTOLLA IOB PIER ANGELO Y OTROS				
CONTULIANO MORGADO EXEQUIEL DEL ROSARIO	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CAMPILLAY TAPIA MAXIMILIANO DEL CARMEN	0,30	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ECCHER GUERRA GIORGIO PAOLO Y OTRO	0,10	ACCIONES	600.000,0	PESOS
CORDOVA ECHEVERRIA CAMILO HERNAN	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ANSIETA BERENGUELA JOAQUIN OCTAVIO	0,16	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SEGOVIA CHOCOBAR HECTOR MANUEL	0,32	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GARCIA SALAS, JOSE DOMINGO	0,14	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BANCO DE CHILE SA	3,63	ACCIONES	21.243.960,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
PEREZ DONOSO ANGELA MARIA	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
OLIVARES OPAZO GABRIEL RUBEN	0,24	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SALAZAR FLORES JOSE HERIBERTO	0,32	ACCIONES	500.000,0	PESOS
AQUEA PEREZ MIRIAM ISABEL	0,17	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
PIZARRO VERA ISMAEL SEGUNDO	0,47	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SEGOVIA ZEPEDA JORGE NORALDO	5,52	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
RIFFO MIRANDA ROBERTO HERNAN	0,25	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VERGARA ROSALES, FRANCISCO JAVIER	0,30	ACCIONES		
VALENZUELA BALANDA, JORGE ALEJANDRO Y OTROS	10,05	ACCIONES		
CLAVERIA GUZMAN OSCAR EDUARDO	0,24	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
BRITO ZUÑIGA, MARIA LORENA	0,35	ACCIONES	150.000,0	PESOS
BRITO ZUÑIGA, MARIA LORENA	1,05	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ALVAREZ ALVAREZ, ALBERTO ABRAHAM	0,26	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	4,06	ACCIONES	600.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	5,42	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	6,12	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	4,93	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	3,20	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	6,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	2,85	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FABRIZIO FABIO ENRICO BORTOLOTTI RIZZOLLI EIRL	5,52	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ALZIARY PAYET DANIEL	0,13	ACCIONES	250.000,0	PESOS
GARCIA SALAS, JOSE DOMINGO	0,14	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GUEVARA GONZALEZ HUGO ALFREDO	0,46	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INVERSIONES ALVARO SEPULVEDA DALENZ EIRL	4,20	ACCIONES	6.000.000,0	PESOS
INVERSIONES PEDEMONTE LTDA	10,00	ACCIONES	35.000.000,0	PESOS
BERTOLLA BORTOLOTTI ALFREDO	5,45	ACCIONES	6.000.000,0	PESOS
REYES FERRADA WALTER ENRIQUE	0,48	ACCIONES	400.000,0	PESOS
ALBERTI PINTO PATRICIA DEL CARMEN	19,29	ACCIONES		
PASTEN CASTILLO MELANIA DEL ROSARIO Y OTROS				
AHUMADA COLLAO ESMINDA Y OTROS				
AHUMADA COLLAO ESMINDA Y OTROS				
INVERSIONES KBZN EIRL	0,10	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GIORDANO ORELLANA, NATALIA ANDREA	0,14	ACCIONES	200,0	UF
SEPULVEDA RETAMAL, EDITH DEL CARMEN	0,32	ACCIONES	127,0	UF
HINOJOSA RIQUELME, LEONEL PERCY	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BERTOLLA BORTOLOTTI, GIORGIO	4,91	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
CIFUENTES RIQUELME GUILLERMO ARTURO	0,25	ACCIONES	144,0	UF
TORO CARRERA, AIDA DEL CARMEN	0,50	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
BUGUEÑO GUARINGA, XIMENA CARMEN Y OTRO	0,37	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ULLRICH RAILTON, KARIN GERDA	0,11	ACCIONES	250.000,0	PESOS
ULLRICH RAILTON, ANDREA ALEJANDRA	0,11	ACCIONES	250.000,0	PESOS
CAMPOS BARKER, JUAN PABLO	0,10	ACCIONES	50,0	UF
BARAHONA PIÑONES, OLGA JOHANNA	0,12	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SOCIEDAD INVERSIONES E INMOBILIARIA EL TEJAR LTDA	0,23	ACCIONES	1.608.670,0	PESOS
EDITH DEL CARMEN SEPULVEDA RETAMAL	0,32	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BAEZA NAVARRETE MARCELA IVON	0,22	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
DIAZ MONARDES CECILIA TERESA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
DIAZ DIAZ MANUEL MARY	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
MORANO ZANDOVAL ZOLKA TANIA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
WANDERSLEBEN WILLMANN MARCELA ANDREA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
RIVEROS CASTILLO MARIA PAULINA	0,01	ACCIONES	6.000.000,0	PESOS
RIVEROS CASTILLO MARIA PAULINA	0,28	ACCIONES	6.000.000,0	PESOS
GUTIERREZ FABREGA OLGA MIRELLA	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INGENIERIA IMOSEV Y CIA LTDA	0,35	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SANTA CRUZ ALBASINI ROBERTO	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ASTORGA BARRIOS RAUL ANTONIO	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
FUENTES PINO CLAUDIO ANDRES	0,21	ACCIONES	50,0	UF
ROSALES CACERES CLARISA ANDREA	0,16	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
INVERSIONES BUCA LTDA	0,25	ACCIONES	100,0	UF
GONZALEZ GODOY MIGUEL ERNESTO	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
INMOBILIARIA POCURO LTDA	17,42	ACCIONES	617,0	UF
JOFRE OLIVARES ELIZABETH JOHANA	0,12	ACCIONES	500.000,0	PESOS
GONZALEZ ROJAS ALEJANDRA FRANCISCA	0,10	ACCIONES	500.000,0	PESOS
JOFRE SALINAS BERTA IRENE	0,16	ACCIONES	23,0	UF
RIVERA CORTES HERMAN ALBERTO	3,00	ACCIONES	9.000.000,0	PESOS
RIVERA CORTES HERMAN ALBERTO	0,55	ACCIONES	1.600.000,0	PESOS
MANQUEO SANDOVAL GUILLERMO EGARDITO	0,25	ACCIONES	1.500.000,0	PESOS
CARO BRICEÑO HERNAN EDUARDO Y OTRO	3,42	ACCIONES	3.800.000,0	PESOS
SOCIEDAD AGRICOLA EL SAUCE LTDA	6,10	ACCIONES	15.237.500,0	PESOS
RAMIREZ GUTIERREZ MARCELO ANTONIO	0,20	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PINOCHET CRUZAT, JOSE IGNACIO	0,21	ACCIONES	400.000,0	PESOS
PINOCHET CRUZAT, JOSE IGNACIO	0,31	ACCIONES	400.000,0	PESOS
KEWORK Y KEWORK LTDA	0,34	ACCIONES	170,0	UF
BROWNELL MACKENZIE HEATHER ROSE	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
PIRACES BROWNELL SOLANGE ANGELICA	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
BANCO BILBAO VIZCAYA ARGENTARIA CHILE SA	0,25	ACCIONES	70.800,0	PESOS
LCY SOLUCIONES METAL MECANICA LTDA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
LCY SOLUCIONES METAL MECANICA LTDA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
LCY SOLUCIONES METAL MECANICA LTDA	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
PINTO ZAPATA JUAN LUIS	0,11	ACCIONES	1.200.000,0	PESOS
QUEZADA ALVAREZ CAROLA ANDREA	0,19	ACCIONES	158,0	UF
LUGARO COLLADO LUCILA BERTA	0,14	ACCIONES	500.000,0	PESOS
CEPEDA ARAYA JESSICA PAOLA	0,14	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
ARAYA ARAYA MARIO ORLANDO	6,00	ACCIONES		
PIZARRO ILLANES GERARDO ANTONIO	0,13	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ZAMORA TORRES NELSON PATRICIO	0,24	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
CAMPAÑA ALVAREZ PATRICIA DEL ROSARIO	0,02	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
FERRER AEDO GABRIELA Y OTRA	0,27	ACCIONES		
COMERCIAL TAUTANGA Y COMPAÑIA LTDA	0,50	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
MORENO FARIÑA JOSE ALEJANDRO	9,00	ACCIONES	20.250.000,0	PESOS
BERTOLLA LOB PIER ANGELO	0,07	ACCIONES	100.000,0	PESOS
DIAZ TRICALLOTIS NOEMI ANZULA	5,20	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
WARNKEN SALAUE EDUARDO ARCADIO	0,13	ACCIONES	1.400.000,0	PESOS
FUENTES JORQUERA MONICA MARIA	6,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SAAVEDRA GODOY FERNANDO ALBERTO	0,45	ACCIONES	500.000,0	PESOS
MENDEZ LOPEZ RITA ADRIANA	0,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ARAYA BARRAZA PEDRO SEGUNDO	0,13	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
VIERA GUERRA ROMUALDO DEL CARMEN	0,17	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
VIERA GUERRA ROMUALDO DEL CARMEN	0,17	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GONZALEZ RAMOS GESSUAR EDGARDO Y OTROS	3,00	ACCIONES		
GONZALEZ RAMOS GESSUAR EDGARDO Y OTROS	0,55	ACCIONES		
BUGUEÑO GUTIERREZ CLAUDIO EDUARDO	0,24	ACCIONES	100,0	UF
ASCUI BARTH GUILLERMO ENRIQUE	0,79	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MEJIAS PIZARRO RUBEN ORLANDO	0,25	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ALIMENTACION Y SERVICIOS D-K2 LTDA	0,27	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
HENRIQUEZ VICENCIO HECTOR WALDO	0,79	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CONSTRUCTORA CAPABLANCA LTDA	0,14	ACCIONES	200.000,0	PESOS
INMOBILIARIA MAUAL LTDA	0,27	ACCIONES	6.365.000,0	PESOS
INMOBILIARIA MAUAL LTDA	0,29	ACCIONES		
VEAS GONZALEZ PATRICIO HERNAN	0,05	ACCIONES	700.000,0	PESOS

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
EGAÑA YAÑEZ CAROLA PATRICIA	0,02	ACCIONES	450.000,0	PESOS
PROVOSTE GODOY ELIZABETH DEL CARMEN	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
DOMEDEL BORDONES ARTURO AGUSTIN	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
BARRERA BARRERA RAMIRO ARNOLDO	0,02	ACCIONES	400.000,0	PESOS
CORTES MOLINA NELSON RICARDO	0,20	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SEGOVIA LOPEZ ZOILA PURISIMA DEL CARMEN	0,05	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ASTORGA TRIGO ROSA ELVIRA	0,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ARACENA FIGUEROA EMA LUZ	0,15	ACCIONES	100,0	UF
OSSES ZAPATA EDUARDO EUGENIO	0,21	ACCIONES	3.000.000,0	PESOS
JULIA POBLETE JORGE ANDRES DEL ROSARIO Y OTROS	10,94	ACCIONES		
INMOBILIARIA E INVERSIONES SANTA ELISA LTDA	0,40	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
SANCHEZ REYES CHRISTIAN ARTURO	0,19	ACCIONES	100,0	UF
ROJO TELLO LUIS ENRIQUE	6,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
SERVICIOS KINESIOLOGICOS DE LA SERENA SPA	0,15	ACCIONES	25,0	UF
ARACENA CASTILLO OMAR ALEJANDRO	0,14	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
OSSANDON FERRADA ERNESTO LUIS	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VALCK TEUBER MATHUS ALEXANDER	0,16	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
DAL SANTO WANDERSLEBEN DAVID GUILLERMO Y OTROS	7,00	ACCIONES		
BERTOLLA BORTOLOTTI PAULO	5,57	ACCIONES	6.000.000,0	PESOS
DAL SANTO WANDERSLEBEN DAVID GUILLERMO Y OTRO	7,00	ACCIONES		
ROMERO BONILLA RICARDO ISMAEL	0,35	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
JORQUERA JORQUERA CRISTIAN ANDRES Y OTROS	0,37	ACCIONES		
CASTILLO MONTERO CECILIA DEL ROSARIO Y OTROS	2,57	ACCIONES		
AGRO VENUS LTDA	0,23	ACCIONES	5.475.000,0	PESOS
AGRO VENUS LTDA	3,42	ACCIONES	5.475.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	4,06	ACCIONES	600.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	5,42	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	6,12	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	4,93	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	3,20	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	6,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	2,85	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	5,52	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
BORTOLOTTI RIZZOLI FABRIZIO FABIO ENRICO	3,00	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
ERLER OROSTICA MARIA PAULINA Y OTRA	2,24	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES RR & SS LTDA	0,21	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
GALLEGUILLOS ALFARO LUIS ALBERTO	0,25	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
VELIZ ROJAS EDUARDO ENRIQUE	0,08	ACCIONES	500.000,0	PESOS
ALFARO PIZARRO LAURA ELIANA	0,16	ACCIONES	500.000,0	PESOS
SAAVEDRA PEREIRA MARIA DEL CARMEN Y OTROS	6,41	ACCIONES		
SAAVEDRA PEREIRA MARIA DEL CARMEN Y OTROS	0,12	ACCIONES		
SAAVEDRA PEREIRA MARIA DEL CARMEN Y OTROS	0,12	ACCIONES		
SANTOS RIBUI CRISTIUAN ANDRES Y OTROS	0,76	ACCIONES		

NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
LEMUS NAVEA MYRIAM MARLEN	0,80	ACCIONES	23,3	UF
AGRICOLA FABRIZIO BORTOLOTTO RIZZOLLI EIRL	3,00	ACCIONES	500.000,0	PESOS
RIVEROS ALIALA ANY ANDREA	0,12	ACCIONES	500.000,0	PESOS
VEGA CACERES MARIA MAGDALENA Y OTROS	3,10	ACCIONES		
AMBLER PINTO MARIA CONSTANZA	0,12	ACCIONES	500.000,0	PESOS
AVALOS BRAVO JULIO CESAR	1,27	ACCIONES	4.800.000,0	PESOS
FERNANDO JAVIER MARROQUIN DIAZ	0,23	ACCIONES	452,0	UF
LORETO TRINIDAD SANHUEZA GONZÃ□LEZ	0,13	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
MARIA ANTONIETA DEL PINO ARCOS Y OTRO	0,23	ACCIONES	100,0	UF
ORLANDO DEL ROSARIO ARAYA CIFUENTES	0,50	ACCIONES	1.000.000,0	PESOS
CLAUDIO JOSE MARTINEZ CUEVAS	0,12	ACCIONES	2.000.000,0	PESOS
SOCIEDAD AGRICOLA SAN LEOPOLDO	7,35	ACCIONES	7.000.000,0	PESOS
SOCIEDAD AGRICOLA SAN LEOPOLDO	4,34	ACCIONES	5.000.000,0	PESOS
MARIA SUSANA PINTO PINTO	0,50	ACCIONES	500.000,0	PESOS

Fuente CBR.

Luego, se fija un valor de 4.619 US/l/s lo que al valor de la US a Noviembre de 2014 equivale a 2.864.355 $/l/s, que corresponde al promedio de las transacciones.

Por tanto, se estima de esta manera el ingreso por concepto de vender en un año el caudal obtenido de los mejoramientos en el canal (Q= 447 l/s para 17 km). Se presentan en la Tabla

Tabla 5-2: Beneficio de Proyecto Utilizando Método de Las Transacciones

Canal	Beneficio por venta de agua (US$)
Bellavista	2.064.693

Fuente: Elaboración propia.

6 APLICACIÓN MÉTODO VALOR DE LA TIERRA

El método incremental de la tierra se basa en el beneficio directo del proyecto asociado al incremento del valor neto de mercado del valle beneficiado por la mayor cantidad de agua producto del mejoramiento a realizar en el canal, el cual cambia su estructura de cultivos, además de un aumento en la seguridad de riego.

Para este método se utilizaron los precios de la tierra catastrados en los mercados inmobiliarios de la zona de Salamanca para precios en tierra Secano y de Riego. Los valores de la tierra, son los que se presentan en la Tabla 12.31:

Tabla 6-1: Precio de la tierra Agrícola en Serena Sectores colindantes a Canal

Mes	Predio	Año	Precio ($ha)
12	Agrícola	2014	8.800.000
11	Agrícola	2014	40.000.000
8	Agrícola	2013	5.100.000
7	Agrícola	2013	6.500.000
5	Agrícola	2013	22.500.000
11	Agrícola	2013	38.700.000
4	Agrícola	2013	24.800.000
		Promedio	20.914.286
10	Secano-Urbano	2014	16.000.000
7	Secano	2014	21.400.000
8	Secano	2013	11.800.000
		Promedio	16.400.000

Fuente: Publicaciones de Venta de Predios

Se consideró que el precio de la ha de secano es de $ 16.400.000, mientras que el valor de una hectárea de suelo con riego sin seguridad 85% se estimó en $ 20.914.286 asociados al promedio simple de los datos presentados anteriormente. Finalmente, el precio de una ha con riego seguro se estima en $ 25.900.000

Por lo tanto el beneficio del proyecto utilizando este método de análisis consiste en percibir como ingreso en un año el precio total de la venta de los terrenos para uso agrícola en la situación óptima que se agregan ha una vez realizados los mejoramientos al canal (1.381 ha). Es decir corresponde a la diferencia entre el precio de la tierra agrícola y de la tierra para uso secano por la cantidad de hectáreas correspondientes. Los resultados de este método se presentan en la Tabla.

Tabla 6-2: Beneficio de proyecto utilizando Método del Valor Incremental de la Tierra

Canal	Beneficio por venta de tierra (US$)
Bellavista	21.865.833

Fuente: Elaboración propia.

7 RECOMENDACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DEL PROYECTO RIEGO

El tamaño óptimo de un proyecto busca determinar, la solución que maximice el valor actual neto de las opciones en el análisis de un proyecto. Los factores determinantes en estos son, la relación precio-volumen, y la relación costo-volumen.

De la evaluación económica efectuada, se obtuvo que la máxima rentabilidad a precios sociales se logra para una longitud de revestimiento entre los 12 y 18 km. Este análisis se realizó con el fin de conocer la tendencia de la rentabilidad del proyecto frente a la incorporación de superficie de riego.

8 MOMÉNTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN

Para determinar el momento óptimo de hacer una inversión se puede recurrir a distintos criterios, que dependen de las características específicas que presenta el proyecto.

Para medir esto se ocupa la rentabilidad inmediata, la cual mide la rentabilidad del primer año de operación respecto a la inversión realizada. La rentabilidad inmediata está fundamentada en que puede haber un proyecto con flujos de caja tan altos en los años futuros que compensaría a flujos que pudieran ser muy bajos en los años iniciales, mostrando un VAN positivo para el total del proyecto.

El proyecto debe ser implementado cuando el primer flujo sobre la inversión, de un resultado igual o superior a la tasa de retorno que exige el inversionista.

En este caso, ocupando tasa social el proyecto resulta rentable a pesar de los flujos negativos los primeros años (compensándolo casi cinco veces en el transcurso de 30 años), por tanto el momento óptimo de inversión corresponde a iniciar las obras lo mas tempranamente posible.

Si el financiamiento del proyecto es del tipo público-privado, se puede considerar la distribución de la inversión en el tiempo para disminuir la carga de inversión de los agricultores que tengan que contribuir al proyecto.

La alternativa consideraría distribuir la inversión, y por ende la construcción de las obras, en periodos de 10 años. El proyecto podría ser costeado en tres pagos cada 10 años, a diferencia de realizar la inversión en tres años consecutivos al inicio del proyecto (como fue planteado originalmente). Con ello, la carga de inversión de los agricultores asociados al canal disminuiría en los primeros años, entregando cierta holgura para distribuir los gastos de inversión al tiempo que se ejecutan las obras.

9 ANALISIS FINANCIERO

9.1 DISPOSICIÓN A PAGO

El objetivo de esta parte del estudio fue analizar la forma en que se modifica el ingreso neto de los agricultores de la zona de influencia del estudio si se construyen las obras previstas en el proyecto.

Con este fin, se determinaron y caracterizaron productiva y económicamente, los Predios Promedio que representan las actividades agrícolas desarrolladas en los predios de estratos de tamaño más representativos del área, con el objeto de establecer las bases para la política de recuperación de costos en proyectos agrícolas del Supremo Gobierno.

Este análisis se efectuó a precios de mercado, y consideró los patrones productivos y económicos que tipifican la estructura de cultivos desarrollada en los predios de los estratos de tamaño considerados.

El análisis de la recuperación de costos se debe efectuar en base a los antecedentes presentados en el análisis financiero de los Predios Promedio, los que se han definido como representativos de las actividades agrícolas del área del estudio.

Es necesario precisar que le corresponde a la autoridad definir que fracción de la inversión se recuperaría con este excedente y además, el grado en que los agricultores caracterizados por los Predios Promedio aportarían en esta recuperación de la inversión.

La recuperación de costos de un proyecto requiere definir previamente la distribución del financiamiento entre los distintos agentes que participan o son afectados por la obra; entre los que se destacan el Estado, los beneficiarios directos y los beneficiarios indirectos. El término financiamiento se aplica en este caso en su sentido de pago final por las obras y no de crédito temporal a alguno de los agentes.

Cabe señalar que el Estado puede eventualmente participar en el financiamiento de la obra a través de subsidios, de acuerdo con los criterios que posteriormente se recomiendan.

Los beneficiarios indirectos, en general, no participan en el pago de las obras.

El procedimiento de cobro se diseñó considerando los siguientes criterios básicos:

Los costos de un proyecto abarcan solo los de construcción. Estos deben asegurarse a través de los mecanismos que se apliquen.
En general los cobros a los usuarios debieran ser iguales por unidad de superficie o acción, admitiéndose excepciones sólo para situaciones puntuales en que el beneficio o margen neto diferencial fuera marcadamente distinto entre los diferentes beneficiarios del proyecto.

Cabe señalar que el Estado otorgaría asimismo los subsidios directos que correspondan a los eventuales beneficiarios, dentro del marco de la ley de fomento de obras de riego y drenaje y de los programas de subsidios a pequeños y medianos empresarios.

Si la evaluación privada respecto de los beneficiarios directos implica que el proyecto no es viable, el Estado puede contemplar subsidiar el proyecto basado en consideraciones de externalidades positivas, de valor social o de promoción de zonas de bajos ingresos y de otras, de acuerdo a las políticas y prioridades de gobierno.

Para el pago de las obras, se propone que, en general, la cuota se calcule en forma homogénea por unidad de superficie beneficiada, independientemente de los beneficios que se estime obtendrán los distintos suelos. La posibilidad de discriminar entre dos o más tipos de suelos/mejoras se debería considerar sólo si se cumple que los distintos tipos presenten beneficios esperados marcadamente distintos, que la estimación de dicha diferencial de beneficios sea factible de establecer en forma clara, y que la incidencia de cada tipo dentro del proyecto sea significativa.

El método de cálculo de la cuota (tanto de construcción como de operación, mantención y costos del plan de mitigación de Impactos ambientales.), sería:

\+ Costo directo del proyecto
\- Subsidio

= Costo total del proyecto neto de cobro indirecto (CTNCI)

$$CUnT = \frac{CTNCI}{Ha} \times 100$$

Donde:

CUnT : Costo unitario del compromiso que deben suscribir los beneficiarios que adhieran, para financiar totalmente el proyecto.
CTNC : Costo total del proyecto neto.
Ha : Hectáreas totales beneficiadas por el proyecto.

Dicho método permitiría que el proyecto, en lo que corresponde a los beneficiarios, esté completamente financiado.

Posteriormente se debe contrastar el valor anual equivalente obtenido del análisis financiero con el costo unitario del compromiso que deben suscribir los beneficiarios del proyecto, de manera de dilucidar la conveniencia o no de otorgar subsidios del Estado para cada uno de los tipo de predios que conforman el área de interés.

De esta forma en los casos en que no es factible incurrir en el pago de la obra, necesariamente amerita estudiar algún sistema de subsidio que permita a estos agricultores participar de los beneficios que ocasiona el presente proyecto.

En cuanto al financiamiento, éste debe contemplar solo los costos de construcción de las obras de ingeniería y no los costos de operación y mantención.

El costo de las obras intraprediales será asumido por los beneficiarios, en su valor neto de los subsidios por ley de fomento a las obras de riego y drenaje y por programas de promoción a pequeños y medianos empresarios, si proceden.

De acuerdo a lo planteado, los compromisos de pago por adhesión voluntaria al proyecto deben obtenerse antes de la decisión definitiva de ejecutar el proyecto, y deben contemplar el pago de la construcción de todas las obras interprediales e intraprediales (excepto si los beneficiarios tienen la capacidad financiera necesaria para asumir el costo de las últimas).

Cabe señalar que en el caso que el proyecto se entregue a los usuarios, al término del pago de la construcción de las obras, el Estado deberá endosar los compromisos de pago de los usuarios correspondientes a la operación y mantención de las obras, por lo que resta de su vida útil a la asociación de usuarios encargada de dichas funciones.

El método antes indicado permite que el proyecto, en lo que corresponde a los beneficiarios, esté completamente financiado.

El valor de las obras de ingeniería para el Canal Bellavista asciende a un monto total de $1.437.468.106. Según lo anterior el valor anual equivalente por hectárea beneficiada (2.513 ha totales regadas en un año con 85% de excedencia) de los costos de obras civiles es de $41.918. Estos valores por hectárea representan el compromiso unitario que deben suscribir los beneficiarios que adhieran al presente proyecto. Al respecto hay que considerar el pago del costo de las obras en 21 anualidades, con una tasa de 4,5% anual, previo 4 años de gracia durante los cuales se cancela sólo los intereses.

Posteriormente, contrastando los valores anuales equivalente, obtenidos del análisis financiero con el costo unitario del compromiso que deben suscribir los beneficiarios del proyecto, se puede dilucidar la conveniencia o no de otorgar subsidios del Estado para cada uno de los tipos de predios que conforman el área de interés.

Según lo anterior en la Tabla siguiente se puede observar por Predio Promedio la comparación entre el Valor Anual Equivalente de la utilidad obtenida del análisis financiero con el valor unitario expandido para el financiamiento de la alternativa de obras propuesta.

Tabla 9-1: Determinación de la Disposición de Pago por Predio Promedio

Predio Promedio	N° Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Dispoponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Util - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	346	0,131	47.359	41.918	5.491	41.867	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	67	0,140	24.852	41.918	5.869	18.994	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Alto	216	0,126	40.047	41.918	5.282	34.765	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	61	0,727	353.775	41.918	30.475	323.300	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	46	0,938	379.823	41.918	41.834	337.989	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	89	0,786	229.066	41.918	32.948	196.118	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	68	1,658	648.744	41.918	70.758	577.986	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	68	2,052	853.248	41.918	86.435	766.812	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	139	2,522	560.247	41.918	105.718	454.530	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	17	3,399	1.570.878	41.918	142.480	1.428.398	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio-Alto	48	4,955	1.852.946	41.918	207.705	1.645.241	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	13	9,426	5.768.350	41.918	395.121	5.373.229	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	11	109,743	37.618.597	41.918	4.606.228	33.015.369	0,0%

Como se observa en la tabla anterior todos los predios promedio tienen la suficiente capacidad para el pago de las obras. De esta manera el otorgamiento de subsidios por parte del Estado no es necesario.

Ahora bien, si se consideran tres alternativas de subsidio, aunque los agricultores no lo necesitan, la utilidad ponderada del área se incrementa. En las Tabla 9-2 - Tabla 9-4 se presentan tres escenarios: con un 25% de subsidio, con 50% de subsidio y, finalmente, con 75% de subsidio.

Tabla 9-2: Disposición de Pago por Predio Promedio 25% de Subsidio

Predio Promedio	N° Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Dispoponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Util - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	346	0	47.359	31.439	4.119	43.240	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	67	0	24.862	31.439	4.401	20.461	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Alto	216	0	40.047	31.439	3.961	36.086	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	61	1	353.775	31.439	22.856	330.919	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	46	1	379.823	31.439	31.376	348.447	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	89	1	229.066	31.439	24.711	204.355	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	68	2	648.744	31.439	53.069	595.675	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	88	2	853.248	31.439	64.827	788.421	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	139	3	560.247	31.439	79.289	480.958	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	17	3	1.570.878	31.439	106.861	1.464.017	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio-Alto	48	5	1.852.946	31.439	155.780	1.697.166	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	13	9	5.768.350	31.439	296.344	5.472.006	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	11	110	37.618.597	31.439	3.450.210	34.168.387	0,0%

Tabla 9-3: Disposición de Pago por Predio Promedio 50% de Subsidio

Predio Promedio	N° Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Dispoponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Util - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	346	0	47.359	20.959	2.746	44.613	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	67	0	24.862	20.959	2.934	21.928	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Alto	216	0	40.047	20.959	2.641	37.406	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	61	1	353.775	20.959	15.237	338.538	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	46	1	379.823	20.959	20.917	358.906	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	89	1	229.066	20.959	16.474	212.592	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	68	2	648.744	20.959	35.379	613.365	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	88	2	853.248	20.959	43.217	810.030	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	139	3	560.247	20.959	52.859	507.389	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	17	3	1.570.878	20.959	71.240	1.499.638	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio-Alto	48	5	1.852.946	20.959	103.852	1.749.094	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	13	9	5.768.350	20.959	197.580	5.570.790	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	11	110	37.618.597	20.959	2.300.104	35.318.493	0,0%

Tabla 9-4: Disposición de Pago por Predio Promedio 75% de Subsidio

Predio Promedio	N° Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Dispoponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Util - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	346	0	47.359	10.480	1.373	45.986	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	67	0	24.862	10.480	1.467	23.395	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Alto	216	0	40.047	10.480	1.320	38.726	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	61	1	353.775	10.480	7.619	346.156	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	46	1	379.823	10.480	10.459	369.364	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	89	1	229.066	10.480	8.237	220.829	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	68	2	648.744	10.480	17.690	631.054	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	88	2	853.248	10.480	21.610	831.638	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	139	3	560.247	10.480	26.431	533.817	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	17	3	1.570.678	10.480	35.622	1.535.256	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio-Alto	48	5	1.852.946	10.480	51.928	1.801.018	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	13	9	5.768.350	10.480	98.784	5.669.565	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	11	110	37.618.597	10.480	1.150.197	36.468.458	0,0%

Al subsidiar un 25% de la obra, el diferencial Utilidad-Costo total del área pasa de 767,8 millones a 793,6 millones de pesos, lo que significa un incremento del 3,4%.

Con un subsidio del 50% de la obra, el diferencial Utilidad-Costo total del área pasa de 767,8 millones a 819,5 millones de pesos, lo que significa un incremento del 6,74%.

Finalmente, al subsidiar el 75% de la obra, el diferencial Utilidad-Costo total del área pasa de 767,8 millones a 845,4 millones de pesos, lo que significa un incremento del 10,11%.

9.2 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

9.2.1 Análisis Determinístico Riesgo

Se realizó un análisis de la sensibilidad en torno al tamaño de mayor rentabilidad para el riego, correspondiente a la longitud de revestimiento de 55 km para precio privado y 25 km para precio social.

Se sensibilizaron las siguientes variables bajo un primer esquema:

- Costos de Mantención y Operación: ±25% del valor real.
- Inversión en obras de mejoramiento: ±30% del valor real.
- Beneficios agronómicos: ±10% del valor real.

Estas variaciones obedecen principalmente a que los costos de inversión han sido desarrollados a nivel de prefactibilidad por lo que es usual considerar una variación entre un 25% y un 30%, por otra parte, los beneficios agronómicos ajenos a la ingeniería de la infraestructura desarrollada no debería presentar variaciones significativas, por ello se ha estimado un 10%.

La Tabla 9-5 da cuenta de los resultados del análisis de sensibilidad en torno del punto óptimo social y privado.

Tabla 9-5 Análisis de sensibilidad del proyecto, primer esquema

Variable	Variación (%)	TIR PS (%)	TIR PM (%)	Variación VAN PS	Variación VAN PM
Operación y Mantención	25	28,2%	24,5%	-1,4%	-2,7%
	-25	29,0%	25,4%	1,4%	2,7%
Inversión	30	26,1%	22,8%	-1,7%	-5,7%
	-30	32,2%	28,0%	1,7%	5,7%
Beneficios	10	34,5%	30,0%	23,8%	35,0%
	-10	23,1%	20,2%	-23,8%	-35,0%

Fuente: Elaboración propia.

Tanto para un aumento en la inversión de las obras en un 30% o una disminución de los beneficios en un 10%, el proyecto sigue siendo rentable económicamente. No obstante, la rentabilidad presenta una alta sensibilidad ante variaciones en los Beneficios, con una variación del 35% y 24%, para el precio de mercado (PM) y precio social (PS) respectivamente. En relación a los costos de operación y mantención de las obras, este ítem no representa un cambio sustancial en contraste con las variables de Inversión y Beneficios.

En un segundo esquema, a modo de analizar en detalle las variaciones asociadas a los costos del proyecto, se sensibilizaron las siguientes variables:

- Variación en los costos de hormigón en un 30%.
- Variación en los costos en mampostería en un 30% (incluye hormigón asociado a este ítem).
- Variación en los costos de Shotcrete en las partidas asociadas a túneles, en un 30%.
- Variación en los costos de mantención de la mampostería y obras de hormigón en 30%.
- Variación en los salarios de supervisión y administración del canal en un 30%.

La Tabla 9-6 da cuenta de los resultados del cálculo.

Tabla 9-6 Análisis de sensibilidad del proyecto, segundo esquema

Variable	TIR PS (%)	TIR PM (%)	Variación VAN PS (%)	Variación VAN PM (%)
Hormigón	28,6%	24,9%	0,0%	-0,1%
Mampostería	26,6%	23,2%	-1,3%	-4,5%
Shotcrete	28,5%	24,8%	-0,1%	-0,3%
Salarios Admin y supervisores	28,5%	24,8%	-0,4%	-0,8%
Mantención Mampostería	28,4%	24,7%	-0,8%	-1,5%
Mantención obras de hormigón	28,6%	24,9%	-0,2%	-0,3%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se concluye que el mayor impacto en la rentabilidad del proyecto se concentra en el revestimiento en mampostería, incidiendo en una variación del 1,3% y 4,5% sobre la rentabilidad, para el PS y PM respectivamente.

Estas mismas obras conllevan a una mantención de la mampostería, donde su variación sus costos provocan una disminución en la rentabilidad de un 0,8% y 1,5% para el PS y PM respectivamente.

Las otras partidas no representarían una variación significativa dado que sus variaciones producen una sensibilidad en la rentabilidad menor al 1%.

9.2.2 Análisis Estocastico de Riesgo

Considerando el tamaño óptimo del proyecto, que corresponde a realizar un revestimiento de 12 km del canal, se simuló un análisis estocástico de riesgo utilizando las mismas variables estudiadas en el análisis de sensibilidad.

Para la simulación se utilizó un complemento de Microsoft Excel llamado @Risk en base a simulación de MonteCarlo, el cual a partir de un gran número de iteraciones para las variables de riesgo, que distribuyen dentro de una función de probabilidad designada, entrega una distribución de probabilidad asociada al VAN social y VAN privado del proyecto.

En la simulación Monte Carlo, las variables inciertas de un modelo se representan usando rangos de posibles valores denominados distribuciones de probabilidad. Mediante el uso de distribuciones de probabilidad, las variables pueden tener diferentes probabilidades de producir diferentes resultados. Las distribuciones de probabilidad son una forma mucho más realista de describir la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo. Para este análisis se ha optado por la distribucion de probabilidad Normal en donde se define la media o valor esperado y una desviación estándar para describir la variación con respecto a la media. Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse. Es una distribución simétrica y describe muchos fenómenos naturales, como índices de inflación y precios.

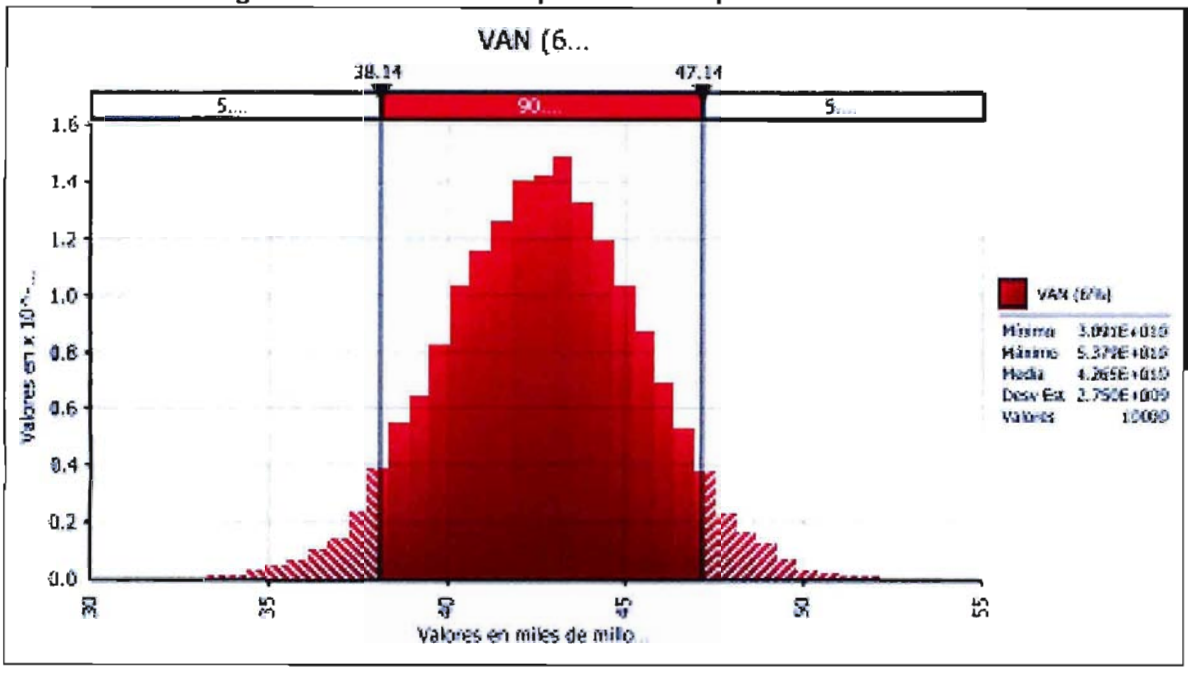
Las variables de riesgo a considerar corresponden a los costos de mantención y operación, inversión de las obras y beneficios agronómicos, cuyos valores variarán estocásticamente a través del software @Risk utilizando 10.000 iteraciones.

Para definir la distribución y rangos utilizados para las variables de riesgo anteriores, se ha adoptado como válida a nivel de prefactibilidad la distribución normal, cuya media corresponde al valor original del punto óptimo encontrado y su desviación estándar se muestra a continuación:

- Costos de Mantención y Operación: Desviación estándar de 25% del valor real.
- Inversión en obras de mejoramiento: Desviación estándar de 30% del valor real.
- Beneficios agronómicos: Desviación estándar de 10% del valor real.

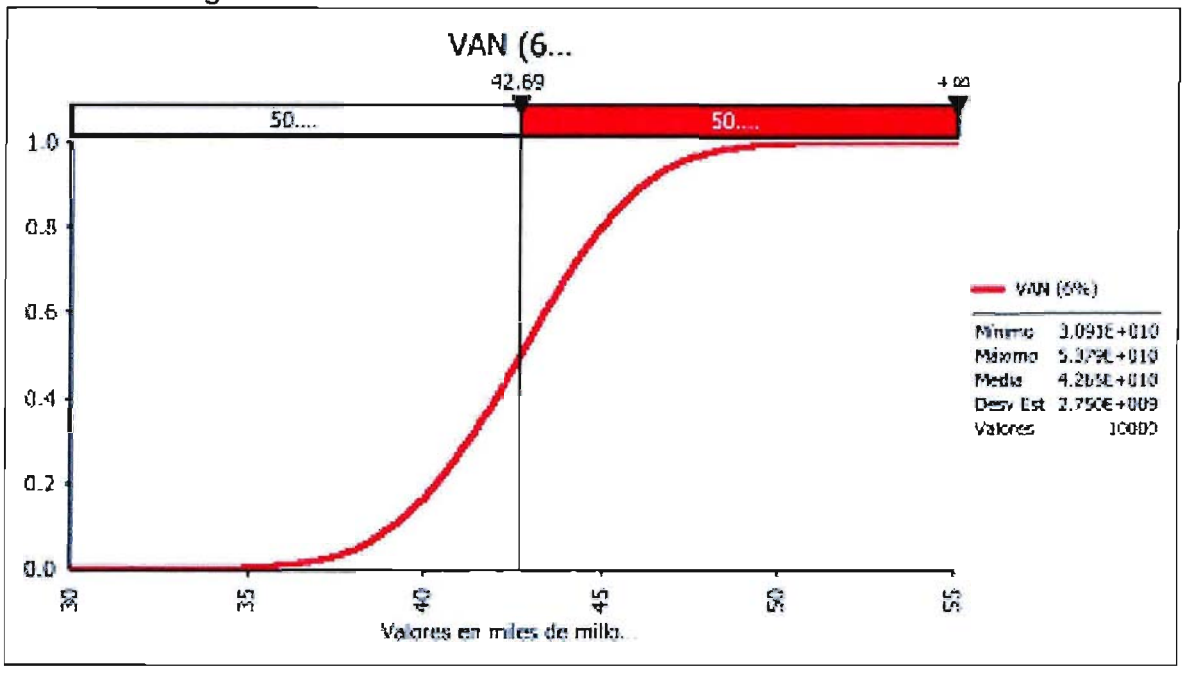
En las figuras siguientes se presentan los resultados estadísticos a partir de 10.000 iteraciones:

Figura 9-1. Densidad de probabilidad para el VAN Social.



Como se observa en la Figura 9-1 el VAN social del proyecto para un revestimiento de 12 km, tiene aproximadamente un 90% de probabilidad de encontrarse entre 39 mil y 48 mil millones de pesos. A partir de la Figura 9-2 se observa que existe aproximadamente un 50% de probabilidad de que el VAN Social del proyecto se encuentre sobre los 43 mil millones de pesos.

Figura 9-2. Curva de Probabilidad Acumulada del VAN Social.



En el caso de la simulación para precios privados, el VAN tendría un 50% de probabilidades de encontrarse entre 42 mil y 55 mil millones de pesos, tal como lo muestra la Figura 9-3.

Además, a partir del análisis estadístico realizado y de las respectivas figuras presentadas, se puede concluir que para las longitudes óptimas de revestimiento, el VAN Social presenta los mayores indicadores.

Figura 9-3. Densidad de probabilidad para el VAN Privado.

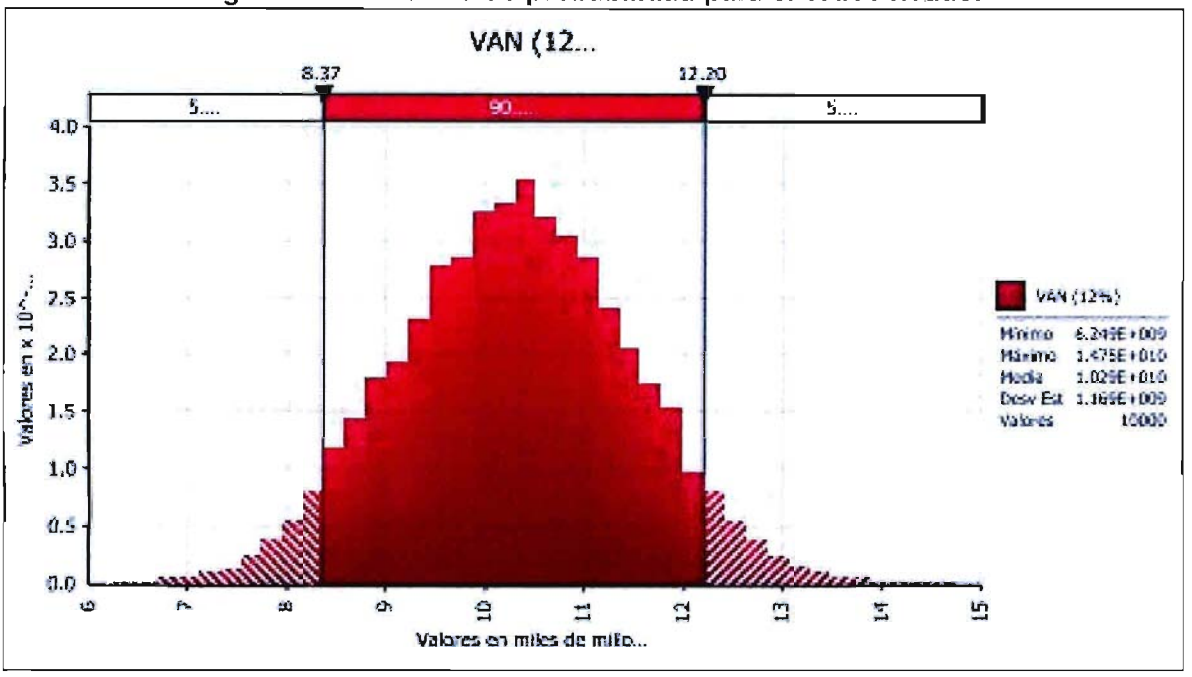


Figura 9-4. Curva de Probabilidad Acumulada del VAN Privado.

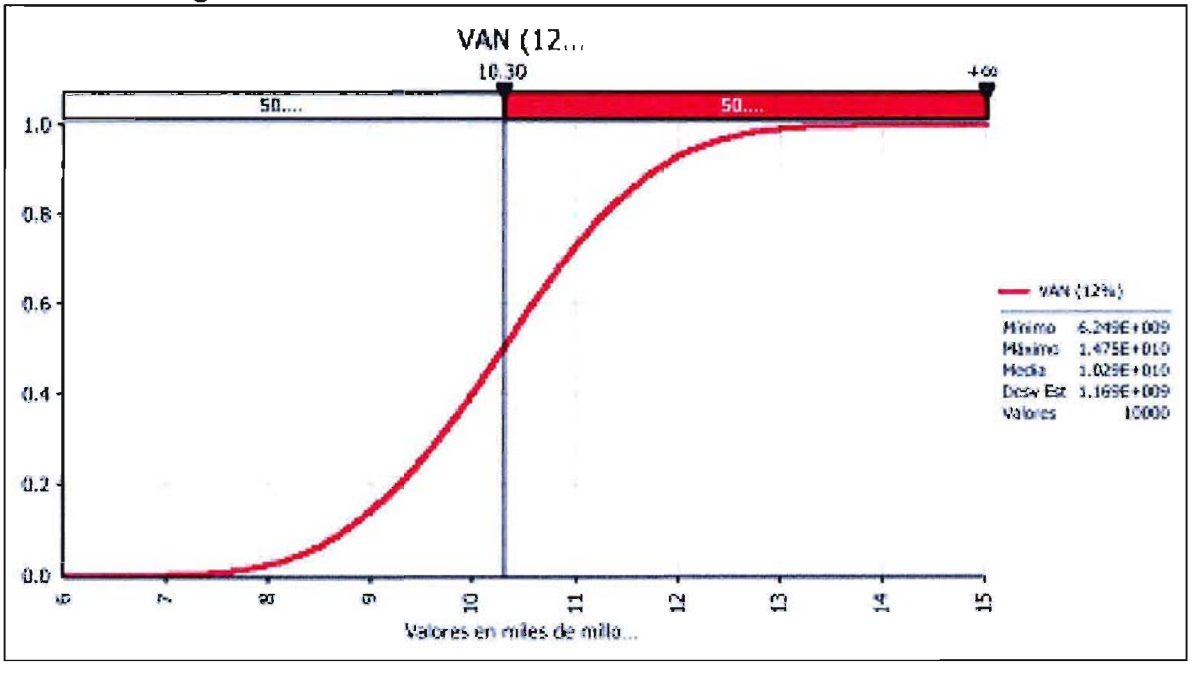


Tabla 9-7. Resumen de Resultados Van Precio Social y Privado.

Estadísticos resumen para VAN (6%)			
Estadísticos		Percentil	
Mínimo	30,659,674,142	5%	38,119,043,403
Máximo	52,336,127,628	10%	39,110,252,988
Media	42,650,596,764	15%	39,794,313,459
Desv Est	2,741,195,404	20%	40,356,123,643
Varianza	7.51415E+18	25%	40,805,171,255
Indice de sesg	-0.042044515	30%	41,214,596,210
Curtosis	2.960263645	35%	41,589,036,546
Mediana	42,662,251,447	40%	41,971,580,748
Moda	42,434,372,749	45%	42,328,296,719
X izquierda	38,119,043,403	50%	42,662,251,447
P izquierda	5%	55%	43,013,001,616
X derecha	47,163,577,145	60%	43,358,856,974
P derecha	95%	65%	43,727,058,007
Diff X	9,044,533,741	70%	44,095,971,888
Diff P	90%	75%	44,507,140,644
#Errores	0	80%	44,947,989,748
Filtro mín	Apagado	85%	45,508,314,052
Filtro máx	Apagado	90%	46,191,894,152
#Filtrado	0	95%	47,163,577,145

Estadísticos resumen para VAN (12%)			
Estadísticos		Percentil	
Mínimo	6,248,984,541	5%	8,369,927,988
Máximo	14,749,946,655	10%	8,761,685,195
Media	10,290,335,617	15%	9,045,342,201
Desv Est	1,169,256,672	20%	9,288,880,949
Varianza	1.36716E+18	25%	9,489,272,378
Indice de ses	0.005139754	30%	9,672,152,443
Curtosis	2.877145093	35%	9,841,460,749
Mediana	10,299,896,317	40%	10,000,856,549
Moda	10,486,995,579	45%	10,150,794,628
X izquierda	8,369,927,988	50%	10,299,896,317
P izquierda	5%	55%	10,445,996,232
X derecha	12,203,453,307	60%	10,589,062,594
P derecha	95%	65%	10,748,241,961
Diff X	3,833,525,319	70%	10,911,393,467
Diff P	90%	75%	11,091,770,242
#Errores	0	80%	11,277,286,931
Filtro mín	Apagado	85%	11,521,654,178
Filtro máx	Apagado	90%	11,801,982,662
#Filtrado	0	95%	12,203,453,307

En la Tabla anterior de resultados de VAN, se presentan los valores esperados (media), en riesgo (maximos y minimos), con lo cual se tiene un valor en riesgo de 22 mil millones de pesos aprox.

10 INDICADORES ADICIONALES

10.1 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

La relación Beneficio/Costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto entre el valor actualizado de los costos a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA), a menudo también conocida como tasa de actualización o tasa de evaluación.

Tabla 10-1. Relación B/C Óptimo Precios Privados

Longitud de revestimiento	Beneficios	Costos	Relación Beneficio/Costo
(km)	($MM pesos)	($MM pesos)	(-)
15	14.578	3.855	3,78

Tabla 10-2. Relación B/C Óptimo Precios Sociales

Longitud de revestimiento	Beneficios	Costos	Relación Beneficio/Costo
(km)	($MM pesos)	($MM pesos)	(-)
12	40.877	3.129	13,06

10.2 RENTABILIDAD POR HECTÁREA REGADA

La rentabilidad por hectárea regada consiste en el cuociente entre el beneficio ocasionado por el proyecto y el número de hectáreas beneficiadas con riego.

La rentabilidad para cada una de las situaciones se presenta en la Tabla siguiente. Como se aprecia en la tabla indicada, en situación futura se produce un incremento del orden del 14,8% en relación a la rentabilidad de la situación sin proyecto. En esta última (optimizada) en relación a la actual sólo sufre un incrmento del 0,1%.

Tabla 10-3: Rentabilidad por Hectárea Regada

Situación	Superficie Regada (ha)	Rentabilidad por ha regada ($)	Incrementos %
Actual	1.250,00	2.488.801	0
Optimizada	1.250,00	2.491.891	0,1
Futura	2.513,00	2.859.519	14,8

10.3 INGRESO PER CÁPITA ASIGNABLE AL SECTOR AGROPECUARIO

El ingreso per cápita asignable al sector agropecuario consiste en el cuociente entre el beneficio ocasionado por el proyecto y el número de agricultores beneficiados con el mismo.

El ingreso per cápita de la situación futura se incrementa en 92,9% en relación a la situación actual. Esta información se presenta en la Tabla.

Tabla 10-4: Ingreso per cápita

Situación	Número Agricultores	Ingreso per cápita ($)	Incrementos %
Actual	1.209	2.573.202	0
Futura	1.209	4.963.077	92,9

10.4 GENERACIÓN DE EXPORTACIONES

La generación de exportaciones corresponde a la utilidad generada por producto exportable en el área de estudio.

Al respecto la generación de exportaciones producto de la construcción de obras se incrementa en un 491,7% al pasar de US$33.753 en situación actual a US$199.716 en situación futura.

Tabla 10-5: Generación exportaciones ($US)

Situación	Exportaciones en $US	Incrementos %
Actual	33.753	0
Futura	199.716	491,7

10.5 GENERACIÓN DE IMPUESTOS

La generación de impuestos corresponde al impuesto generado por el incremento de la utilidad producto de la entrada en funcionamiento del mejoramiento del canal.

Al respecto la generación de impuestos producto de la construcción de obras se incrementa en un 131,5% al pasar de $26,1 millones en situación actual a más de $60,5 millones en situación futura.

Tabla 10-6: Generación Impuestos

Situación	Impuestos en $	Incrementos %
Actual	26.153.480	0
Futura	60.550.668	131,5

11 CONCLUSIONES

A partir de la evaluación económica realizada, se puede concluir que el proyecto de mejoramiento del canal Bellavista es rentable y cuenta con mínimos riegos de inversión, a nivel social.

De acuerdo a la evaluación social se logra un máximo VAN cercano a los 40 mil millones de pesos para una inversión en revestimiento del canal de entre los 12 y 18 km. Con ello se alcanza una TIR por sobre al 20%. En el caso mas desfavorable (riesgo), este VAN se reduciría a la mitad, aun siendo positivo y con tasa mayor al 6%. Ahora bien, la evaluación privada presenta VAN positivos menores a los anteriores pero con tasas mayores al 12 % exigidas con una longitud de revestimiento optima de 15 km.

Este consultor, recomienda en base a los resultados obtenidos, que la inversión sea ejecutada en una alianza publico privada, en donde por ejemplo el sector privado ejecute las obras de mejoramiento de perdidas (12 km revestidos como mínimo) y el estado las obras de seguridad geológica y geotécnica del canal.

Además, los indicadores económicos adicionales como la relación beneficio-costo, rentabilidad por hectárea regada o los ingresos per cápita debido al proyecto, arrojan resultados positivos como resultado de llevar a cabo las obras. Por ello, el momento óptimo de inversión sería iniciar las obras lo mas pronto posible.

Por otra parte, de los métodos alternativos de evaluación del proyecto de riego descritos en este informe, se aprecia que el método de valor incremental de la tierra entrega un mayor beneficio que el del valor de transacciones de agua. Estos resultados son discutibles dada una serie de limitaciones que existen para realizar estos análisis. En primer lugar no existen una cantidad de datos suficiente para ambos métodos de análisis que permitan tener resultados precisos. Varios de los datos que se utilizaron para el análisis dependen de factores que no aparece en los registros lo que impide que sean objetivos los resultados. Además no existe un mercado lo suficientemente grande que represente precios de compra venta reales del bien transado, como en es el caso de los derechos de agua.

Dadas las limitaciones antes descritas, se recomienda considerar los resultados del método del valor del producto marginal como representativos de la rentabilidad del proyecto.

10.5 Análisis Financiero

El análisis de producción y márgenes netos de los Predios Promedio en el paso de la situación actual a sin proyecto y de actual a futura o con proyecto se fundamentó en las siguientes premisas:

- En la situación actual sin proyecto el año 0 del flujo corresponde a la situación actual. En el año 1 comienza la transición entre la situación actual y la sin proyecto.
- En el año 3 comienza la transición entre la situación actual y con proyecto o futura.
- Las obras de mejoramiento se construyen en tres años (años 0, 1, 2).
- El establecimiento de cultivos según el estrato de tamaño se produce entre cuatro y seis años. En el caso de la ganadería, la estabilización se produce entre los seis y ocho años.
- La estabilización de márgenes brutos de cultivos anuales, hortalizas, frutales y ganadería se produce entre los cuatro y catorce años dependiendo del rubro productivo y el estrato de tamaño. Los valores se han obtenido de los respectivos patrones de situación actual, sin proyecto y futura agropecuaria, considerándose éstos según el Predio Promedio en análisis.

Con el objetivo de caracterizar productiva y económicamente los predios, se efectuó para cada uno de ellos la proyección del desarrollo de cultivos, los que llevan implícito los márgenes brutos y costos agrícolas (gastos indirectos, costos financieros, impuestos, capital de trabajo, amortización de crédito, habilitación de terrenos, asistencia técnica, riego tecnificado y rentabilidad predial de sustento).

La información de flujos correspondiente a los márgenes brutos, costos agrícolas y márgenes netos en situación actual sin proyecto para cada Predio Promedio se presenta en el Anexo 10.5-1.

La información correspondiente a los márgenes brutos, costos agrícolas y márgenes netos de situación futura o con proyecto por Predio Promedio se presenta en el Anexo 10.5-2.

A partir de la información mencionada en se efectuó el análisis financiero de cada uno de los Predios Promedio seleccionados, para lo cual se utilizaron los siguientes criterios:

- Crédito de Capital de Trabajo: Corresponde a préstamos otorgados por el 90% de la diferencia existente entre el capital de trabajo necesario para el desarrollo de la situación futura menos el capital existente en situación actual o sin proyecto.
- Costos financieros corresponde a los intereses ocasionados por concepto de créditos de capital de trabajo.
- Los intereses consideran una tasa del 10% sobre el crédito.
- Impuesto sobre las utilidades. Se ha considerado un 17% de impuestos.
- Los gastos o costos indirectos se han obtenido de las respectivas descripciones de las situaciones actual y futura agropecuaria.
- Los gastos indirectos siguen las mismas curvas de implementación indicadas para cada Predio Promedio.
- En situación sin proyecto y futura se consideraron los costos necesarios para los respectivos programas de transferencia tecnológica.

- En cuanto al los costos de inversión y mantención en riego tecnificado, además de considerar el riego tecnificado actual, se ha considerado el correspondiente a las nuevas plantaciones y siembras que incorporen nuevas superficies con riego presurizado.
- Se consideró un costo por habilitación de terrenos que en la actualidad se encuentran en condiciones de secano y/o sin producción.
- Finalmente, se incluyó un ítem denominado rentabilidad predial, el cual corresponde a una proporción de la utilidad diferencial entre las situaciones futura y actual optimizada, cuyo destino corresponde a los gastos mínimos atribuibles al sustento familiar. Para estos efectos, el monto estimado es de 10%.

El flujo de caja se realizó para un horizonte de 30 años, el cual corresponde al período de evaluación del proyecto.

En cada flujo de caja de la situación actual sin proyecto y futura, incluidos en los anexos 10.5-1 y 10.5-2, previamente mencionados, están incluidos los costos de transferencia tecnológica, inversiones intraprediales y sus costos de mantención, impuestos y los requerimientos de capital de trabajo.

Se debe señalar que la utilidad disponible corresponde a la utilidad neta resultante de la ganancia efectiva del proyecto (diferencial entre los flujos netos de situación futura y sin proyecto) una vez descontada la rentabilidad predial.

Posteriormente, el cálculo de la anualidad equivalente, corresponde al valor anual representativo del flujo total de años de evaluación del proyecto, basado en valores y tasas de interés constantes. Con este método, todos los ingresos y gastos que ocurren durante un período son convertidos a una anualidad equivalente (uniforme). Cuando la anualidad es positiva, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado. Este método tiene la ventaja que al utilizarlo la mayoría de valores están dados en unidades anuales.

El cálculo de la anualidad equivalente considera el valor presente neto de la utilidad disponible en función de la tasa interna de retorno y el número de años de la evaluación.

En las Tablas 10.5-1 a la 10.5-14 se presenta un resumen del análisis financiero efectuado a cada uno de los Predios Promedio seleccionados. En estos cuadros se incluye el flujo de márgenes netos de cada situación (actual sin proyecto y futura), la utilidad disponible y la anualidad equivalente, la que posteriormente se contrastará con el valor de las obras para determinar de esta forma la capacidad de pago de cada agricultor y el subsidio necesario para la implementación del proyecto.

Tabla 10.5-1: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	-3.407	-3.407	0	0	0	47.359
1	-3.339	-3.339	0	0	0	47.359
2	-4.519	-3.203	-1.316	0	-1.316	47.359
3	-49.330	-4.313	-45.017	0	-45.017	47.359
4	-4.358	-3.980	-378	0	-378	47.359
5	11.499	-3.642	15.141	1.514	13.627	47.359
6	34.886	-3.300	38.186	3.819	34.367	47.359
7	62.541	-3.300	65.841	6.584	59.257	47.359
8	93.508	-3.298	96.806	9.681	87.125	47.359
9	115.297	-1.705	117.002	11.700	105.302	47.359
10	115.297	-3.156	118.453	11.845	106.608	47.359
11	115.297	-2.185	117.482	11.748	105.734	47.359
12	115.297	-3.011	118.308	11.831	106.477	47.359
13	115.297	-2.067	117.364	11.736	105.628	47.359
14	115.297	-3.455	118.752	11.875	106.877	47.359
15	115.297	-2.791	118.088	11.809	106.279	47.359
16	115.297	-3.076	118.373	11.837	106.536	47.359
17	115.297	-3.041	118.338	11.834	106.504	47.359
18	115.297	-4.049	119.346	11.935	107.411	47.359
19	115.297	-3.656	118.953	11.895	107.058	47.359
20	115.297	-2.387	117.684	11.768	105.916	47.359
21	115.297	-1.992	117.289	11.729	105.560	47.359
22	115.297	-2.210	117.507	11.751	105.756	47.359
23	115.297	-1.812	117.109	11.711	105.398	47.359
24	115.297	-2.108	117.405	11.741	105.664	47.359
25	115.297	-1.705	117.002	11.700	105.302	47.359
26	115.297	-3.156	118.453	11.845	106.608	47.359
27	115.297	-2.185	117.482	11.748	105.734	47.359
28	115.297	-2.152	117.449	11.745	105.704	47.359
29	115.297	-1.811	117.108	11.711	105.397	47.359
30	115.297	-2.091	117.388	11.739	105.649	47.359

Tabla 10.5-2: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	41.098	41.098	0	0	0	24.862
1	42.671	42.671	0	0	0	24.862
2	44.414	45.820	-1.406	0	-1.406	24.862
3	13.838	46.457	-32.619	0	-32.619	24.862
4	35.189	52.945	-17.756	0	-17.756	24.862
5	39.595	60.814	-21.219	0	-21.219	24.862
6	49.455	68.684	-19.229	0	-19.229	24.862
7	61.557	68.684	-7.127	0	-7.127	24.862
8	81.063	68.684	12.379	1.238	11.141	24.862
9	118.674	77.000	41.674	4.167	37.507	24.862
10	125.348	58.127	67.221	6.722	60.499	24.862
11	134.046	70.758	63.288	6.329	56.959	24.862
12	141.900	10.137	131.763	13.176	118.587	24.862
13	149.536	57.405	92.131	9.213	82.918	24.862
14	155.555	39.275	116.280	11.628	104.652	24.862
15	159.545	48.596	110.949	11.095	99.854	24.862
16	162.539	45.387	117.152	11.715	105.437	24.862
17	162.539	49.388	113.151	11.315	101.836	24.862
18	162.539	40.058	122.481	12.248	110.233	24.862
19	162.539	1.735	160.804	16.080	144.724	24.862
20	162.539	68.126	94.413	9.441	84.972	24.862
21	162.539	44.909	117.630	11.763	105.867	24.862
22	162.539	47.904	114.635	11.464	103.171	24.862
23	155.131	52.615	102.516	10.252	92.264	24.862
24	147.832	56.094	91.738	9.174	82.564	24.862
25	139.411	65.010	74.401	7.440	66.961	24.862
26	130.810	50.218	80.592	8.059	72.533	24.862
27	122.138	66.662	55.476	5.548	49.928	24.862
28	113.112	67.101	46.011	4.601	41.410	24.862
29	130.429	75.621	54.808	5.481	49.327	24.862
30	128.751	71.982	56.769	5.677	51.092	24.862

Tabla 10.5-3: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	41.098	41.098	0	0	0	24.862
1	42.671	42.671	0	0	0	24.862
2	44.414	45.820	-1.406	0	-1.406	24.862
3	13.838	46.457	-32.619	0	-32.619	24.862
4	35.189	52.945	-17.756	0	-17.756	24.862
5	39.595	60.814	-21.219	0	-21.219	24.862
6	49.455	68.684	-19.229	0	-19.229	24.862
7	61.557	68.684	-7.127	0	-7.127	24.862
8	81.063	68.684	12.379	1.238	11.141	24.862
9	118.674	77.000	41.674	4.167	37.507	24.862
10	125.348	58.127	67.221	6.722	60.499	24.862
11	134.046	70.758	63.288	6.329	56.959	24.862
12	141.900	10.137	131.763	13.176	118.587	24.862
13	149.536	57.405	92.131	9.213	82.918	24.862
14	155.555	39.275	116.280	11.628	104.652	24.862
15	159.545	48.596	110.949	11.095	99.854	24.862
16	162.539	45.387	117.152	11.715	105.437	24.862
17	162.539	49.388	113.151	11.315	101.836	24.862
18	162.539	40.058	122.481	12.248	110.233	24.862
19	162.539	1.735	160.804	16.080	144.724	24.862
20	162.539	68.126	94.413	9.441	84.972	24.862
21	162.539	44.909	117.630	11.763	105.867	24.862
22	162.539	47.904	114.635	11.464	103.171	24.862
23	155.131	52.615	102.516	10.252	92.264	24.862
24	147.832	56.094	91.738	9.174	82.564	24.862
25	139.411	65.010	74.401	7.440	66.961	24.862
26	130.810	50.218	80.592	8.059	72.533	24.862
27	122.138	66.662	55.476	5.548	49.928	24.862
28	113.112	67.101	46.011	4.601	41.410	24.862
29	130.429	75.621	54.808	5.481	49.327	24.862
30	128.751	71.982	56.769	5.677	51.092	24.862

Tabla 10.5-4: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	228.678	228.678	0	0	0	40.047
1	228.694	228.694	0	0	0	40.047
2	227.462	228.727	-1.265	0	-1.265	40.047
3	166.209	224.642	-58.433	0	-58.433	40.047
4	204.900	224.899	-19.999	0	-19.999	40.047
5	214.045	224.899	-10.854	0	-10.854	40.047
6	233.602	224.899	8.703	870	7.833	40.047
7	301.435	224.899	76.536	7.654	68.882	40.047
8	307.653	224.899	82.754	8.275	74.479	40.047
9	319.859	233.285	86.574	8.657	77.917	40.047
10	322.659	232.444	90.215	9.022	81.193	40.047
11	323.319	236.017	87.302	8.730	78.572	40.047
12	322.761	161.530	161.231	16.123	145.108	40.047
13	320.850	137.155	183.695	18.370	165.325	40.047
14	319.096	172.832	146.264	14.626	131.638	40.047
15	317.308	198.850	118.458	11.846	106.612	40.047
16	318.443	200.082	118.361	11.836	106.525	40.047
17	325.791	211.054	114.737	11.474	103.263	40.047
18	329.297	208.345	120.952	12.095	108.857	40.047
19	329.852	196.105	133.747	13.375	120.372	40.047
20	275.532	172.463	103.069	10.307	92.762	40.047
21	328.693	164.396	164.297	16.430	147.867	40.047
22	325.802	202.479	123.323	12.332	110.991	40.047
23	308.171	227.044	81.127	8.113	73.014	40.047
24	290.151	227.464	62.687	6.269	56.418	40.047
25	272.435	231.911	40.524	4.052	36.472	40.047
26	256.977	232.444	24.533	2.453	22.080	40.047
27	315.734	236.017	79.717	7.972	71.745	40.047
28	319.136	235.174	83.962	8.396	75.566	40.047
29	320.003	169.614	150.389	15.039	135.350	40.047
30	321.333	206.484	114.849	11.485	103.364	40.047

Tabla 10.5-5: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	13.392	13.392	0	0	0	353.775
1	13.432	13.432	0	0	0	353.775
2	6.212	13.513	-7.301	0	-7.301	353.775
3	-195.819	12.696	-208.515	0	-208.515	353.775
4	36.233	12.901	23.332	2.333	20.999	353.775
5	147.775	13.103	134.672	13.467	121.205	353.775
6	310.296	13.306	296.990	29.699	267.291	353.775
7	505.704	13.306	492.398	49.240	443.158	353.775
8	722.229	13.306	708.923	70.892	638.031	353.775
9	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
10	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
11	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
12	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
13	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
14	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
15	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
16	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
17	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
18	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
19	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
20	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
21	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
22	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
23	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
24	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
25	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
26	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
27	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
28	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
29	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775
30	852.072	14.201	837.871	83.787	754.084	353.775

Tabla 10.5-6: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	456.389	456.389	0	0	0	379.823
1	462.561	462.561	0	0	0	379.823
2	464.885	474.908	-10.023	0	-10.023	379.823
3	-27.696	468.226	-495.922	0	-495.922	379.823
4	192.921	494.087	-301.166	0	-301.166	379.823
5	181.699	524.952	-343.253	0	-343.253	379.823
6	237.712	555.817	-318.105	0	-318.105	379.823
7	336.602	555.817	-219.215	0	-219.215	379.823
8	621.206	555.817	65.389	6.539	58.850	379.823
9	1.532.483	616.514	915.969	91.597	824.372	379.823
10	1.710.005	638.239	1.071.766	107.177	964.589	379.823
11	1.863.828	600.475	1.263.353	126.335	1.137.018	379.823
12	2.024.916	641.752	1.383.164	138.316	1.244.848	379.823
13	2.197.175	641.752	1.555.423	155.542	1.399.881	379.823
14	2.334.130	644.400	1.689.730	168.973	1.520.757	379.823
15	2.412.848	606.636	1.806.212	180.621	1.625.591	379.823
16	2.465.292	579.849	1.885.443	188.544	1.696.899	379.823
17	2.419.881	616.514	1.803.367	180.337	1.623.030	379.823
18	2.394.853	638.239	1.756.614	175.661	1.580.953	379.823
19	2.399.158	600.475	1.798.683	179.868	1.618.815	379.823
20	2.463.376	641.752	1.821.624	182.162	1.639.462	379.823
21	2.591.377	641.752	1.949.625	194.963	1.754.662	379.823
22	2.658.024	403.313	2.254.711	225.471	2.029.240	379.823
23	2.448.018	415.150	2.032.868	203.287	1.829.581	379.823
24	2.197.304	384.454	1.812.850	181.285	1.631.565	379.823
25	1.875.284	483.223	1.392.061	139.206	1.252.855	379.823
26	1.535.610	536.324	999.286	99.929	899.357	379.823
27	1.174.726	533.253	641.473	64.147	577.326	379.823
28	871.960	606.939	265.021	26.502	238.519	379.823
29	1.419.851	606.939	812.912	81.291	731.621	379.823
30	1.489.826	644.400	845.426	84.543	760.883	379.823

Tabla 10.5-7: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	1.520.596	1.520.596	0	0	0	229.066
1	1.517.291	1.517.291	0	0	0	229.066
2	1.502.788	1.510.682	-7.894	0	-7.894	229.066
3	1.267.537	1.470.408	-202.871	0	-202.871	229.066
4	1.412.819	1.458.595	-45.776	0	-45.776	229.066
5	1.442.601	1.458.595	-15.994	0	-15.994	229.066
6	1.523.732	1.458.595	65.137	6.514	58.623	229.066
7	1.819.725	1.458.595	361.130	36.113	325.017	229.066
8	1.791.235	1.458.593	332.642	33.264	299.378	229.066
9	1.819.958	1.520.479	299.479	29.948	269.531	229.066
10	1.839.556	1.487.916	351.640	35.164	316.476	229.066
11	1.904.517	1.520.757	383.760	38.376	345.384	229.066
12	1.957.760	873.700	1.084.060	108.406	975.654	229.066
13	1.921.438	1.243.152	678.286	67.829	610.457	229.066
14	1.901.496	756.880	1.144.616	114.462	1.030.154	229.066
15	1.894.881	927.154	967.727	96.773	870.954	229.066
16	1.936.501	904.061	1.032.440	103.244	929.196	229.066
17	1.969.535	990.968	978.567	97.857	880.710	229.066
18	1.926.631	1.148.704	777.927	77.793	700.134	229.066
19	1.901.496	1.099.276	802.220	80.222	721.998	229.066
20	1.509.002	1.099.778	409.224	40.922	368.302	229.066
21	1.936.501	1.512.255	424.246	42.425	381.821	229.066
22	1.969.535	1.483.937	485.598	48.560	437.038	229.066
23	1.865.732	1.519.233	346.499	34.650	311.849	229.066
24	1.776.124	1.487.091	289.033	28.903	260.130	229.066
25	1.700.272	1.520.020	180.252	18.025	162.227	229.066
26	1.669.665	1.487.916	181.749	18.175	163.574	229.066
27	1.924.270	1.520.757	403.513	40.351	363.162	229.066
28	1.884.281	1.488.194	396.087	39.609	356.478	229.066
29	1.864.321	1.513.993	350.328	35.033	315.295	229.066
30	1.864.532	1.485.272	379.260	37.926	341.334	229.066

Tabla 10.5-8: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	220.797	220.797	0	0	0	648.744
1	221.291	221.291	0	0	0	648.744
2	205.327	222.280	-16.953	0	-16.953	648.744
3	-209.534	212.640	-422.174	0	-422.174	648.744
4	244.885	215.133	29.752	2.975	26.777	648.744
5	449.854	217.602	232.252	23.225	209.027	648.744
6	753.943	220.073	533.870	53.387	480.483	648.744
7	1.115.078	220.073	895.005	89.501	805.504	648.744
8	1.519.550	220.073	1.299.477	129.948	1.169.529	648.744
9	1.785.651	230.679	1.554.972	155.497	1.399.475	648.744
10	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
11	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
12	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
13	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
14	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
15	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
16	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
17	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
18	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
19	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
20	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
21	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
22	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
23	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
24	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
25	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
26	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
27	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
28	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
29	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744
30	1.786.894	230.679	1.556.215	155.622	1.400.593	648.744

Tabla 10.5-9: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	1.770.969	1.770.969	0	0	0	853.248
1	1.772.077	1.772.077	0	0	0	853.248
2	1.753.589	1.774.298	-20.709	0	-20.709	853.248
3	1.166.910	1.726.427	-559.517	0	-559.517	853.248
4	1.636.414	1.733.239	-96.825	0	-96.825	853.248
5	1.837.127	1.738.788	98.339	9.834	88.505	853.248
6	2.205.335	1.744.341	460.994	46.099	414.895	853.248
7	2.668.347	1.744.341	924.006	92.401	831.605	853.248
8	3.329.325	1.744.342	1.584.983	158.498	1.426.485	853.248
9	4.263.063	1.845.403	2.417.660	241.766	2.175.894	853.248
10	4.350.567	1.808.682	2.541.885	254.189	2.287.696	853.248
11	4.250.168	1.810.878	2.439.290	243.929	2.195.361	853.248
12	4.135.230	1.811.194	2.324.036	232.404	2.091.632	853.248
13	4.037.594	1.849.804	2.187.790	218.779	1.969.011	853.248
14	3.985.315	1.813.083	2.172.232	217.223	1.955.009	853.248
15	3.947.032	1.766.661	2.180.371	218.037	1.962.334	853.248
16	3.830.025	1.793.166	2.036.859	203.686	1.833.173	853.248
17	3.660.257	1.845.403	1.814.854	181.485	1.633.369	853.248
18	3.562.963	1.808.682	1.754.281	175.428	1.578.853	853.248
19	3.556.249	1.810.878	1.745.371	174.537	1.570.834	853.248
20	3.742.053	1.811.194	1.930.859	193.086	1.737.773	853.248
21	4.153.613	1.849.804	2.303.809	230.381	2.073.428	853.248
22	4.413.546	1.813.083	2.600.463	260.046	2.340.417	853.248
23	4.314.540	1.766.661	2.547.879	254.788	2.293.091	853.248
24	4.097.182	1.793.166	2.304.016	230.402	2.073.614	853.248
25	3.869.581	1.845.403	2.024.178	202.418	1.821.760	853.248
26	3.650.578	1.808.682	1.841.896	184.190	1.657.706	853.248
27	3.445.990	1.810.878	1.635.112	163.511	1.471.601	853.248
28	3.374.024	1.811.194	1.562.830	156.283	1.406.547	853.248
29	3.723.236	1.849.804	1.873.432	187.343	1.686.089	853.248
30	3.695.860	1.813.083	1.882.777	188.278	1.694.499	853.248

Tabla 10.5-10: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	4.279.098	4.279.098	0	0	0	560.247
1	4.278.587	4.278.587	0	0	0	560.247
2	4.252.236	4.277.564	-25.328	0	-25.328	560.247
3	3.381.070	4.183.155	-802.085	0	-802.085	560.247
4	3.721.579	4.185.416	-463.837	0	-463.837	560.247
5	3.663.242	4.185.416	-522.174	0	-522.174	560.247
6	3.718.256	4.185.416	-467.160	0	-467.160	560.247
7	4.886.124	4.185.416	700.708	70.071	630.637	560.247
8	5.043.658	4.185.416	858.242	85.824	772.418	560.247
9	5.323.346	4.277.906	1.045.440	104.544	940.896	560.247
10	5.537.671	3.739.487	1.798.184	179.818	1.618.366	560.247
11	5.679.524	4.033.958	1.645.566	164.557	1.481.009	560.247
12	5.774.395	3.073.473	2.700.922	270.092	2.430.830	560.247
13	5.764.688	3.712.535	2.052.153	205.215	1.846.938	560.247
14	5.750.129	3.017.653	2.732.476	273.248	2.459.228	560.247
15	5.718.090	3.230.961	2.487.129	248.713	2.238.416	560.247
16	5.733.777	3.282.487	2.451.290	245.129	2.206.161	560.247
17	5.864.931	3.387.175	2.477.756	247.776	2.229.980	560.247
18	5.923.138	3.169.965	2.753.173	275.317	2.477.856	560.247
19	5.931.239	3.289.715	2.641.524	264.152	2.377.372	560.247
20	4.036.002	2.312.820	1.723.182	172.318	1.550.864	560.247
21	5.911.003	4.217.515	1.693.488	169.349	1.524.139	560.247
22	5.862.033	4.247.884	1.614.149	161.415	1.452.734	560.247
23	5.518.565	4.241.341	1.277.224	127.722	1.149.502	560.247
24	5.148.372	4.273.459	874.913	87.491	787.422	560.247
25	4.755.565	4.277.385	478.180	47.818	430.362	560.247
26	4.381.432	3.739.487	641.945	64.195	577.750	560.247
27	5.371.947	4.033.958	1.337.989	133.799	1.204.190	560.247
28	5.478.282	4.223.668	1.254.614	125.461	1.129.153	560.247
29	5.566.172	4.219.491	1.346.681	134.668	1.212.013	560.247
30	5.674.385	4.249.402	1.424.983	142.498	1.282.485	560.247

Tabla 10.5-11: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	0	0	0	0	0	1.570.878
1	0	0	0	0	0	1.570.878
2	-34.136	0	-34.136	0	-34.136	1.570.878
3	-851.095	0	-851.095	0	-851.095	1.570.878
4	106.861	0	106.861	10.686	96.175	1.570.878
5	592.515	0	592.515	59.252	533.263	1.570.878
6	1.306.056	0	1.306.056	130.606	1.175.450	1.570.878
7	2.162.883	0	2.162.883	216.288	1.946.595	1.570.878
8	3.118.625	0	3.118.625	311.863	2.806.762	1.570.878
9	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
10	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
11	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
12	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
13	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
14	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
15	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
16	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
17	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
18	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
19	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
20	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
21	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
22	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
23	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
24	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
25	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
26	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
27	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
28	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
29	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878
30	3.711.451	0	3.711.451	371.145	3.340.306	1.570.878

Tabla 10.5-12: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio-Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	8.743.753	8.743.753	0	0	0	1.852.946
1	8.741.148	8.741.148	0	0	0	1.852.946
2	8.686.175	8.735.938	-49.763	0	-49.763	1.852.946
3	7.185.468	8.552.610	-1.367.142	0	-1.367.142	1.852.946
4	8.013.169	8.550.328	-537.159	0	-537.159	1.852.946
5	8.076.117	8.550.328	-474.211	0	-474.211	1.852.946
6	8.362.702	8.550.328	-187.626	0	-187.626	1.852.946
7	10.006.027	8.550.328	1.455.699	145.570	1.310.129	1.852.946
8	10.330.754	8.550.328	1.780.426	178.043	1.602.383	1.852.946
9	11.061.623	8.745.640	2.315.983	231.598	2.084.385	1.852.946
10	11.690.052	8.745.640	2.944.412	294.441	2.649.971	1.852.946
11	12.131.553	8.750.149	3.381.404	338.140	3.043.264	1.852.946
12	12.445.393	5.614.333	6.831.060	683.106	6.147.954	1.852.946
13	12.472.553	7.371.431	5.101.122	510.112	4.591.010	1.852.946
14	12.493.274	438.698	12.054.576	1.205.458	10.849.118	1.852.946
15	12.489.411	2.197.650	10.291.761	1.029.176	9.262.585	1.852.946
16	12.492.111	2.213.790	10.278.321	1.027.832	9.250.489	1.852.946
17	12.508.043	2.515.314	9.992.729	999.273	8.993.456	1.852.946
18	12.515.736	4.812.971	7.702.765	770.277	6.932.488	1.852.946
19	12.516.967	5.096.824	7.420.143	742.014	6.678.129	1.852.946
20	7.481.921	3.713.371	3.768.550	376.855	3.391.695	1.852.946
21	12.514.494	8.753.561	3.760.933	376.093	3.384.840	1.852.946
22	12.508.195	8.753.561	3.754.634	375.463	3.379.171	1.852.946
23	11.970.322	8.670.558	3.299.764	329.976	2.969.788	1.852.946
24	11.377.282	8.717.700	2.659.582	265.958	2.393.624	1.852.946
25	10.707.234	8.745.640	1.961.594	196.159	1.765.435	1.852.946
26	9.983.959	8.745.640	1.238.319	123.832	1.114.487	1.852.946
27	11.207.534	8.750.149	2.457.385	245.739	2.211.646	1.852.946
28	11.411.438	8.750.149	2.661.289	266.129	2.395.160	1.852.946
29	11.720.055	8.753.561	2.966.494	296.649	2.669.845	1.852.946
30	12.060.758	8.753.561	3.307.197	330.720	2.976.477	1.852.946

Tabla 10.5-13: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	12.867.557	12.867.557	0	0	0	5.768.350
1	12.751.627	12.751.627	0	0	0	5.768.350
2	12.425.103	12.519.768	-94.665	0	-94.665	5.768.350
3	6.944.092	11.932.788	-4.988.696	0	-4.988.696	5.768.350
4	10.660.077	11.480.162	-820.085	0	-820.085	5.768.350
5	11.848.465	11.480.162	368.303	36.830	331.473	5.768.350
6	14.297.354	11.480.162	2.817.192	281.719	2.535.473	5.768.350
7	21.258.757	11.480.162	9.778.595	977.860	8.800.735	5.768.350
8	22.161.517	11.480.162	10.681.355	1.068.136	9.613.219	5.768.350
9	23.801.954	12.921.895	10.880.059	1.088.006	9.792.053	5.768.350
10	24.711.553	12.568.207	12.143.346	1.214.335	10.929.011	5.768.350
11	25.571.849	13.060.654	12.511.195	1.251.120	11.260.075	5.768.350
12	26.028.720	7.124.262	18.904.458	1.890.446	17.014.012	5.768.350
13	25.408.388	10.705.076	14.703.312	1.470.331	13.232.981	5.768.350
14	25.001.659	5.811.196	19.190.463	1.919.046	17.271.417	5.768.350
15	24.615.356	4.934.789	19.680.567	1.968.057	17.712.510	5.768.350
16	25.166.751	6.110.348	19.056.403	1.905.640	17.150.763	5.768.350
17	26.806.327	7.660.092	19.146.235	1.914.624	17.231.611	5.768.350
18	27.063.262	9.211.447	17.851.815	1.785.182	16.066.633	5.768.350
19	26.940.731	9.004.885	17.935.846	1.793.585	16.142.261	5.768.350
20	18.898.195	4.498.857	14.399.338	1.439.934	12.959.404	5.768.350
21	27.039.566	13.103.797	13.935.769	1.393.577	12.542.192	5.768.350
22	26.791.683	12.771.265	14.020.418	1.402.042	12.618.376	5.768.350
23	24.630.314	10.589.783	14.040.531	1.404.053	12.636.478	5.768.350
24	22.554.098	11.687.020	10.867.078	1.086.708	9.780.370	5.768.350
25	20.695.687	12.921.895	7.773.792	777.379	6.996.413	5.768.350
26	19.661.612	12.568.207	7.093.405	709.341	6.384.064	5.768.350
27	25.091.827	13.060.654	12.031.173	1.203.117	10.828.056	5.768.350
28	24.893.223	12.706.966	12.186.257	1.218.626	10.967.631	5.768.350
29	24.339.510	13.165.686	11.173.824	1.117.382	10.056.442	5.768.350
30	23.963.772	12.811.998	11.151.774	1.115.177	10.036.597	5.768.350

Tabla 10.5-14: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio ($)

Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	90.863.494	90.863.494	0	0	0	37.618.597
1	90.863.494	90.863.494	0	0	0	37.618.597
2	89.761.345	90.863.494	-1.102.149	0	-1.102.149	37.618.597
3	1.901.668	88.761.120	-86.859.452	0	-86.859.452	37.618.597
4	28.665.715	88.858.604	-60.192.889	0	-60.192.889	37.618.597
5	14.214.296	88.858.604	-74.644.308	0	-74.644.308	37.618.597
6	7.237.117	88.858.604	-81.621.487	0	-81.621.487	37.618.597
7	129.836.386	88.858.604	40.977.782	4.097.778	36.880.004	37.618.597
8	144.981.460	88.858.604	56.122.856	5.612.286	50.510.570	37.618.597
9	181.640.712	90.863.494	90.777.218	9.077.722	81.699.496	37.618.597
10	210.226.906	90.863.494	119.363.412	11.936.341	107.427.071	37.618.597
11	238.128.296	90.863.494	147.264.802	14.726.480	132.538.322	37.618.597
12	261.933.189	90.863.494	171.069.695	17.106.970	153.962.725	37.618.597
13	272.869.677	90.863.494	182.006.183	18.200.618	163.805.565	37.618.597
14	282.723.149	61.451.444	221.271.705	22.127.171	199.144.534	37.618.597
15	282.723.149	68.820.026	213.903.123	21.390.312	192.512.811	37.618.597
16	282.723.149	68.316.706	214.406.443	21.440.644	192.965.799	37.618.597
17	282.723.149	68.316.706	214.406.443	21.440.644	192.965.799	37.618.597
18	282.723.149	76.691.739	206.031.410	20.603.141	185.428.269	37.618.597
19	282.723.149	81.190.825	201.532.324	20.153.232	181.379.092	37.618.597
20	241.954.259	50.094.604	191.859.655	19.185.966	172.673.689	37.618.597
21	282.723.149	90.863.494	191.859.655	19.185.966	172.673.689	37.618.597
22	282.723.149	90.863.494	191.859.655	19.185.966	172.673.689	37.618.597
23	252.136.110	90.863.494	161.272.616	16.127.262	145.145.354	37.618.597
24	216.821.810	90.863.494	125.958.316	12.595.832	113.362.484	37.618.597
25	175.204.493	90.863.494	84.340.999	8.434.100	75.906.899	37.618.597
26	129.630.409	90.863.494	38.766.915	3.876.692	34.890.223	37.618.597
27	222.902.873	90.863.494	132.039.379	13.203.938	118.835.441	37.618.597
28	217.417.023	90.863.494	126.553.529	12.655.353	113.898.176	37.618.597
29	213.910.707	90.863.494	123.047.213	12.304.721	110.742.492	37.618.597
30	211.069.430	90.863.494	120.205.936	12.020.594	108.185.342	37.618.597

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

4184-3000-CO-INF-001_C

ANEXO 16.4 - PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Zúñiga	P.Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	11.11.14	11.11.2014	11.11.14	
C	Nombre Firma	P. Zúñiga	P.Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	31.07.15	31.07.15	31.07.15	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 022 381 6000
Fax: +56 022 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 16.4 - PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

ÍNDICE

1 INTRODUCCION 3

2 DETERMINACION DE PRECIOS UNITARIOS 3

1.1 GENERALIDADES 3
1.2 ANTECEDENTES DISPONIBLES 4
1.3 DETERMINACIÓN DE PARTIDAS 5
1.3.1 Movimientos de Tierra 5
1.3.2 Obras Civiles 6
1.3.3 Tuberías: Suministro, transporte interno, colocación y prueba de Cañerías y Piezas Especiales 8
1.3.4 Instalaciones eléctricas, Instrumentación y Control 8
1.3.5 Suministro y Montaje de Equipos 9
1.3.6 Rotura y Reposición de Pavimentos. 9

2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PRINCIPALES 9

2.1 CAMPO DE APLICACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS. 9
2.2 PRECIOS UNITARIOS PRINCIPALES 9
2.3 ESTUDIO DE TENDENCIAS PRECIOS TUBERIAS PERIODO 2007-2015 14
2.3.1 Análisis de precios unitarios en UF 14
2.4 ESTUDIO DE TENDENCIAS PARTIDAS RELEVANTES PERIODO 2007-2015 16
2.5 PRECIO EFICIENTE REVESTIMIENTO DEL CANAL 19
2.6 PRECIO EFICIENTE DEBILITAMIENTO TALUD POR PRECIPITACIONES 20
2.7 PRECIO EFICIENTE ESTABILIDAD PRETIL A VALLE DE LA QUEBRADA ARRAYAN 21

3 PRESUPUESTO 22

1 INTRODUCCION

El presente informe presenta los precios unitarios y presupuesto desarrollado para las obras de construcción de los mejoramientos del **Canal Bellavista,** a partir de las cubicaciones desarrolladas en el capítulo de diseños hidráulicos.

2 DETERMINACION DE PRECIOS UNITARIOS

1.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se describirá en detalle el sistema de precios unitarios que se desarrolló para la valorización del canal en estudio.

A continuación se presenta una tabla con las principales definiciones de la terminología que se empleará en el presente estudio.

Tabla Nº 2.1: Definición de la Terminología empleada

CONCEPTO	DEFINICIÓN
OBRA	Corresponde a una determinada estructura, especificada en los documentos del proyecto, que cumple una función definida dentro de la operación normal del proyecto. También se suele hablar de faena para referirse al conjunto de actividades constructivas de un proyecto y cuando la obra se refiere a movimientos de tierra. Podrán existir obras o faenas provisionales o definitivas, según cumplan funciones temporales o permanentes.
PROYECTO	Corresponde al conjunto de documentos que definen una obra de infraestructura. Está constituido por bases administrativas, especificaciones técnicas, planos generales, presupuestos y/o cubicaciones de obras y planos de detalle oficiales.
INFRAESTRUCTURA DE CANALES	Corresponde al conjunto de obras de ingeniería relacionadas entre sí, que satisfacen una necesidad técnica específica de conducción de agua a través de canales de riego.
PRESUPUESTO DETALLADO	Corresponde al presupuesto efectuado por el oferente sobre la base de las especificaciones, cubicaciones y precios unitarios previstos por él para su propio proyecto.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	Se entiende por Especificaciones Técnicas al conjunto de características que deberán cumplir las obras, motivo del contrato, incluyendo normas sobre procedimientos de elaboración, exigencias a que quedan sometidos los materiales y pruebas de control que deben superar las diferentes etapas de fabricación.
GASTOS GENERALES	Se entiende por Gastos Generales a aquellos gastos de obra no imputables a partidas específicas de la construcción.
UTILIDADES	Se entiende por Utilidades al beneficio económico neto que el proyecto genera a la empresa que lo materializa.
INGENIERÍA	Se entiende por Ingeniería a los gastos asociados al diseño de la obra, incluidos: memoria, planos, especificaciones y presupuesto de proyecto.
INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA	Se entiende por Inspección Técnica de la Obra (I.T.O.) a la o las personas que, nombradas en forma competente, asumen el derecho y la obligación de fiscalizar el cumplimiento de un contrato de

CONCEPTO	DEFINICIÓN
	construcción.
INSUMO BÁSICO	Corresponde a cada uno de los componentes de una actividad constructiva, que conforman propiamente el suministro de: materiales, equipos, mano de obra, fletes, etc. Estos generalmente se cotizan y adquieren a través de proveedores.
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN	Corresponde a labores específicas que ejecutan los constructores con mano de obra especializada en dicha labor, que forman parte de un proyecto que contiene su: especificación, cubicación y valorización. Las actividades se componen de varias partidas e insumos básicos.
PARTIDA	Corresponde a cada uno de los ítems o subítems considerados en las especificaciones técnicas o en el presupuesto. Estos generalmente se calculan a partir de un análisis de las actividades que lo componen.
PARTIDA RELEVANTE	Corresponde a una partida de uso habitual en obras de infraestructura de canales.

El sistema propuesto en el presente estudio consiste básicamente en determinar los precios unitarios de todas las partidas relevantes utilizadas en obras de canales, partiendo de la información contenida en presupuestos de construcción de este consultor.

En aquellos casos en que no sea posible obtener el precio eficiente de una partida a partir de presupuestos de construcción de obras, se utilizará alguna otra fuente confiable, como cotizaciones a proveedores, bases de datos, etc.

Como resultado se dispone de una base de datos con precios unitarios para diversas partidas.

1.2 ANTECEDENTES DISPONIBLES

Para la determinación de los precios unitarios de partidas se utilizaron los antecedentes

- Ingeniería de Detalles Canal Las Palmas. Dirección de Obras Hidráulicas. 2015.
- Mejoramientos Canales Quebrada Arrayan; Aguas Andinas 2007
- Ingeniera Detalle Embalse Petorca y Canales Distribución; Dirección de Obras Hidráulicas 2011.
- Canales de Distribución Embalses Niblinto. Comisión Nacional de Riego 2012.
- Canales de Distribución Embalses Cautín. Comisión Nacional de Riego 2012.
- Presupuestos de Construcción Obras Menores IV región. Arcadis Chile. Periodo 2007-2015.

Las bases utilizadas para la estimación de precios unitarios son las siguientes:

- **Fecha base de la estimación** Julio 2015.
- **Tasa de Cambio Dólar:** 1 Dólar = 570,51 CLP
- **Valor UF** = 25.086,58 CLP, fecha 31 julio 2015
- **Costos Indirectos =** 30 %

1.3 DETERMINACIÓN DE PARTIDAS

Se han analizado diversos presupuestos relacionados, con el fin de definir las partidas principales de la infraestructura; y agruparlas acorde a lo utilizado comúnmente en este tipo de contratos.

Según los antecedentes analizados, se considera la siguiente desagregación de componentes de obras:

Tabla N° 2.2: Listado de Componentes de Obras

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
MT	Movimientos de tierra.
OC	Obras Civiles: Hormigón y obras conexas, construcciones y urbanización.
SC	Tuberías: Suministro, transporte interno, colocación y prueba de cañerías y piezas especiales.
IE	Instalaciones eléctricas.
IC	Instrumentación y control.
EQ	Suministro y montaje de equipos.
RR	Rotura y reposición de pavimentos.

1.3.1 Movimientos de Tierra

Los movimientos de tierra corresponden a todas aquellas obras que contemplan excavaciones, demoliciones, rellenos y retiro y transporte de diversos tipos de materiales. Los movimientos de tierra consideran el suministro de materiales, el suministro y transportes de áridos, el arriendo de maquinaria especializada, la mano de obra ocupada, y todos aquellos ítems involucrados en esta actividad.

Esta actividad presenta grandes variaciones al aplicarse a proyectos específicos. En el caso de maquinarias, el campo de aplicación de los precios, queda definido por los siguientes condicionantes más típicos:

- Accesibilidad y distancia de acarreo de empréstito y a botadero.
- Ubicación de la faena en relación con la libertad de movimientos de las máquinas; o posición y altura relativa de la máquina respecto al frente de excavación o relleno, en relación con el movimiento de sus partes móviles: balde, topadora, capacho; router; etc.
- Pendiente longitudinal y transversal del terreno.
- Dureza del terreno.
- Nivel de napa freática.
- Volumen a mover y estabilidad natural del suelo a excavar.
- Profundidad de excavación.
- Clima, temperatura y lluvias.
- Altura sobre el nivel de mar cuando es excesiva y afecta el rendimiento.
- Estado de saturación de los suelos y granulometría del suelo a compactar que puede exigir selección ó mejoramiento.

Clasificación de los Suelos

La clasificación de tipos de suelos se hará de la siguiente manera según lo realizado por la especialidad Geología y Geotecnia:

Tabla Nº 2.3: Tipos de terrenos

TIPO	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS
I y II	Blando	Terreno de relleno, arena suelta, dunas, tierra vegetal, ripio suelto..
III	Semiduro	Ripio compacto, barro compacto, arcilla húmeda.
IV	Duro	Tosca, ripio arcilloso de aluvión, arcilla seca.
V	Muy Duro	Roca blanda trabajable sin explosivos, maicillo endurecido.
VI y VII	Roca	Roca trabajable con explosivos.

Se propone la siguiente división de precios unitarios de la componente Movimientos de Tierra:

Tabla Nº 2.4: Desglose de Componente Movimientos de Tierra

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
MT.DA	Despeje del área	Consiste en la limpieza preliminar del área de la excavación, eliminando todo material desechable que interfiera con la ejecución de la obra.
MT.EX.CO.02.SA	Excavaciones en material común, con profundidad de 0 a 2 m, sin agotamiento	Corresponde a las excavaciones en suelos tipo III, con profundidad de 0 a 2 m y sin agotamiento de napa.
MT.EX.CO.02.ROC	Excavación en Roca	Excavación en Roca con Explosivos
MT.RE.EX	Relleno de zanja, con material excavación, compactado con vibrocompactador.	Corresponde al relleno de zanja, con material de la misma excavación, compactado con vibrocompactador.
MT.RT	Retiro y Transporte de Excedentes	Retiro y Transporte de Excedentes
MT.EN.200	Colocación de enrocado de 200 kg	Colocación de enrocado de 200 kg
MT.GG	Gavión Galvanizado	Gavión Galvanizado
MT.EN	Entibaciones (4 usos)	Entibaciones (4 usos).

1.3.2 Obras Civiles

Dentro de la componente obras civiles se encuentran principalmente los hormigones, obras conexas, construcciones y urbanizaciones.

Las obras de hormigón comprenden el suministro y colocación del hormigón fresco, con vibrado y curado. Además se incluyen otras obras como pavimentos, estructuras metálicas, etc.

Considerando lo señalado, se proponen los siguientes precios unitarios de actividades específicas:

Tabla Nº 2.5: Desglose de Componente de Obras Civiles

CÓDIGO	Nombre	DESCRIPCIÓN
OC.H5	Suministro y colocación de Hormigón H5. Emplantillado.	Suministro y colocación de hormigón fabricado en planta, resistencia H5
OC.H25	Suministro y colocación de Hormigón H25	Suministro y colocación de hormigón fabricado en planta , resistencia H25
OC.EN	Enfierradura para hormigón	Enfierradura para hormigón calidad A44-28H ó A63-42H.
OC.MALL	Malla de alta resistencia	Malla de alta resistencia
OC.PERG	Pernos Gewi 25 m Largo 3m	Pernos Gewi 25 m Largo 3m
OC.PROM	Placa romboidal	Placa romboidal
OC.ANC	Anclajes de cables 14,5mm	Anclajes de cables 14,5mm
OC.TU	Tuercas	Tuercas
OC.CAB	Cable 12mm	Cable 12mm
OC.SCAB	Sujetacables	Sujetacables
OC.T3	Clips T3 de unión	Clips T3 de unión
OC.CANHP	Canaleta hormigón prefabricada	Canaleta hormigón prefabricada
OC.LOP	Losa Prefabricada	Losa Prefabricada
OC.MO	Mortero juntas	Mortero juntas
OC.ANCG	Anclaje cañería galvanizada 38m m diam. 2 m largo	Anclaje cañería galvanizada 38m m diam. 2 m largo
OC.PERC	Pernos chascones A 44-28H	Pernos chascones A 44-28H
OC.ABR	Abrazadera con tuerca y golilla, de 16mm de diam.	Abrazadera con tuerca y golilla, de 16mm de diam.
OC.PERCON	Pernos de convergencia	Pernos de convergencia
OC.PERHEL	Pernos helicoidales	Pernos helicoidales
OC.CINW	Cinta W strap	Cinta W strap
OC.SH.10	Shotcrete e=10 cm	Shotcrete e=10 cm.
OC.AP	Revestimiento con Mampostería de piedras e=10 cm	Revestimiento con albañilería de piedras e=10 cm
OC.RE.PI	Pintura	Pintura
OC.MA.AN	Machones de anclaje	Machones de anclaje.
OC.GE.TE	Geotextil	Suministro e instalación de geotextil.
OC.GE.EN	Tela Geotextil enrocado	Tela Geotextil enrocado
OC.CAPRO.EN	Cajón prefabricado	Cajón de Hormigón H-25 prefabricado
OC.TE.RES	Terraplen de respaldo	Terraplen de respaldo

1.3.3 Tuberías: Suministro, transporte interno, colocación y prueba de Cañerías y Piezas Especiales

Esta actividad comprende el suministro de las tuberías y piezas especiales, su transporte interno, su colocación y prueba. Considera tanto la mano de obra como las herramientas y maquinaria de apoyo utilizada.

Se consideran los siguientes posibles precios unitarios.

Tabla Nº 2.6: Desglose de Componente Suministro, transporte interno, colocación y prueba de Cañerías y Piezas Especiales

CÓDIGO	Nombre	DESCRIPCIÓN
SC.TU.CC.GD.D	Tubo c.c. gran diámetro D	Suministro, instalación y prueba de tubos de cemento comprimido de gran diámetro, disponible en diámetros de 1.450 a 2.200 mm.
SC.TU.HD.80.04.D	Tubería HDPE PE 80 PN 4, D	Suministro, instalación y prueba de tubería de polietileno de alta densidad PE 80 PN 4 de diámetros entre 110 y 2000 mm.
SC.TUAC.PB.RE.04.D	Tubería de acero punta biselada/soldar galvanizado	Tubería I de acero, de e=4 mm, de diámetros de 12" a 24".

1.3.4 Instalaciones eléctricas, Instrumentación y Control

Las obras eléctricas, instrumentación y control considerados para el mejoramiento de canales se refieren principalmente al sistema de medición o accionamiento remoto con normalmente las siguientes partidas principales:

Tabla Nº 2.7: Desglose de Componente Instalaciones Eléctricas

CÓDIGO	Nombre	DESCRIPCIÓN
IE.TCFA	Tablero de control, fuerza y alumbrado	Suministro y montaje de tablero de 8-440 KW
IE.TG	Nodo Dropflow	Dropflow
IE.LI.GE	Nodo Repetidor	Nodo Repetidor
IE.EN.GPRS	Módulo COMs GPRS	Módulo COMs GPRS
IE.GG1	Tarjeta Exp. 4.-20mA	Tarjeta Exp. 4.-20mA
IE.GG2	Kit de Energía Solar 22W	Kit de Energía Solar 22W
IE.GG3	Sensor Ultrasonido 4.-20mA	Sensor Ultrasonido 4.-20mA
IE.GG4	Estructura de Montaje Sensores	Estructura de Montaje Sensores
IE.GG5	Estructura de Montaje Nodo con Panel	Estructura de Montaje Nodo con Panel
IE.GG6	Instalación y puesta en operación Nodo	Instalación y puesta en operación Nodo
IE.GG7	Cerco perimetral protección equipos	Cerco perimetral protección equipos

1.3.5 Suministro y Montaje de Equipos

Se proponen los siguientes precios unitarios de actividades específicas:

Tabla N° 2.8: Desglose de Componente Suministro y Montaje de Equipos

CÓDIGO	Nombre	DESCRIPCIÓN
EQ.CO.D	Rejas Hidráulicas	Rejas Hidráulicas
EQ.CO.COM	Compuertas de Acero	Compuertas de Acero dimensiones variables.
EQ.CO.COMV	Compuertas de Acero con volante	Compuertas de Acero dimensiones variables con volante
EQ.PE. REG	Regla Limnimetrica	Regla Limnimetrica

1.3.6 Rotura y Reposición de Pavimentos.

Esta actividad, comprende la rotura y posterior reposición tanto de calzadas como de veredas, de distintos tipos de materiales.

Para este tipo de proyecto de canales no se ha considerado este ítem como relevante a nivel de prefactibilidad.

2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PRINCIPALES

2.1 CAMPO DE APLICACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

La base de precios unitarios eficientes determinada en el presente estudio ha sido elaborada con el objeto de valorizar la infraestructura mejoramiento de canales, por lo que lleva implícitos los siguientes supuestos:

- Obras se encuentran ubicadas dentro de la IV Región, con clima y accesibilidad propios de esta región.
- Se construyen varias obras a la vez, por lo que se consideran incluidos los descuentos por volumen.
- Obras corresponden a infraestructura de mejoramiento de canales.

El empleo de estos precios en otro tipo de infraestructura o en otros sectores del país requiere de una corrección previa.

2.2 PRECIOS UNITARIOS PRINCIPALES

Si bien la metodología planteada en este informe entrega resultados de precios unitarios eficientes de partidas de alta confiabilidad, también requiere una gran inversión de tiempo en la solicitud de cotizaciones y selección y análisis de presupuestos de construcción.

A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos para partidas consideradas relevantes en la construcción de obras canales. Estas son:

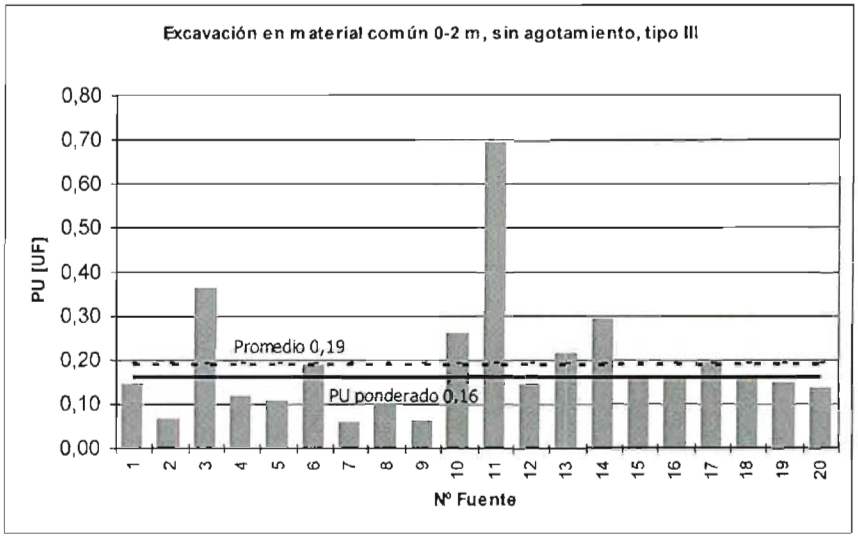
- Excavación en material común 0-2 m, sin agotamiento.
- Relleno de con material de la excavación compactado con vibrocompactador.
- Retiro y transporte de excedentes.

- Suministro y colocación de hormigón H25.
- Suministro y colocación de revestimiento a precio eficiente.

2.2.1.1 *Excavación en material común 0-2 m, sin agotamiento.*

En esta partida se contó con un total de 20 datos de este consultor, los que entregan un valor medio de 0,19 UF y un valor medio ponderado de 0,16 UF. En el gráfico que se muestra a continuación se presentan los valores obtenidos:

Figura 2.1: Excavación en material común

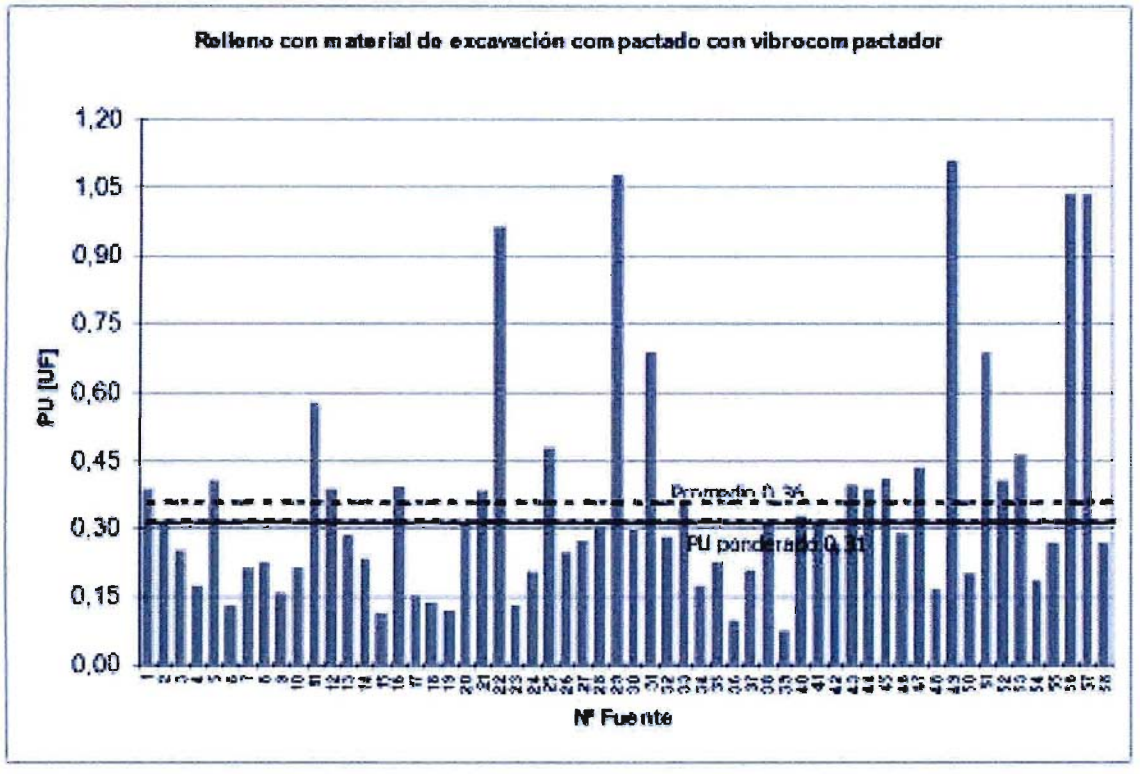


Para efecto de este estudio se ha utilizado 0,16 UF (4.016 $clp/m3), valor levemente superior al indicado por ONDAC para excavación en zanja en la IV región.

2.2.1.2 *Relleno de zanja con material de la excavación compactado con vibrocompactador.*

En esta partida se contó con un total de 58 datos de este consultor, los que entregan un valor medio de 0,36 UF y un valor medio ponderado para esta partida de 0.31 UF. En el gráfico que se muestra a continuación se presentan los valores obtenidos:

Figura 2.2: PU Relleno

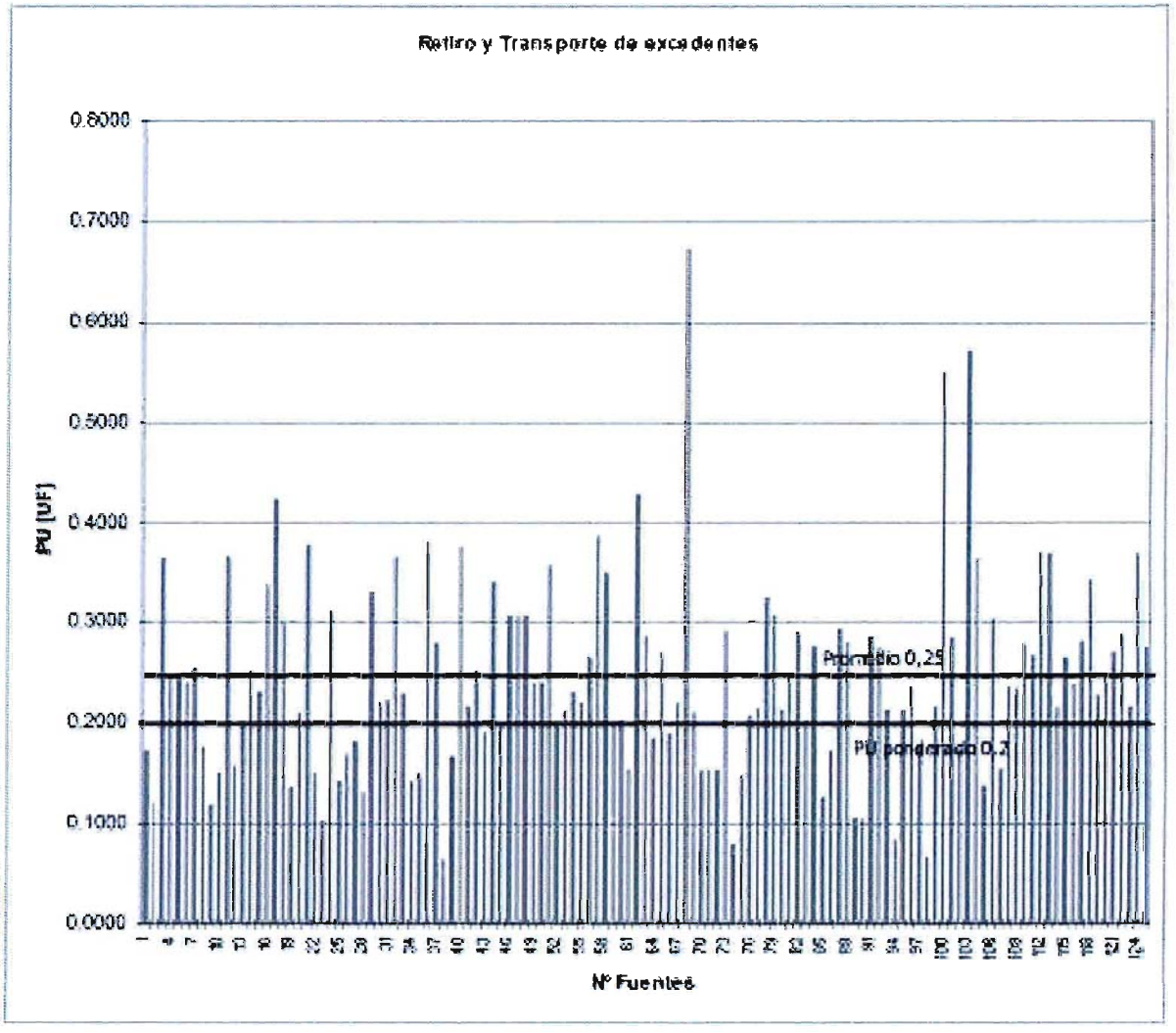


Para efecto de este estudio se ha utilizado 0,36 UF (9.031 $CLP/m3).

2.2.1.3 *Retiro y transporte de excedentes.*

En esta partida se contó con un total de 125 datos, los que entregan un valor medio de 0,25 UF y un valor medio ponderado de 0,2 UF. En el gráfico que se muestra a continuación se presentan los valores obtenidos:

Figura 2.3: PU Retiro y transporte de excedentes

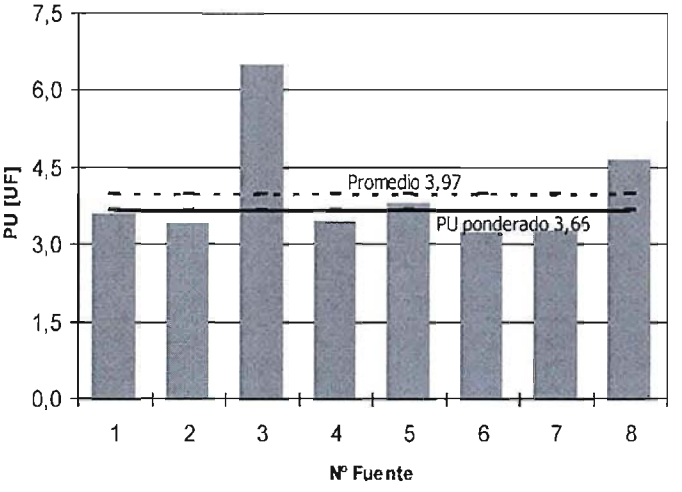


Para efecto de este estudio se ha utilizado 0,25 UF (6.271 $clp/m3), valor levemente superior al indicado por ONDAC.

2.2.1.4 *Suministro y Colocación de Hormigón H-25.*

En esta partida se contó con un total de 8 datos, los que entregan un valor medio de 3,97 UF/m3 y un valor medio ponderado de 3.66 UF. En el gráfico que se muestra a continuación se presentan los valores obtenidos:

Figura 2.4: PU Hormigón H25



De ONDAC obtenemos que el precio es de aproximadamente 3,4 UF/m3 (85.326 clp), tal como se detalla a continuación:

Cantidad: 1 Ciudad: SANTIAGO Actualizar Total: 85.326

Componente

Código	Unidad	Cantidad Unitaria	Cantidad Total	Precio Unitario	Precio Total	Incidencia
CEMENTO ESPECIAL POLPAICO 42.5KG (M_AC_01934)	uni	7.4100	7.41	4.100	30.381	35.61%
ARENA PLANTA (FLETE 15KM) (M_AE_00011)	m3	0.6000	0.60	9.500	5.700	6.68%
RIPIO (flete 15km) (M_AE_00021)	m3	0.9000	0.90	8.500	7.650	8.97%
CAMION AGUA MACK ALGIBE (M_TH_03535)	hor	0.0200	0.02	7.350	147	0.17%
BETONERAS 11p C/TOLVAS ELEC (M_TS_02280)	mes	0.0800	0.08	231.000	18.480	21.66%
CONCRETERO (M_ZA_00764)	dia	1.0000	1.00	13.334	13.334	15.63%
MAESTRO DE SEGUNDA (M_ZB_01519)	dia	0.2000	0.20	21.667	4.333	5.08%
LEYES SOCIALES (O.C.) (F__01515)	-	30.0000		-	5.300	6.21%

Sin embargo, últimas cotizaciones en el sector han arrojado incrementos significativos superiores al 300%, ello debido a derrumbes de infraestructura por eventos como terremotos que han ocasionado daños en las plantas de hormigonado.

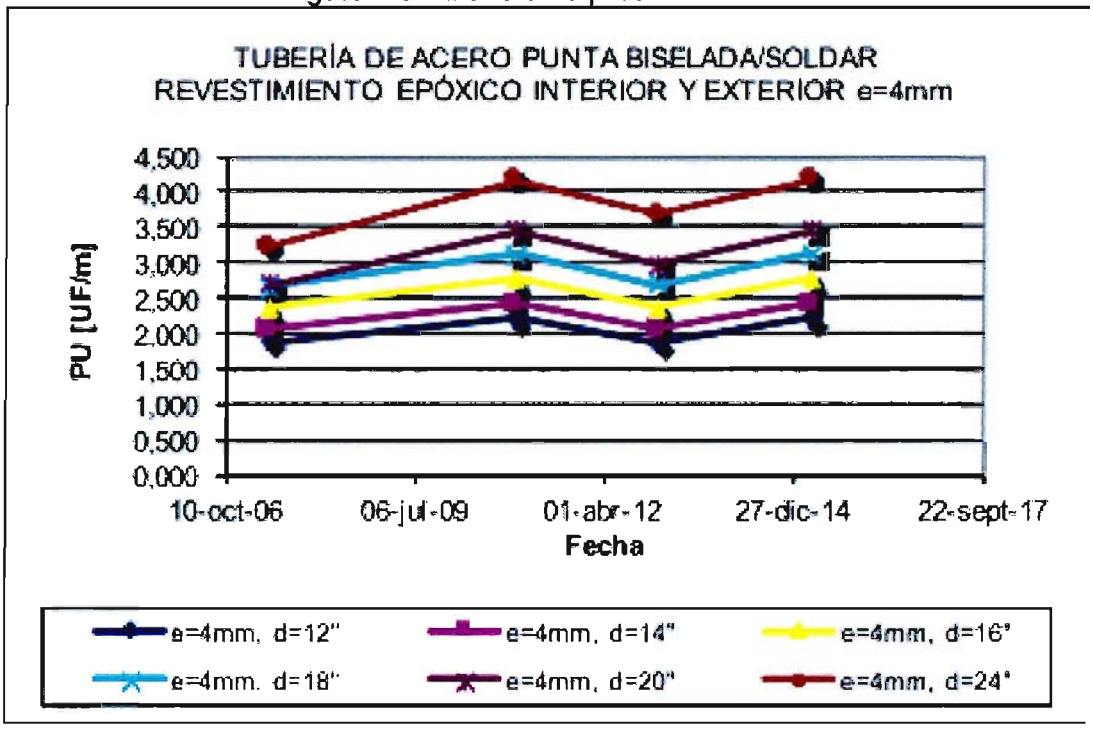
Dado lo anterior se ha establecido un precio de 6,9 UF/m3 de hormigón estructural H-25.(175.185 $CLP/m3) a nivel de prefactibilidad.

2.3 ESTUDIO DE TENDENCIAS PRECIOS TUBERIAS PERIODO 2007-2015

2.3.1 Análisis de precios unitarios en UF

A continuación se presentan gráficos de precios unitarios de partidas relevantes, ordenados en una escala creciente en el tiempo, con el fin de estudiar la variación de estas partidas en función del tiempo.

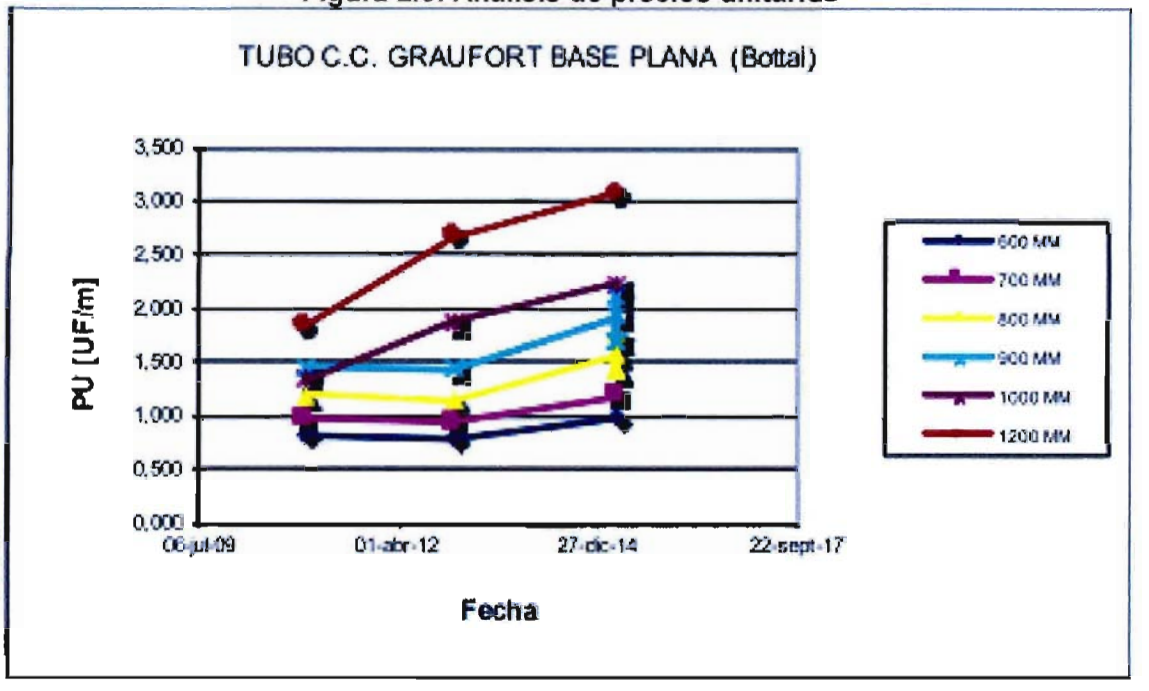
Figura 2.5: Análisis de precios unitarios



Como se observa en el grafico anterior, los precios unitarios de las tuberías de acero tienden al alza en el periodo 2013-2015.

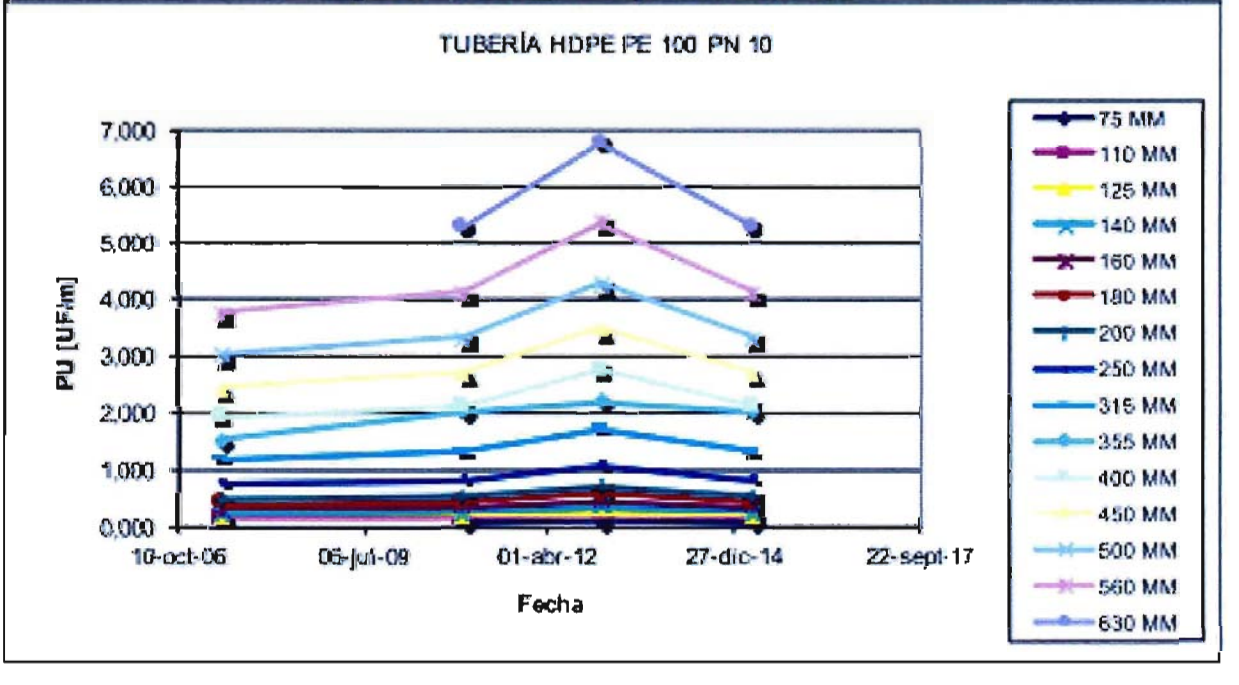
Según el gráfico siguiente, las tuberías de cemento comprimido graufort base plana presentan una tendencia al aumento en sus precios a través del tiempo.

Figura 2.6: Análisis de precios unitarios



Ahora, respecto a las tuberías de HDPE se muestra una tendencia a la disminución en los precios. Mostrando un máximo en el año 2013, luego una disminución del precio para el año 2015.

Figura 2.7: Análisis de precios unitarios



Dado que para grandes diámetros se requieren cotizaciones específicas, se puede inferir de lo anterior que también para diámetros entre los D=1600 mm y 2000 mm la tendencia seria para la baja, con precios rondando entre los 17 UF/m y los 27 UF/m.

2.4 ESTUDIO DE TENDENCIAS PARTIDAS RELEVANTES PERIODO 2007-2015

En el gráfico anterior se observa una tendencia al aumento del precio en el periodo 2007-2015 con un máximo en el año 2013

.

Figura 2.8: Análisis de precios unitarios

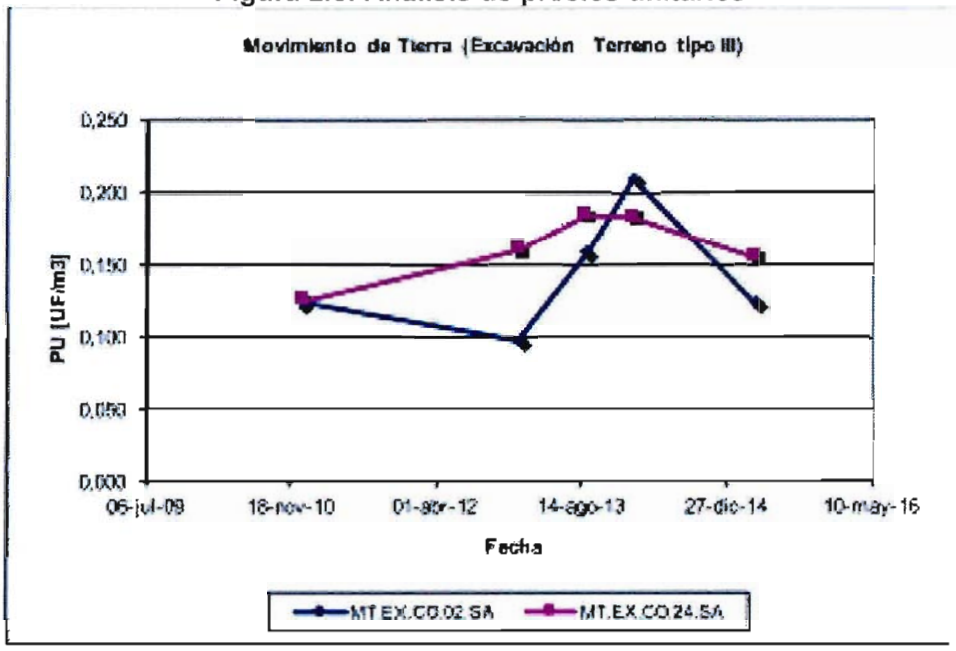


Figura 2.9: Análisis de precios unitarios

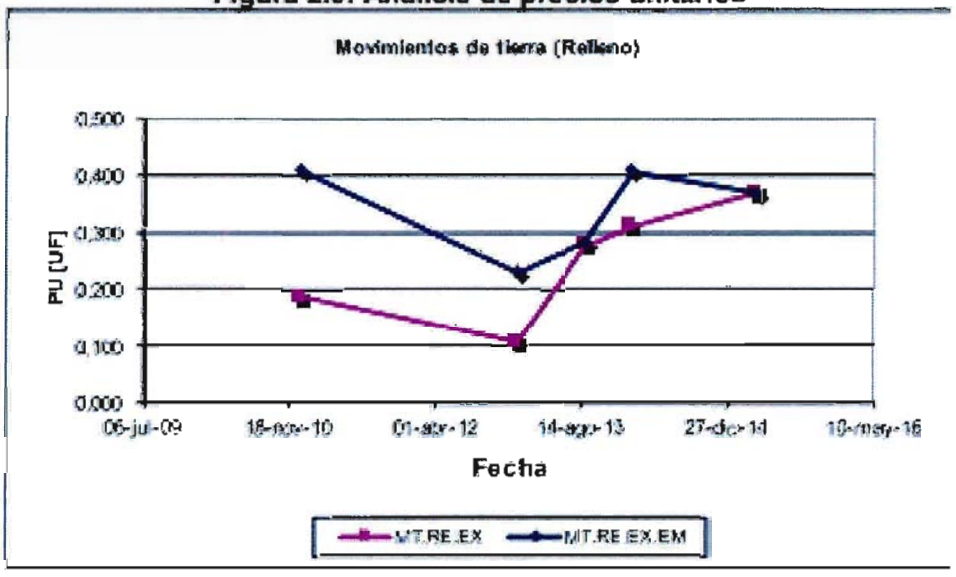
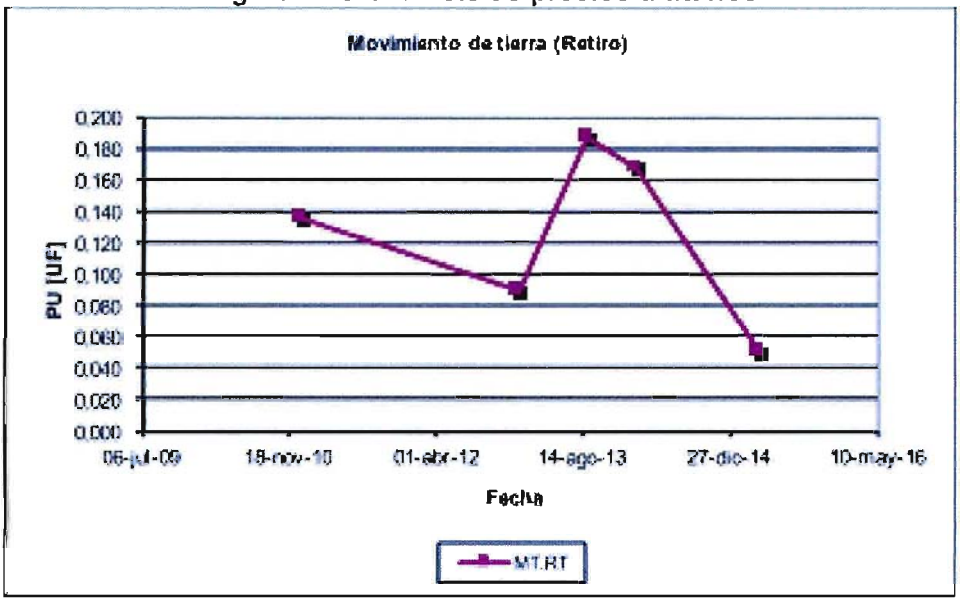
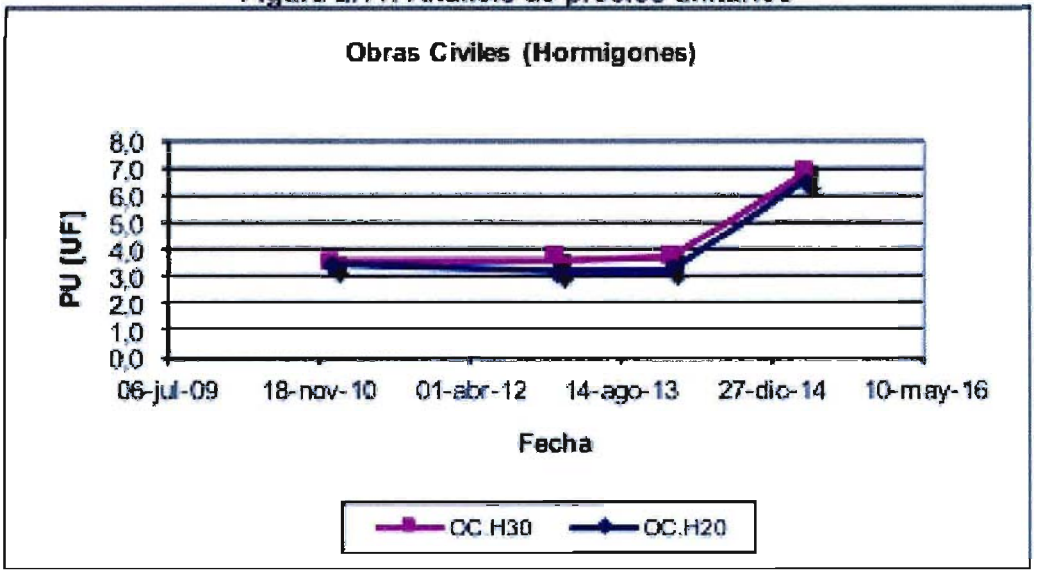


Figura 2.10: Análisis de precios unitarios



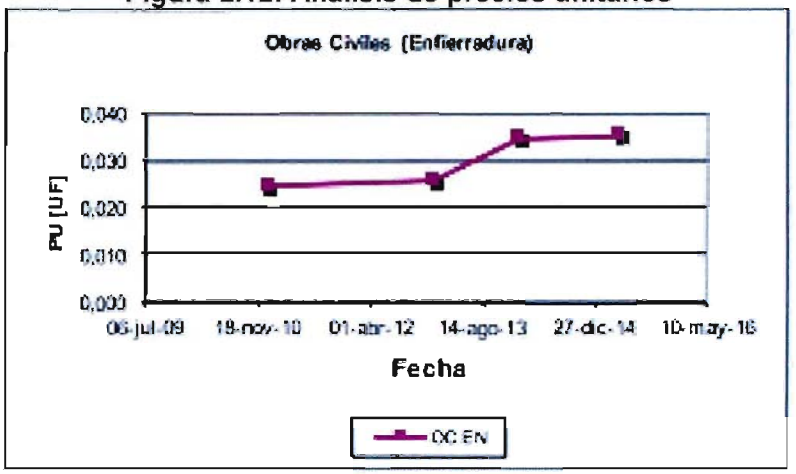
En los tres gráficos anteriores se incluye el precio estimado por Arcadis. Ahora respecto a los hormigones se tiene que:

Figura 2.11: Análisis de precios unitarios



En el gráfico anterior se observa que en el caso del Hormigón H25 el precio es mayor al histórico los últimos años.

Figura 2.12: Análisis de precios unitarios



En el caso de la enfierradura para hormigón, el precio estimado en este estudio mantienen cierta igualdad, cercano a 0,04 UF/Kg (1.047 $clp/Kg).

Dentro de las Obras Civiles un precio determinante en la evaluación se refiere a la mampostería de piedra. Este precio se ha obtenido principalmente de ONDAC, dado los múltiples precios de construcción en la región con variaciones de al menos un 200%. A continuación se presenta el desglose considerado respecto a esta partida:

Cantidad: 1 Ciudad: LA SERENA Actualizar Total: 21.542

Componente

Código	Unidad	Cantidad Unitaria	Cantidad Total	Precio Unitario	Precio Total	Incidencia
CEMENTO ESPECIAL POLPAICO 42.5KG (M_AC_01934)	uni	0.2800	0.28	3.826	1.071	4.97%
PIEDRA 10cm BOLON ESP A 15K (M_AE_02051)	m3	0.1200	0.12	7.000	840	3.90%
ARENA ESTUCO C/FLETE 15 KMS (M_AE_04466)	lit	47.0000	47.00	13	611	2.84%
ALBANIL + 1/2 AYUD (M_ZA_00828)	dia	0.5000	0.50	29.167	14.584	67.70%
LEYES SOCIALES (O.E.) (F__00935)	-	29.0000		-	4.229	19.63%
PERDIDAS (F__00937)	-	18.0000		-	207	0.96%

Con lo anterior se considera un precio de 21.542 $clp/m2 de mampostería.

2.5 PRECIO EFICIENTE REVESTIMIENTO DEL CANAL

El precio considerado para el revestimiento para solucionar múltiples problemas en el canal ha considerado los siguientes posibles alternativas de diseño:

- Mampostería de Piedra
- Revestimiento de Hormigón
- Mantas de Hormigón
- Shotcrete
- Geomembrana
- Tubería HDPE

La alternativa de menor costo, por lo tanto, representara al precio eficiente de revestimiento del canal, el cual tiene un impacto de al menos un 60% en el presupuesto final de los mejoramientos en el canal.

A continuación se presenta el análisis de precios a igualdad de condiciones para un revestimiento de 12 km:

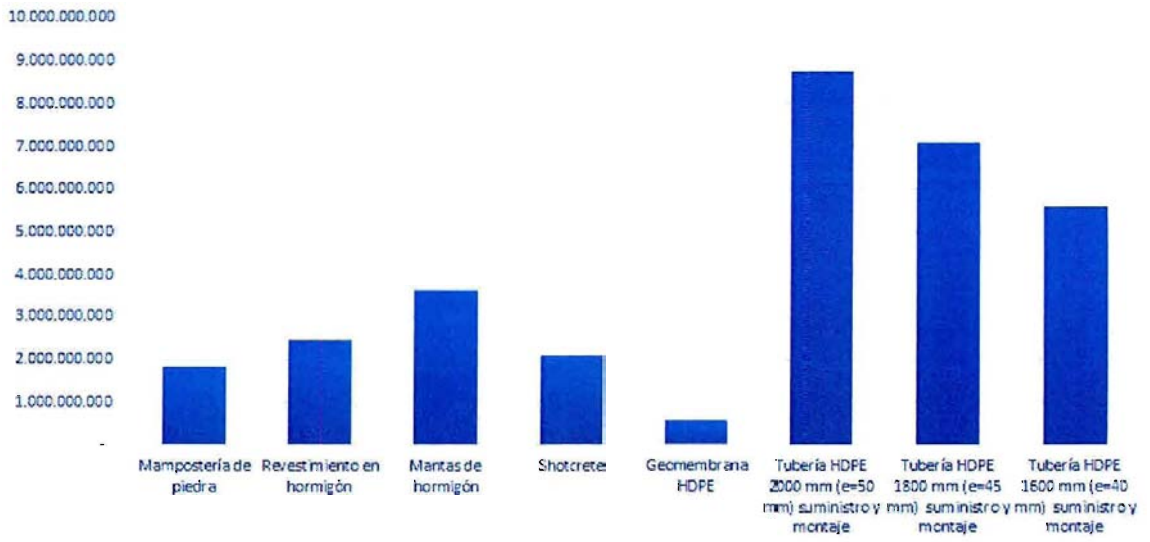
Tabla 2-1 Costos Alternativas de revestimiento para 12 km

Alternativa	Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario $	Costo Total $
Mampostería de piedra						**1.849.135.131**
Mampostería de piedra	m2	75232	1,1	82.755	21.542	1.782.715.689
Excavación abierta mat. Común	m^3	15046	1,1	16.551	4.013	66.419.442
Revestimiento en hormigón						**2.473.970.153**
Hormigón H-25	m^3	7523	1,1	8.276	175.185	1.449.746.160
Emplantillado H-5	m^3	3762	1,2	4.514	119.892	541.185.169
Enfierradura (50 Kg/m3)	kg	376161	1,1	413.777	1.047	433.224.243
Excavación abierta mat. Común	m^3	11285	1,1	12.413	4.013	49.814.581
Mantas de hormigón						**3.635.789.139**
Mantas de hormigón	m^2	70552	1,1	77.607	46.648	3.620.217.269
Excavación abierta mat. Común	m^3	3528	1,1	3.880	4.013	15.571.870
Shotcrete						**2.098.783.187**
Shotcrete e=80 mm	m2	75232	1,1	82.755	24.960	2.065.573.466
Excavación abierta mat. Común	m^3	7523	1,1	8.276	4.013	33.209.721
Geomembrana HDPE						**566.259.357**
Geomembrana	m^2	103313	1,1	113.645	4.838	549.812.900
Zanja Geomembrana	m^3	1053	1,2	1.264	13.015	16.446.457
Tubería HDPE 2000 mm (e=50 mm) suministro y montaje	m	11701	1,1	12.871	679.231	**8.742.081.080**
Tubería HDPE 1800 mm (e=45 mm) suministro y montaje	m	11701	1,1	12.871	550.177	**7.081.085.674**
Tubería HDPE 1600 mm (e=40 mm) suministro y montaje	m	11701	1,1	12.871	434.708	**5.594.931.891**

De los resultados obtenidos, se desprende que, en términos de inversión, la alternativa con geomembrana presenta los menores costos a nivel de inversión, seguido de la mampostería de piedra.

Sin embargo, este Consultor no recomienda para esta región el uso de Geomembrana dado los múltiples problemas generados y detallados en Anexo de Diseño Hidráulico (desgaste, rotura, corta vida útil, etc). Dado lo anterior, se ha considerado el precio eficiente de revestimiento la mampostería de piedra.

Figura 2.13: Costos Eficientes de Revestimiento Canal



2.6 PRECIO EFICIENTE DEBILITAMIENTO TALUD POR PRECIPITACIONES

A continuación se muestran los análisis económicos de las 3 alternativas propuestas anteriormente.

Tabla 2-2: Análisis económico

Número de Alternativa	Alternativa Propuesta	CAPEX MM$
1	Canalización de Aguas Lluvias	66
2	Revestimiento Mediante Mampostería + Cubierta Canal con Losetas de Hormigón	55
3	Revestimiento Mediante Tuberías	127

De la Tabla 2-2 se desprende que la alternativa más económica corresponde a la alternativa 2, la cual consiste en el revestimiento con mampostería del canal y la instalación de una cubierta de losetas de hormigón.

2.7 PRECIO EFICIENTE ESTABILIDAD PRETIL A VALLE DE LA QUEBRADA ARRAYAN

A continuación se muestran los análisis económicos de las 2 alternativas propuestas anteriormente.

Tabla 2-3: Análisis económico

Número de Alternativa	Alternativa Propuesta	Costo
		MM$
1	Revestimiento Mediante Mampostería + Cubierta Canal con Losetas de Hormigón	55
2	Revestimiento Mediante Tuberías	127
3	Sifón Quebrada arrayan	28

De la Tabla 2-3 se desprende que la alternativa más económica corresponde a la alternativa 3, la cual consiste en realizar un sifón de manera que la estabilidad del talud no afecte el funcionamiento del canal.

NOTA: La alternativa de mejoramiento seleccionada se evaluará en función de los costos en el Anexo presupuesto.

3 PRESUPUESTO

A continuación, se presenta el presupuesto de las obras de mejoramiento consideradas para el canal en base a los precios unitarios eficientes detallados en este mismo informe y las cubicaciones de la infraestructura considerada en Anexo Pre-Diseños.

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario $	Costo Total $
1	**OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO**						**2,078,370,944**
1.1	**MANTENCIÓN DE OBRAS**						**211,271,154**
1.1.1	**Mantención compuertas**						**1,130,000**
	Reemplazo componentes compuerta 5,0x1,60 m	un	1	1.0	1	450,000	450,000
	Reemplazo componentes compuerta 5,0x1,60 m	un	1	1.0	1	450,000	450,000
	Reemplazo componentes compuerta 0,5x1,40 m	un	1	1.0	1	230,000	230,000
1.1.2	**Sellos de fondo**						**7,807,567**
	Excavacion Abierta Material Comun	m^3	34	1.1	37	4,013	148,585
	Hormigón H-25	m^3	31	1.1	34	175,185	5,896,713
	Enfierradura	kg	1530	1.1	1,683	1,047	1,762,269
1.1.3	**Reperfilamiento**						**202,333,586**
	Excavación abierta mat. Común	m^3	17886	1.1	19,675	4,013	78,954,170
	Retiro Excedentes	m^3	17886	1.1	19,675	6,271	123,379,417
1.2	**SISTEMA CONTROL DE CAUDALES**						**17,964,660**
1.2.1	**Sistema de medición manual**						**5,075,278**
	Aforador rectangular Sector 2						**2,348,615**
	Excavación Abierta Mat. Común	m^3	12.8	1.2	15	4,013	61,447
	Mampostería de piedra	m2	3.2	1.2	4	21,542	82,721
	Hormigón H-25	m^3	8.8	1.0	9	175,185	1,549,688
	Emplantillado H-5	m^3	0.9	1.2	1.0	119,892	125,311
	Enfierradura	kg	442.3	1.1	487	1,047	509,447
	Regla limnimétrica	un	1	1.0	1	20,000	20,000
	Aforador rectangular Setor 3						**2,726,663**
	Excavación Abierta Mat. Común	m^3	9.1	1.2	11	4,013	43,687
	Mampostería de piedra	m2	2.7	1.2	3	21,542	69,796
	Hormigón H-25	m^3	10.6	1.0	11	175,185	1,849,285
	Emplantillado H-5	m^3	0.9	1.2	1.1	119,892	135,958
	Enfierradura	kg	527.8	1.1	581	1,047	607,937
	Regla limnimétrica	un	1	1.0	1	20,000	20,000
1.2.2	**Sistema de medición remoto**						**12,889,382**
	Sistema remoto						**12,687,066**
	Nodo Dropflow	un	2	1.0	2	1,093,955	2,187,910
	Módulo COMs GPRS	un	2	1.0	2	554,271	1,108,542
	Tarjeta Exp. 4.-20mA	un	2	1.0	2	78,765	157,530
	Kit de Energia Solar 22W	un	2	1.0	2	554,271	1,108,542
	Sensor Ultrasonido 4.-20mA	un	2	1.0	2	641,787	1,283,574

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario $	Costo Total $
	Estructura de Montaje Sensores - Motores	un	2	1.0	2	182,326	364,652
	Estructura de Montaje Nodo con Panel	un	2	1.0	2	554,271	1,108,542
	Instalación y puesta en operación Nodo	un	2	1.0	7	583,432	4,084,024
	Cerco perímetral protección equipos	kg	250	1.0	250	5,135	1,283,750
	Fosa Limnimétrica Sector 2						**104,528**
	Excavación Abierta Mat. Común	m³	1.37	1.2	1.64	4,013	6,599
	Hormigón H-25	m³	0.39	1.0	0.39	175,185	68,585
	Emplantillado H-5	m³	0.05	1.2	0.06	119,892	6,798
	Enfierradura	kg	19.58	1.1	21.53	1,047	22,547
	Fosa Limnimétrica Sector 3						**97,788**
	Excavación Abierta Mat. Común	m³	1.28	1.2	1.53	4,013	6,144
	Hormigón H-25	m³	0.36	1.0	0.36	175,185	63,855
	Emplantillado H-5	m³	0.05	1.2	0.06	119,892	6,798
	Enfierradura	kg	18.23	1.1	20.05	1,047	20,992
1.3	**REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN**						**1,849,135,131**
1.3.1	**Revestimientos**						**1,849,135,131**
	Mampostería de piedra	m2	75232	1.1	82,755	21,542	1,782,715,689
	Excavación abierta mat. Común	m³	15046	1.1	16,551	4,013	66,419,442
2	**MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL**						**367,643,713**
2.1	**INESTABILIDAD DE TALUDES POR ROEDORES (CURUROS)**						**137,722,314**
2.1.1	**Revestimiento mediante mampostería**						**137,722,314**
	Mampostería de piedra	m2	5812	1.1	6,393	21,542	137,722,314
2.2	**DESLIZAMIENTOS POR DEBILITAMIENTO EN TALUD DEBIDO A PRECIPITACIONES INTENSAS**						**51,159,368**
2.2.1	**Revestimiento mediante mampostería + Cubierta canal con loseta Hormigón**						**51,159,368**
	Mampostería de piedra	m2	969	1.1	1,066	21,542	22,961,618
	Losa prefabricada	m²	750	1.1	825	24,500	20,212,500
	Relleno simple para protección	m³	500	1.3	650	12,285	7,985,250
2.3	**REVESTIMIENTO DE PORTALES DE TÚNELES**						**150,187,752**
2.31	**Revestimiento de portales de 10 túneles**						**50,055,291**
	Pernos helicoidales	un	294	1.1	323	46,215	14,945,931
	Shotcrete sin fibra	m³	88	1.1	97	234,000	22,651,200
	Malla tejida	m²	880	1.1	968	12,870	12,458,160
2.3.2	**Revestimiento Túnel Las Rojas**						**23,131,251**
	Pernos helicoidales	un	200	1.1	220	46,215	10,167,300
	Shotcrete sin fibra	m³	37	1.1	41	234,000	9,523,800
	Malla Electrosoldada	m²	243	1.1	267	12,870	3,440,151
2.3.3	**Revestimiento Túnel Los Burros**						**77,001,210**
	Pernos helicoidales	un	670	1.1	737	46,215	34,060,455
	Shotcrete sin fibra	m³	122	1.1	134	234,000	31,402,800
	Malla Electrosoldada	m²	815	1.1	897	12,870	11,537,955
2.4	**CRUCE DE QUEBRADAS**						**28,574,279**
2.4.1	**Sifón El Arrayán**						

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario $	Costo Total $
							28,574,279
	Excavación Abierta Mat. Común	m^3	614	1.1	675	4,013	2,709,335
	Excavación abierta en Roca	m^3	153	1.1	169	12,226	2,063,490
	Relleno	m^3	230	1.1	254	9,031	2,289,417
	Hormigón H25	m^3	55	1.1	61	175,185	10,627,421
	Enfierradura	kg	2206	1.1	2,427	1,047	2,540,855
	Emplantillado H5	m^3	5	1.2	6	119,892	683,775
	Tubería Hormigón Prefabricado DN 900 (e= 109 mm)	un	18	1.0	18	355,000	6,390,000
	Compuerta de acero 1,0x1,2 m	un	1	1.0	1	700,000	700,000
	Reja Hidráulica	kg	111	1.0	111	5,135	569,985

Total costos directos $	**2,446,014,657**
Total costos indirectos $	**733,804,397**
TOTAL $	**3,179,819,055**