

CNR-0404_V9

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

CANAL VILLALÓN

VOLUMEN 7: Anexos 10-14-16

Santiago, mayo de 2015



“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

CANAL VILLALÓN

Anexo 10

Santiago, mayo de 2015



**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-2000-IH-MEC-003_0

ANEXO 10 - ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL VILLALÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Muñoz	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.08.14	28.08.14	28.08.14	
C	Nombre Firma	P. Muñoz	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	13.11.14	13.11.14	13.11.14	
0	Nombre Firma	F. de la Fuente	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	20.07.15	20.07.15	20.07.15	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 10 - ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCION.....	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.....	29
2.4	CAUDALES.....	29
3	RESULTADOS MODELACIÓN HIDRÁULICA.....	29
3.1	MODELACION EN OPERACIÓN NORMAL.....	33
3.2	MODELACIÓN DE LA CAPACIDAD EN CRECIDAS.....	38

LISTADO DE ANEXOS

- Apendice 1 Modelo HecRas Eje Hidráulico
Apendice 2 Características hidráulicas 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: Coeficientes de rugosidad canal Villalón.....	9

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1: Secciones transversales en el canal Villalón con obras de arte, HEC RAS.....	29
Figura 3-1 Identificación de puntos de desborde en operación normal.....	33
Figura 3-2: Sector de desborde del canal Villalón km 0,81 (Perfil HECRAS 46265.86).....	34
Figura 3-3: Sector de desborde del canal Villalón km 4,31 (Perfil HECRAS 42768.99).....	35
Figura 3-4: Sector de desborde del canal Villalón km 10,10 (Perfil HECRAS 36976,95).....	35
Figura 3-5: Sector de desborde del canal Villalón km 10,41 (Perfil HECRAS 36668,78).....	36
Figura 3-6: Sector de desborde del canal Villalón km 10,51 (Perfil HECRAS 36565,46).....	36



Figura 3-7: Sector de desborde del canal Villalón km 10,62 (Perfil HECRAS 36461,92).....	37
Figura 4-1: Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años. Canal Villalón.....	39

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1: Sector revestimiento de hormigón en ladera del canal Villalón	7
Fotografía 2-2: Sector revestimiento en mampostería en ladera del canal Villalón	7
Fotografía 2-3: Sector de geomembrana en canal Villalón.....	8

1 INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

El siguiente documento contiene el estudio hidráulico del canal Villalón, que se emplaza al norte de la ciudad de Ovalle, 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 Villalón 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 ante 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 del 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 en el canal Villalón se presenta la condición de régimen mixto, se consideró como condición de borde de aguas arriba y de aguas abajo altura normal.

La modelación en el canal Villalón 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 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 HEC RAS [m]	Kilometraje Balizado [m]
47077,23	0
46063,96	1013,27
45064,23	2013
43795,52	3281,71
43016,72	4060,51
42023,01	5054,22
41008,85	6068,38
40073,77	7003,46
39052,84	8024,39
38076,36	9000,87
36976,95	10100,28
35913,23	11164
35041,8	12035,43
34034,23	13043
33026,91	14050,32
31997,3	15079,93
31069,53	16007,7
30028,45	17048,78
29073,54	18003,69
28055,9	19021,33
27037,35	20039,88
25990,73	21086,5
25042,39	22034,84
24017,25	23059,98
22982,5	24094,73
22053,19	25024,04
21013,36	26063,87
20076,23	27001
19039,02	28038,21
18064,55	29012,68
17037,65	30039,58
15996,1	31081,13
15019,89	32057,34
14026,23	33051

Kilometraje HEC RAS [m]	Kilometraje Balizado [m]
13073,08	34004,15
12060,69	35016,54
11047,03	36030,2
10069,13	37008,1
9002,1	38075,13
8072,16	39005,07
7042,95	40034,28
6016,72	41060,51
5068,72	42008,51
3993,78	43083,45
3055,39	44021,84
2009,81	45067,42
1012,23	46065
6,48	47070,75

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

En el caso del canal Villalón, actualmente se encuentra con un déficit del recurso hídrico, por lo tanto no existe presencia importante de algas. El canal presenta variaciones en sus revestimientos, los cuales se ejemplifican en las siguientes fotografías.

Fotografía 2-1: Sector revestimiento de hormigón en ladera del canal Villalón



Fotografía 2-2. Sector revestimiento en mampostería en ladera del canal Villalón



Fotografía 2-3: Sector de geomembrana en canal Villalón



Debido a las condiciones diversas de mantención a lo largo del canal se adoptaron valores diferentes para los revestimientos, dentro del rango definido en la Tabla 2-2, así como también se detectó un tramo con revestimiento en geomembrana. El detalle completo de los coeficientes de rugosidad adoptados en el canal Villalón se presenta en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Coeficientes de rugosidad canal Villalón

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
47077,23	n	0,015	0,015	0,015
46975,17	n	0,015	0,015	0,015
46874,38	n	0,015	0,015	0,015
46837,73	Bridge			
46774,83	n	0,015	0,015	0,015
46668,05	n	0,025	0,025	0,025
46469,05	n	0,025	0,025	0,025
46362,23	n	0,025	0,025	0,025
46265,86	n	0,025	0,025	0,025
46212,22	n	0,025	0,025	0,015
46162,01	n	0,025	0,025	0,025
46063,96	n	0,025	0,025	0,025
46027,23	Bridge			
45962,95	n	0,025	0,025	0,025
45862,8	n	0,025	0,025	0,025
45761,89	n	0,015	0,015	0,015
45713,67	n	0,015	0,015	0,015
45662,45	n	0,015	0,015	0,015
45646,23	Bridge			
45565,43	n	0,015	0,015	0,015
45523,23	Bridge			
45466	n	0,015	0,015	0,015
45366,95	n	0,015	0,015	0,015
45318,23	n	0,015	0,015	0,015
45281,23	Bridge			
45265,66	n	0,015	0,015	0,015
45215,94	n	0,015	0,015	0,015
45163,81	n	0,015	0,015	0,015
45064,23	Bridge			
45060,92	n	0,015	0,015	0,015
45010,81	n	0,015	0,015	0,015
44959,12	n	0,015	0,015	0,015
44909,33	n	0,015	0,015	0,015
44858,66	n	0,025	0,025	0,025
44837,23	n	0,015	0,025	0,025
44771,23	n	0,015	0,025	0,025
44760,83	n	0,015	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
44660,14	n	0,015	0,025	0,025
44639,23	n	0,015	0,015	0,015
44594,23	n	0,015	0,015	0,015
44560,7	n	0,015	0,015	0,015
44505,93	n	0,015	0,015	0,015
44454,56	n	0,015	0,015	0,015
44406,57	n	0,015	0,025	0,015
44357,63	n	0,015	0,025	0,015
44307,05	n	0,015	0,025	0,015
44257,23	n	0,015	0,025	0,015
44160,23	Culvert			
43795,52	n	0,015	0,015	0,015
43748,59	n	0,015	0,015	0,015
43646,39	n	0,015	0,025	0,025
43595,1	n	0,015	0,025	0,025
43538,58	n	0,015	0,025	0,025
43494,95	n	0,015	0,025	0,025
43442,57	n	0,015	0,025	0,025
43393,6	n	0,015	0,025	0,025
43338,66	n	0,015	0,025	0,025
43292,68	n	0,015	0,025	0,025
43239,75	n	0,015	0,025	0,025
43175,96	n	0,015	0,025	0,025
43134,8	n	0,015	0,025	0,025
43085,63	n	0,015	0,025	0,025
43016,72	n	0,015	0,025	0,025
42972,68	n	0,015	0,025	0,025
42923,72	n	0,015	0,025	0,025
42871,37	n	0,015	0,025	0,025
42820,63	n	0,015	0,025	0,025
42768,99	n	0,015	0,025	0,025
42744,23	n	0,015	0,025	0,025
42692,23	n	0,015	0,025	0,025
42675,55	n	0,025	0,025	0,025
42641,58	n	0,025	0,025	0,025
42637,23	n	0,025	0,025	0,025
42126,23	n	0,015	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
42120,51	n	0,015	0,025	0,025
42023,01	n	0,015	0,025	0,025
41974,42	n	0,015	0,025	0,025
41923,49	n	0,015	0,025	0,025
41820,49	n	0,015	0,025	0,025
41715,81	n	0,015	0,025	0,025
41614,12	n	0,015	0,025	0,025
41512,88	n	0,025	0,025	0,015
41408,73	n	0,025	0,025	0,025
41359,6	n	0,015	0,015	0,015
41309,44	n	0,015	0,015	0,015
41262,68	n	0,015	0,015	0,015
41213,01	n	0,015	0,015	0,015
41111,77	n	0,015	0,015	0,015
41008,85	n	0,015	0,015	0,015
40958,41	n	0,015	0,015	0,015
40910,83	n	0,015	0,015	0,015
40863,06	n	0,015	0,015	0,015
40803,8	n	0,025	0,025	0,025
40747,95	n	0,025	0,025	0,025
40701,54	n	0,025	0,025	0,025
40672,15	n	0,025	0,025	0,025
40662,23	n	0,015	0,015	0,015
40493,23	n	0,015	0,015	0,015
40481	n	0,015	0,015	0,015
40480,23	Culvert			
40433,18	n	0,025	0,025	0,015
40337,51	n	0,025	0,025	0,015
40309,28	n	0,025	0,025	0,015
40305,23	Culvert			
40219,2	n	0,025	0,025	0,015
40199,23	Culvert			
40171,12	n	0,025	0,025	0,025
40123,88	n	0,025	0,025	0,025
40073,77	n	0,025	0,025	0,025
39971	n	0,025	0,025	0,025
39867,96	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
39819,46	n	0,025	0,025	0,015
39770,6	n	0,025	0,025	0,025
39725,44	n	0,025	0,025	0,025
39681,77	n	0,025	0,025	0,015
39516,36	n	0,025	0,025	0,015
39469,46	n	0,025	0,025	0,015
39420	n	0,025	0,025	0,015
39369,13	n	0,025	0,025	0,015
39353,23	n	0,025	0,025	0,015
39310,23	n	0,025	0,025	0,015
39307,77	n	0,025	0,025	0,015
39261,65	n	0,025	0,025	0,015
39209,39	n	0,025	0,025	0,015
39159,93	n	0,025	0,025	0,015
39108,1	n	0,025	0,025	0,015
39052,84	n	0,025	0,025	0,015
39023,96	n	0,025	0,025	0,015
38972,42	n	0,025	0,025	0,015
38943,22	n	0,025	0,025	0,015
38841,29	n	0,015	0,015	0,015
38796,93	n	0,025	0,025	0,015
38766,5	n	0,025	0,025	0,015
38734,92	n	0,025	0,025	0,015
38715,99	n	0,025	0,025	0,015
38662,17	n	0,025	0,025	0,015
38635,65	n	0,025	0,025	0,015
38578,64	n	0,025	0,025	0,015
38577,23	n	0,025	0,025	0,015
38538,23	n	0,025	0,025	0,015
38527,23	n	0,025	0,025	0,015
38512,23	n	0,025	0,025	0,015
38456,23	n	0,025	0,025	0,015
38423,84	n	0,025	0,025	0,015
38392,83	n	0,025	0,025	0,015
38384,23	n	0,025	0,025	0,015
38354,23	n	0,025	0,025	0,015
38320,46	n	0,025	0,025	0,015

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
38296,04	n	0,025	0,025	0,015
38253,38	n	0,025	0,025	0,015
38220,71	n	0,025	0,025	0,015
38168,92	n	0,025	0,025	0,015
38117,33	n	0,025	0,025	0,015
38076,36	n	0,025	0,025	0,015
38071,23	n	0,025	0,025	0,015
38028,23	n	0,025	0,025	0,015
38016,78	n	0,025	0,025	0,015
37964,29	n	0,025	0,025	0,015
37913,77	n	0,025	0,025	0,015
37857,42	n	0,025	0,025	0,015
37810,26	n	0,025	0,025	0,015
37754,99	n	0,025	0,025	0,015
37705,09	n	0,025	0,025	0,025
37663,35	n	0,025	0,025	0,025
37626,17	n	0,025	0,025	0,025
37603,06	n	0,025	0,025	0,025
37554,29	n	0,025	0,025	0,025
37497,26	n	0,025	0,025	0,025
37436,07	n	0,025	0,025	0,025
37397,13	n	0,025	0,025	0,025
37354,13	n	0,025	0,025	0,025
37314,47	n	0,025	0,025	0,025
37291,06	n	0,025	0,025	0,025
37208,61	n	0,015	0,015	0,015
37190,54	n	0,015	0,015	0,015
37155,49	n	0,015	0,015	0,015
37103,59	n	0,015	0,015	0,015
37082,84	n	0,015	0,015	0,015
36976,95	n	0,015	0,015	0,015
36874,24	n	0,015	0,015	0,015
36771,68	n	0,015	0,015	0,015
36668,78	n	0,025	0,025	0,015
36565,46	n	0,01	0,01	0,01
36461,92	n	0,01	0,01	0,01
36437,23	n	0,01	0,01	0,01

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
36212,73	n	0,01	0,01	0,01
36137,73	n	0,01	0,01	0,01
35913,23	n	0,01	0,01	0,01
35913,17	n	0,01	0,01	0,01
35856,55	n	0,01	0,01	0,01
35806,59	n	0,01	0,01	0,01
35759,31	n	0,01	0,01	0,01
35658,26	n	0,01	0,01	0,01
35560,19	n	0,01	0,01	0,01
35461,63	n	0,01	0,01	0,01
35430,69	n	0,025	0,025	0,025
35352,15	n	0,025	0,025	0,025
35323,91	n	0,025	0,025	0,025
35257,16	n	0,025	0,025	0,025
35175,42	n	0,025	0,025	0,025
35146,08	n	0,025	0,025	0,025
35095,19	n	0,025	0,025	0,025
35041,8	n	0,025	0,025	0,025
34946,85	n	0,025	0,025	0,025
34926,23	Bridge			
34847,86	n	0,025	0,025	0,025
34745,7	n	0,025	0,025	0,025
34643,32	n	0,025	0,025	0,025
34596,41	n	0,025	0,025	0,025
34549,42	n	0,025	0,025	0,025
34446,16	n	0,025	0,025	0,025
34428,52	n	0,025	0,025	0,025
34346,81	n	0,025	0,025	0,025
34244,53	n	0,025	0,025	0,025
34211,45	n	0,025	0,025	0,025
34136,86	n	0,025	0,025	0,025
34034,23	n	0,025	0,025	0,025
33982,93	n	0,025	0,025	0,025
33933,58	n	0,025	0,025	0,025
33831,37	n	0,025	0,025	0,025
33781,75	n	0,015	0,015	0,015
33734	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
33633,45	n	0,025	0,025	0,025
33547,23	Bridge			
33533,68	n	0,025	0,025	0,025
33430,47	n	0,025	0,025	0,025
33328,43	n	0,025	0,025	0,025
33229,47	n	0,025	0,025	0,025
33126,98	n	0,025	0,025	0,025
33026,91	n	0,025	0,025	0,025
32921,23	Bridge			
32902,9	n	0,025	0,025	0,025
32823,67	n	0,025	0,025	0,025
32776,46	n	0,025	0,025	0,025
32728,16	n	0,025	0,025	0,025
32695,89	n	0,025	0,025	0,025
32613,24	n	0,025	0,025	0,025
32510,17	n	0,025	0,025	0,025
32407,7	n	0,025	0,025	0,025
32307,11	n	0,025	0,025	0,025
32203,12	n	0,025	0,025	0,025
32101,58	n	0,025	0,025	0,025
31997,3	n	0,025	0,025	0,025
31948,17	n	0,025	0,025	0,025
31903,08	n	0,025	0,025	0,025
31842,04	n	0,025	0,025	0,025
31791,17	n	0,025	0,025	0,025
31744,05	n	0,025	0,025	0,025
31696,1	n	0,025	0,025	0,025
31594,15	n	0,025	0,025	0,025
31539,77	n	0,025	0,025	0,025
31480,48	n	0,025	0,025	0,025
31432,88	n	0,025	0,025	0,025
31380,5	n	0,025	0,025	0,025
31276,89	n	0,025	0,025	0,025
31172,43	n	0,025	0,025	0,025
31069,53	n	0,025	0,025	0,025
30967,57	n	0,025	0,025	0,025
30910,3	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
30859,25	n	0,025	0,025	0,025
30807,44	n	0,025	0,025	0,025
30755,4	n	0,025	0,025	0,025
30650,1	n	0,025	0,025	0,025
30553,92	n	0,025	0,025	0,025
30517,44	n	0,025	0,025	0,025
30457,01	n	0,025	0,025	0,025
30341,68	n	0,025	0,025	0,025
30238,81	n	0,025	0,025	0,025
30131,17	n	0,025	0,025	0,025
30109,23	Bridge			
30028,45	n	0,025	0,025	0,025
29927,06	n	0,025	0,025	0,025
29823,53	n	0,025	0,025	0,025
29728,17	n	0,025	0,025	0,025
29620,81	n	0,025	0,025	0,025
29514,69	n	0,025	0,025	0,025
29410,56	n	0,025	0,025	0,025
29308,55	n	0,025	0,025	0,025
29289,23	Bridge			
29212,31	n	0,025	0,025	0,025
29106,35	n	0,025	0,025	0,025
29073,54	n	0,025	0,025	0,025
29008,75	n	0,025	0,025	0,025
28908,15	n	0,025	0,025	0,025
28804,54	n	0,025	0,025	0,025
28713,59	n	0,025	0,025	0,025
28675,47	n	0,025	0,025	0,025
28574,94	n	0,025	0,025	0,025
28549,53	n	0,025	0,025	0,025
28465,71	n	0,025	0,025	0,025
28361,51	n	0,025	0,025	0,025
28314,41	n	0,025	0,025	0,025
28263,63	n	0,025	0,025	0,025
28159,44	n	0,025	0,025	0,025
28095,01	n	0,025	0,025	0,025
28055,9	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
27957,19	n	0,025	0,025	0,025
27852,12	n	0,025	0,025	0,025
27792,23	Bridge			
27753,65	n	0,025	0,025	0,025
27651,73	n	0,025	0,025	0,025
27545,83	n	0,025	0,025	0,025
27445,13	n	0,025	0,025	0,025
27342,39	n	0,025	0,025	0,025
27291,6	n	0,025	0,025	0,025
27241,36	n	0,025	0,025	0,025
27141,81	n	0,025	0,025	0,025
27092,96	n	0,025	0,025	0,025
27037,35	n	0,025	0,025	0,025
27011,27	n	0,025	0,025	0,025
26930,65	n	0,025	0,025	0,025
26896,97	n	0,025	0,025	0,025
26825,39	n	0,025	0,025	0,025
26722,6	n	0,025	0,025	0,025
26620,34	n	0,025	0,025	0,025
26513,73	n	0,025	0,025	0,025
26459,9	n	0,025	0,025	0,025
26408,83	n	0,025	0,025	0,025
26304,87	n	0,025	0,025	0,025
26202,05	n	0,025	0,025	0,025
26113,23	Bridge			
26095,66	n	0,025	0,025	0,025
25990,73	n	0,025	0,025	0,025
25888,92	n	0,025	0,025	0,025
25781,78	n	0,025	0,025	0,025
25675,86	n	0,025	0,025	0,025
25569,7	n	0,025	0,025	0,025
25466,64	n	0,025	0,025	0,025
25363,1	n	0,025	0,025	0,025
25257,54	n	0,025	0,025	0,025
25149,34	n	0,025	0,025	0,025
25042,39	n	0,015	0,015	0,015
24941,51	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
24883,08	n	0,015	0,015	0,015
24835,7	n	0,015	0,015	0,015
24734,92	n	0,025	0,025	0,025
24704,38	n	0,025	0,025	0,025
24631,97	n	0,025	0,025	0,025
24528,22	n	0,025	0,025	0,025
24425,76	n	0,025	0,025	0,025
24325,84	n	0,025	0,025	0,025
24294,91	n	0,025	0,025	0,025
24290,23	Culvert			
24134,54	n	0,015	0,015	0,015
24122,21	n	0,015	0,015	0,015
24017,25	n	0,015	0,015	0,015
23970,76	n	0,015	0,015	0,015
23940,57	n	0,015	0,015	0,015
23915,64	n	0,015	0,015	0,015
23809,51	n	0,015	0,015	0,015
23696,48	n	0,015	0,015	0,015
23665,03	n	0,015	0,015	0,015
23622,78	n	0,015	0,015	0,015
23594,74	n	0,015	0,015	0,015
23494,32	n	0,015	0,015	0,015
23400,3	n	0,015	0,015	0,015
23386,12	n	0,015	0,015	0,015
23359,18	n	0,015	0,015	0,015
23285,3	n	0,015	0,015	0,015
23200,64	n	0,025	0,025	0,025
23180,38	n	0,025	0,025	0,025
23138,51	n	0,025	0,025	0,025
23135,23	Culvert			
22982,5	n	0,025	0,025	0,025
22974,23	Bridge			
22958,7	n	0,025	0,025	0,025
22866,12	n	0,025	0,025	0,025
22767,12	n	0,025	0,025	0,025
22664,22	n	0,025	0,025	0,025
22632,61	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
22569,95	n	0,025	0,025	0,025
22489,3	n	0,025	0,025	0,025
22482,23	n	0,025	0,025	0,025
22256,23	n	0,015	0,025	0,025
22187,13	n	0,025	0,025	0,025
22160,56	n	0,025	0,025	0,025
22094	n	0,025	0,025	0,025
22053,19	n	0,025	0,025	0,025
21963,41	n	0,015	0,025	0,025
21951,34	n	0,015	0,025	0,025
21941,39	n	0,025	0,025	0,025
21845,45	n	0,015	0,025	0,025
21800,89	n	0,015	0,025	0,025
21750,35	n	0,025	0,025	0,025
21692,21	n	0,025	0,025	0,025
21645,02	n	0,025	0,025	0,025
21544,14	n	0,025	0,025	0,025
21510,23	n	0,025	0,025	0,025
21436,96	n	0,025	0,025	0,025
21347,14	n	0,025	0,025	0,025
21339,22	n	0,025	0,025	0,025
21329,59	n	0,025	0,025	0,025
21287,39	n	0,025	0,025	0,025
21229,19	n	0,025	0,025	0,025
21221,47	n	0,025	0,025	0,025
21202,31	n	0,025	0,025	0,025
21161,99	n	0,025	0,025	0,025
21138,57	n	0,025	0,025	0,025
21117,18	n	0,025	0,025	0,025
21013,36	n	0,025	0,025	0,025
20907,93	n	0,025	0,025	0,025
20873,05	n	0,025	0,025	0,025
20866,25	n	0,025	0,025	0,025
20843,68	n	0,025	0,025	0,025
20839,23	n	0,025	0,025	0,025
20816,23	n	0,025	0,025	0,025
20798,29	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
20692,11	n	0,015	0,015	0,015
20591,78	n	0,015	0,015	0,015
20537,32	n	0,015	0,015	0,015
20483,19	n	0,015	0,015	0,015
20391,23	n	0,015	0,015	0,015
20255,73	n	0,015	0,015	0,015
20211,73	n	0,015	0,015	0,015
20076,23	n	0,015	0,015	0,015
20068,38	n	0,015	0,015	0,015
20016,71	n	0,015	0,015	0,015
19966,27	n	0,015	0,015	0,015
19862,74	n	0,015	0,015	0,015
19837,44	n	0,015	0,015	0,015
19766,84	n	0,025	0,025	0,025
19705,17	n	0,015	0,015	0,015
19684,28	n	0,015	0,015	0,015
19634,76	n	0,015	0,015	0,015
19607,8	n	0,015	0,015	0,015
19554,93	n	0,015	0,015	0,015
19476,85	n	0,015	0,015	0,015
19455,59	n	0,015	0,015	0,015
19381,47	n	0,025	0,025	0,025
19355,45	n	0,025	0,025	0,025
19282,08	n	0,025	0,025	0,025
19260,22	n	0,025	0,025	0,025
19241,55	n	0,015	0,025	0,025
19214,56	n	0,015	0,025	0,025
19136,74	n	0,015	0,025	0,025
19039,02	n	0,025	0,025	0,025
18990,34	n	0,025	0,025	0,025
18944,66	n	0,015	0,015	0,015
18843,79	n	0,025	0,025	0,025
18758,34	n	0,025	0,025	0,025
18740,06	n	0,025	0,025	0,025
18679,84	n	0,025	0,015	0,015
18647,18	n	0,025	0,015	0,015
18610,85	n	0,015	0,015	0,015

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
18580,44	n	0,025	0,025	0,025
18532,32	n	0,025	0,025	0,025
18504,07	n	0,025	0,025	0,025
18432,07	n	0,025	0,025	0,025
18398,37	n	0,025	0,025	0,025
18311,37	n	0,025	0,025	0,025
18267,73	n	0,025	0,025	0,025
18221,05	n	0,015	0,025	0,025
18169,45	n	0,025	0,025	0,025
18134,68	n	0,025	0,025	0,025
18116,18	n	0,025	0,025	0,025
18064,55	n	0,015	0,025	0,025
18015,82	n	0,015	0,025	0,025
17974,48	n	0,025	0,025	0,025
17895,52	n	0,025	0,025	0,025
17887,19	n	0,025	0,025	0,025
17823,07	n	0,015	0,025	0,025
17805,82	n	0,015	0,025	0,025
17749,98	n	0,025	0,025	0,025
17713,29	n	0,015	0,025	0,025
17608,77	n	0,025	0,015	0,025
17587,13	n	0,025	0,015	0,025
17545,38	n	0,025	0,015	0,025
17524,7	n	0,025	0,015	0,025
17493,93	n	0,025	0,015	0,025
17473,53	n	0,025	0,015	0,025
17394,46	n	0,025	0,015	0,025
17287,29	n	0,025	0,015	0,025
17215,88	n	0,025	0,015	0,025
17187,08	n	0,025	0,015	0,025
17135,27	n	0,025	0,015	0,025
17088,55	n	0,025	0,015	0,025
17037,65	n	0,025	0,015	0,025
16988,09	n	0,025	0,015	0,025
16885,62	n	0,025	0,015	0,025
16862,4	n	0,025	0,015	0,025
16838,94	n	0,025	0,015	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
16782,12	n	0,025	0,015	0,025
16725,54	n	0,025	0,015	0,025
16677,9	n	0,025	0,015	0,025
16596,12	n	0,025	0,015	0,025
16561,59	n	0,025	0,015	0,025
16484,17	n	0,025	0,015	0,025
16383,14	n	0,025	0,015	0,025
16281,84	n	0,025	0,015	0,025
16213,03	n	0,025	0,015	0,025
16191,23	n	0,025	0,015	0,025
16168,23	n	0,025	0,015	0,025
16150,12	n	0,025	0,015	0,025
16099,43	n	0,025	0,015	0,025
16080,86	n	0,025	0,015	0,025
15996,1	n	0,025	0,015	0,025
15981,59	n	0,025	0,015	0,025
15881,38	n	0,025	0,015	0,025
15792,92	n	0,025	0,015	0,025
15759,33	n	0,025	0,015	0,025
15669,77	n	0,025	0,015	0,025
15570,56	n	0,025	0,015	0,025
15470,17	n	0,025	0,015	0,025
15447,94	n	0,025	0,015	0,025
15394,11	n	0,025	0,015	0,025
15347,88	n	0,025	0,015	0,025
15267,15	n	0,025	0,015	0,025
15166,8	n	0,025	0,015	0,025
15119,8	n	0,025	0,015	0,025
15019,89	n	0,025	0,015	0,025
14968,13	n	0,025	0,015	0,025
14942,17	n	0,025	0,015	0,025
14861,8	n	0,025	0,015	0,025
14838,8	n	0,025	0,015	0,025
14780,35	n	0,025	0,015	0,025
14695,61	n	0,025	0,015	0,025
14662,7	n	0,025	0,015	0,025
14619,11	n	0,025	0,015	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
14572,77	n	0,015	0,015	0,015
14522,88	n	0,015	0,015	0,015
14468,93	n	0,015	0,015	0,015
14420,65	n	0,015	0,015	0,015
14370,05	n	0,015	0,015	0,015
14328,73	n	0,015	0,015	0,015
14301,23	n	0,015	0,015	0,015
14212,23	n	0,015	0,015	0,015
14206,14	n	0,015	0,015	0,015
14151,53	n	0,015	0,015	0,015
14117,23	n	0,015	0,015	0,015
14026,23	n	0,015	0,015	0,015
14007,42	n	0,015	0,015	0,015
13978,29	n	0,015	0,015	0,015
13918,15	n	0,015	0,015	0,015
13880,38	n	0,015	0,015	0,015
13834,23	n	0,015	0,015	0,015
13816,23	n	0,015	0,015	0,015
13769,31	n	0,015	0,015	0,015
13665,99	n	0,025	0,025	0,025
13561,35	n	0,025	0,025	0,025
13525,89	n	0,025	0,025	0,025
13466,92	n	0,025	0,025	0,025
13364,64	n	0,025	0,015	0,025
13306,99	n	0,025	0,015	0,025
13227,29	n	0,025	0,015	0,025
13130,55	n	0,025	0,015	0,025
13073,08	n	0,025	0,015	0,025
12968,01	n	0,025	0,015	0,025
12864,5	n	0,025	0,015	0,025
12854,23	Culvert			
12807,82	n	0,025	0,015	0,025
12764,34	n	0,025	0,015	0,025
12737,23	Culvert			
12665,57	n	0,025	0,025	0,025
12616,59	n	0,025	0,025	0,025
12564,76	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
12512,44	n	0,025	0,025	0,025
12458,22	n	0,025	0,025	0,025
12413,71	n	0,025	0,025	0,025
12388,23	n	0,025	0,025	0,025
12312,23	n	0,015	0,025	0,025
12262,14	n	0,015	0,025	0,025
12160,57	n	0,015	0,025	0,025
12060,69	n	0,015	0,015	0,015
12013,38	n	0,015	0,015	0,015
11911,43	n	0,015	0,015	0,015
11812,88	n	0,015	0,015	0,015
11761,3	n	0,015	0,015	0,015
11657,2	n	0,025	0,025	0,025
11618,88	n	0,025	0,025	0,025
11582,38	n	0,025	0,025	0,025
11522,15	n	0,025	0,025	0,025
11495,71	n	0,025	0,025	0,025
11444,54	n	0,015	0,025	0,025
11345,88	n	0,025	0,015	0,025
11243,69	n	0,025	0,015	0,025
11196,1	n	0,025	0,015	0,025
11094,88	n	0,025	0,015	0,025
11047,03	n	0,025	0,015	0,025
10994,75	n	0,025	0,015	0,025
10938,37	n	0,025	0,015	0,025
10889,15	n	0,025	0,015	0,025
10786,34	n	0,025	0,015	0,025
10687,75	n	0,025	0,015	0,025
10664,26	n	0,025	0,015	0,025
10576,38	n	0,025	0,015	0,025
10528,54	n	0,025	0,015	0,025
10471,01	n	0,025	0,015	0,025
10428,51	n	0,025	0,015	0,025
10323,3	n	0,025	0,025	0,025
10305,12	n	0,025	0,025	0,025
10292,23	n	0,025	0,025	0,025
10197,23	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
10162,92	n	0,025	0,025	0,025
10118,09	n	0,025	0,025	0,025
10069,13	n	0,025	0,025	0,025
9965,14	n	0,025	0,015	0,025
9890,05	n	0,025	0,015	0,025
9853,92	n	0,025	0,015	0,025
9753,57	n	0,025	0,015	0,025
9694,69	n	0,025	0,015	0,025
9641,38	n	0,025	0,015	0,025
9563,11	n	0,025	0,015	0,025
9551,23	n	0,025	0,015	0,025
9491,23	n	0,025	0,015	0,025
9449,27	n	0,025	0,015	0,025
9407,63	n	0,025	0,015	0,025
9387,42	n	0,025	0,015	0,025
9305,2	n	0,025	0,025	0,025
9272,28	n	0,025	0,025	0,025
9240,07	n	0,025	0,025	0,025
9188,38	n	0,025	0,025	0,025
9084,89	n	0,025	0,025	0,025
9002,1	n	0,025	0,025	0,025
8968,34	n	0,025	0,025	0,025
8926,21	n	0,025	0,025	0,025
8823,97	n	0,015	0,025	0,025
8725,36	n	0,015	0,025	0,025
8631,83	n	0,025	0,015	0,025
8564,94	n	0,025	0,015	0,025
8547,37	n	0,025	0,015	0,025
8476,84	n	0,025	0,025	0,025
8398,86	n	0,015	0,025	0,025
8387,23	n	0,015	0,025	0,025
8353,23	n	0,015	0,025	0,025
8282,13	n	0,015	0,025	0,025
8202,7	n	0,015	0,025	0,025
8120,95	n	0,015	0,025	0,025
8072,16	n	0,015	0,025	0,025
7995,54	n	0,015	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
7927,32	n	0,015	0,025	0,025
7881,49	n	0,015	0,025	0,025
7815,17	n	0,025	0,025	0,025
7811,23	n	0,025	0,025	0,025
7489,23	n	0,025	0,025	0,025
7487,76	n	0,025	0,025	0,025
7419,11	n	0,015	0,025	0,025
7364,31	n	0,015	0,025	0,025
7276,94	n	0,015	0,025	0,025
7226,2	n	0,015	0,025	0,025
7150,97	n	0,015	0,025	0,025
7042,95	n	0,015	0,025	0,025
6941,2	n	0,015	0,025	0,025
6843,57	n	0,015	0,025	0,025
6742,01	n	0,015	0,025	0,025
6637,51	n	0,015	0,025	0,025
6609,97	n	0,015	0,025	0,025
6536,6	n	0,015	0,025	0,025
6437,25	n	0,015	0,025	0,025
6335,46	n	0,015	0,025	0,025
6272,89	n	0,015	0,025	0,025
6264,23	n	0,015	0,025	0,025
6200,23	n	0,015	0,025	0,025
6130,02	n	0,025	0,025	0,025
6016,72	n	0,025	0,025	0,025
5913,12	n	0,025	0,025	0,025
5811,24	n	0,025	0,025	0,025
5738,76	n	0,025	0,025	0,025
5675,05	n	0,025	0,025	0,025
5615,96	n	0,015	0,025	0,025
5515,91	n	0,025	0,025	0,025
5480,77	n	0,025	0,025	0,025
5409,44	n	0,025	0,025	0,025
5311,4	n	0,025	0,025	0,025
5272,8	n	0,025	0,025	0,025
5173,82	n	0,025	0,025	0,025
5148,88	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
5068,72	n	0,025	0,025	0,025
5012,04	n	0,025	0,025	0,025
4938,36	n	0,025	0,025	0,025
4860,43	n	0,01	0,01	0,01
4756,11	n	0,01	0,01	0,01
4522,92	n	0,01	0,01	0,01
4408,4	n	0,015	0,025	0,025
4366,35	n	0,025	0,025	0,025
4297,99	n	0,015	0,025	0,025
4194,47	n	0,015	0,025	0,025
4097,21	n	0,015	0,015	0,015
3993,78	n	0,01	0,01	0,01
3913,32	n	0,01	0,01	0,01
3814,97	n	0,01	0,01	0,01
3770,33	n	0,01	0,01	0,01
3692,8	n	0,01	0,01	0,01
3622,71	n	0,01	0,01	0,01
3566,42	n	0,01	0,01	0,01
3528,84	n	0,015	0,025	0,025
3466,3	n	0,015	0,025	0,025
3382,15	n	0,025	0,025	0,025
3328,2	n	0,025	0,025	0,025
3276,38	n	0,025	0,025	0,025
3231,73	n	0,025	0,025	0,025
3223,23	Bridge			
3134,21	n	0,025	0,025	0,025
3055,39	n	0,025	0,025	0,025
3006,23	Bridge			
2997,42	n	0,025	0,025	0,025
2944,24	n	0,025	0,025	0,025
2908,36	n	0,025	0,025	0,025
2804,02	n	0,025	0,025	0,025
2773,21	n	0,025	0,025	0,025
2716,17	n	0,025	0,025	0,025
2664,62	n	0,025	0,025	0,025
2572,23	Bridge			
2571,45	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
2512,07	n	0,025	0,025	0,025
2475,23	n	0,025	0,025	0,025
2430,32	n	0,025	0,025	0,025
2369,72	n	0,025	0,025	0,025
2277,67	n	0,025	0,025	0,025
2213,3	n	0,015	0,025	0,025
2184,17	n	0,015	0,025	0,025
2081,61	n	0,025	0,025	0,025
2009,81	n	0,025	0,025	0,025
1969,75	n	0,025	0,025	0,025
1911,22	n	0,025	0,025	0,025
1854,51	n	0,025	0,025	0,025
1793,89	n	0,025	0,025	0,025
1782,23	n	0,025	0,025	0,025
1759,23	n	0,025	0,025	0,025
1756,44	n	0,025	0,025	0,025
1742,75	n	0,025	0,025	0,025
1643,13	n	0,025	0,025	0,025
1592,55	n	0,025	0,025	0,025
1491,59	n	0,025	0,025	0,025
1465,9	n	0,025	0,025	0,025
1399,23	n	0,025	0,025	0,025
1294,31	n	0,025	0,025	0,025
1268,23	n	0,025	0,025	0,025
1012,23	n	0,015	0,025	0,025
915,22	n	0,015	0,025	0,025
815,93	n	0,015	0,025	0,025
765,85	n	0,015	0,025	0,025
666,8	n	0,015	0,025	0,025
644,37	n	0,015	0,025	0,025
558,4	n	0,025	0,025	0,025
480,37	n	0,025	0,025	0,025
453,17	n	0,025	0,025	0,025
349,01	n	0,025	0,025	0,025
272,58	n	0,025	0,025	0,025
219,87	n	0,025	0,025	0,025
125,41	n	0,025	0,025	0,025

Perfil	Frctn (n/K)	Rivera Izquierda	Cauce Medio	Rivera Derecha
105,05	n	0,025	0,025	0,025
6,48	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 678 perfiles topo-batimétricos en el canal Villalón, distribuidos entre el inicio, 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 6500 l/s. Si bien en la práctica los caudales operacionales en los últimos meses han sido nulos 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 de cada canal.

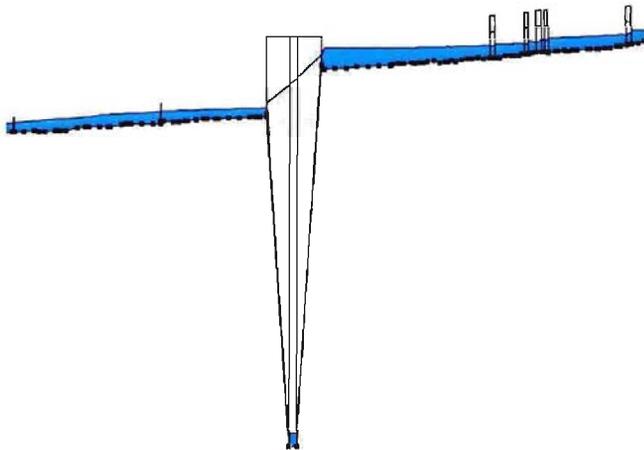
Finalmente, se evaluó el escenario de operación del canal ante eventos de precipitación, para lluvias de periodo de retorno de 2 años, contando con la información de los caudales de las quebradas aportantes al canal.

3 RESULTADOS MODELACIÓN HIDRÁULICA

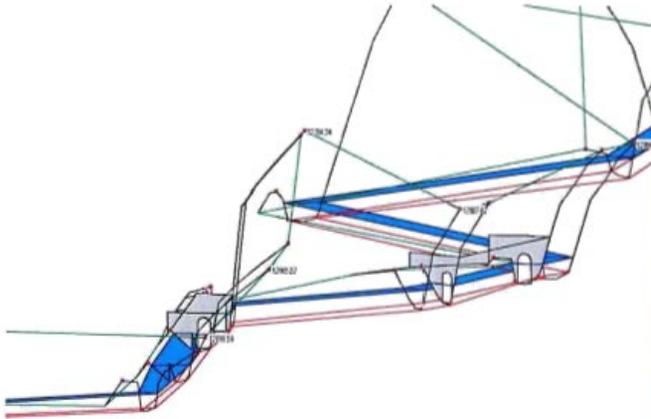
El eje hidráulico en situación actual, sin obras de mejoramiento consideró las condiciones actuales del canal, incorporando las obras de arte existentes las que eventualmente podrían interferir con el escurrimiento de las aguas, como se ejemplifica en la Figura 3-1.

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

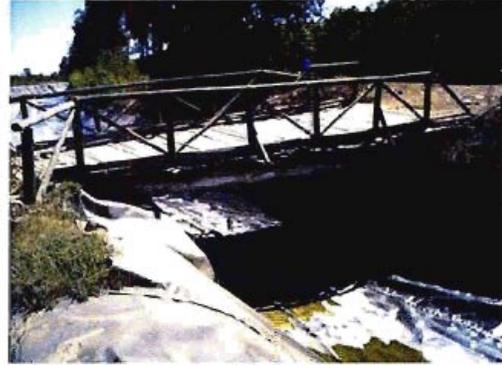
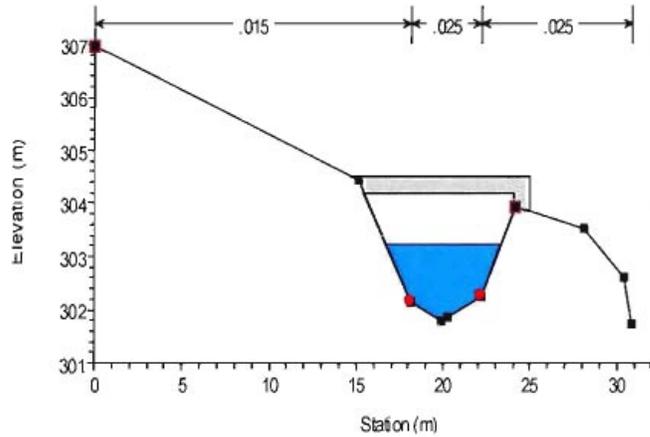
Sifón (Km=10,640)



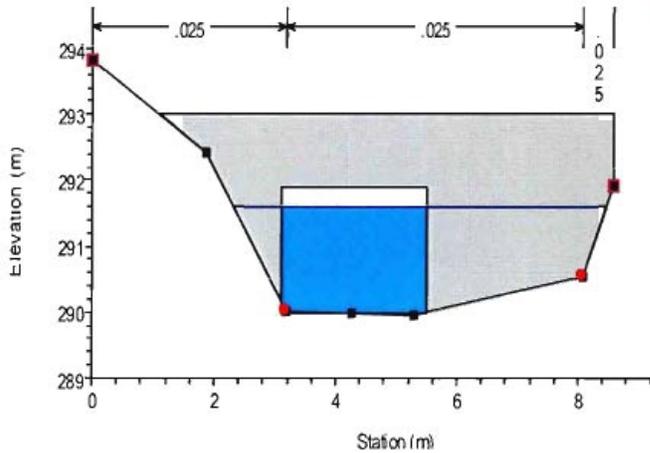
Túnel (Km=34,340)



Puente (Km=12,151)



Alcantarilla (Km=22,787)



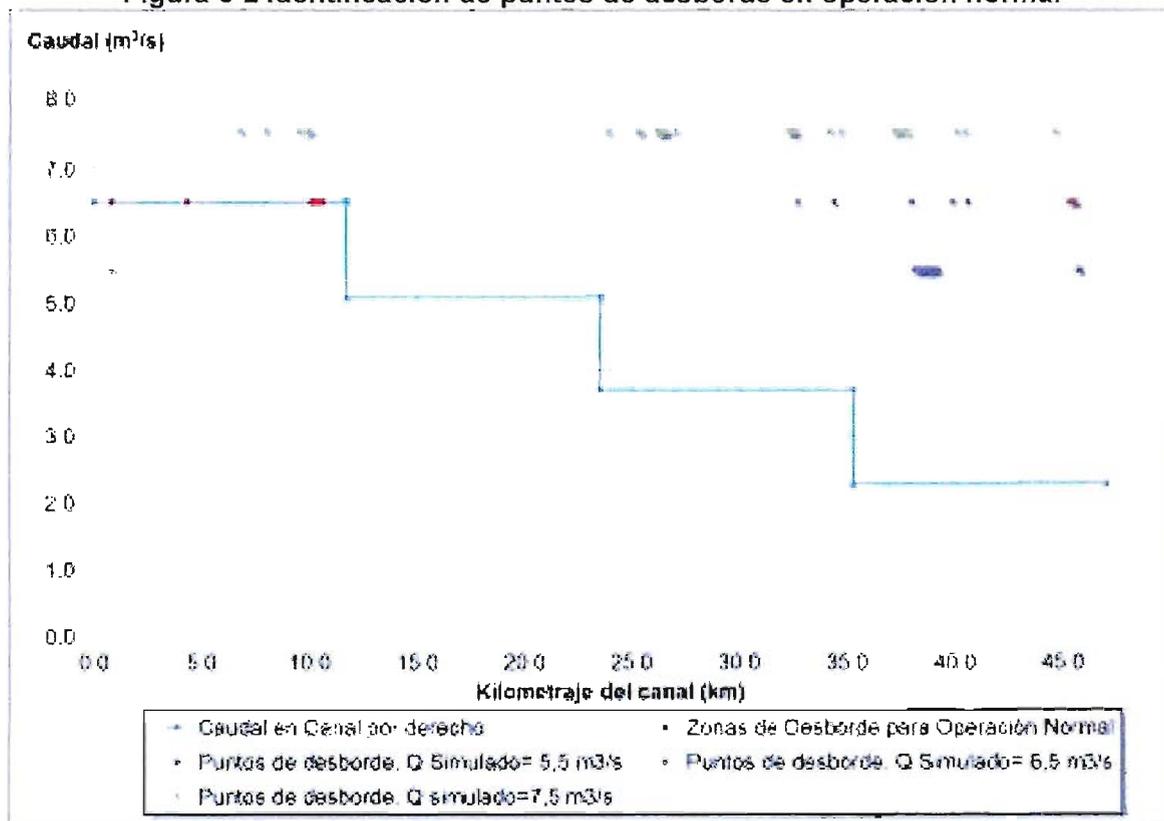
Para las condiciones de borde en el modelo se consideró que el flujo alcanza la altura de escurrimiento normal aguas abajo para una pendiente del 0,2%.

3.1 MODELACION EN OPERACIÓN NORMAL

Para definir la operación normal del canal Villalón, se consideró que las entregas de caudal se realizan en 4 puntos del canal, dividiéndose de manera equitativa el caudal portado en cada una de dichas entregas. Con la suposición anterior se tienen 4 tramos de canal con caudal constante, los que varían entre a 6,5 m³/s en bocatoma (caudal por derecho de aprovechamiento de aguas) y 2,8 m³/s al final de su trazado (35% del caudal en bocatoma). La caracterización anterior se realiza debido a que se desconoce el diagrama unifilar del canal por lo que no es posible especificar en detalle el caudal y ubicación (kilometraje) de cada entrega.

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 existen 3 zonas donde el caudal de operación supera la capacidad del canal, generándose desbordes (puntos de color rojo localizados sobre la línea de color celeste en la Figura 3-2).

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



El kilometraje de las zonas de desborde se especifican en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1 Identificación de puntos de desborde en operación normal

Zona de desborde	Perfil HECRAS	Km
1	46265,86	0,81
2	42768,99	4,31
3	36976,95	10,10
	36668,78	10,41
	36565,46	10,51
	36461,92	10,62

Los perfiles que presentan desborde en la modelación realizada se presentan entre la Figura 3-3 y la Figura 3-8.

Figura 3-3: Sector de desborde del canal Villalón km 0,81 (Perfil HECRAS 46265.86)

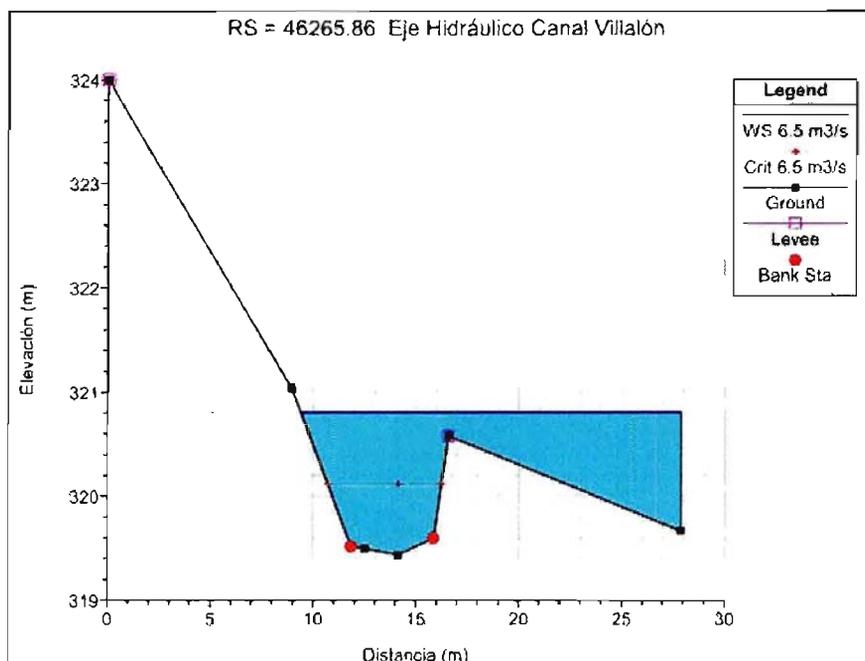


Figura 3-4: Sector de desborde del canal Villalón km 4,31 (Perfil HECRAS 42768.99)

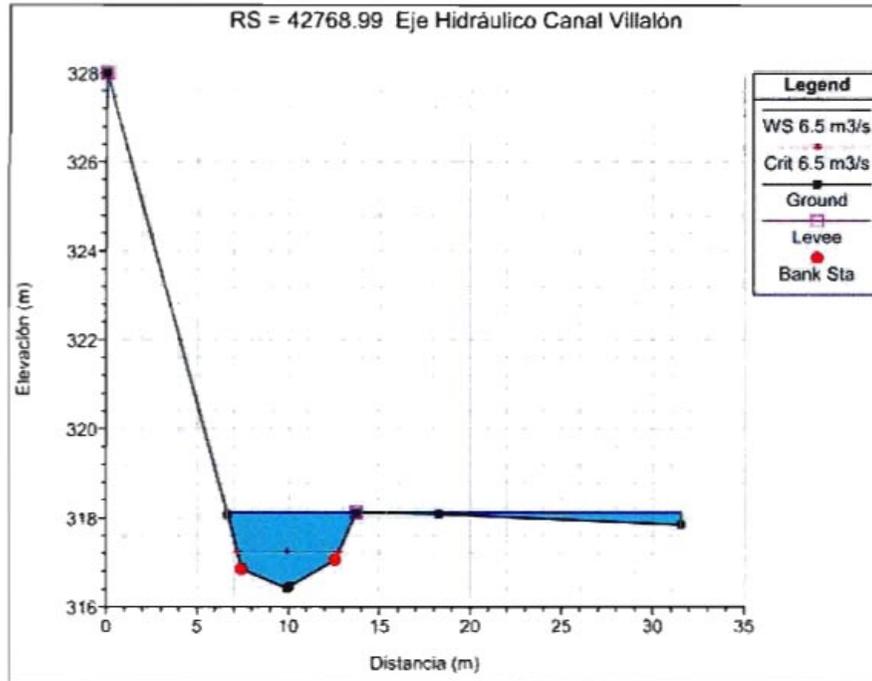


Figura 3-5: Sector de desborde del canal Villalón km 10,10 (Perfil HECRAS 36976,95)

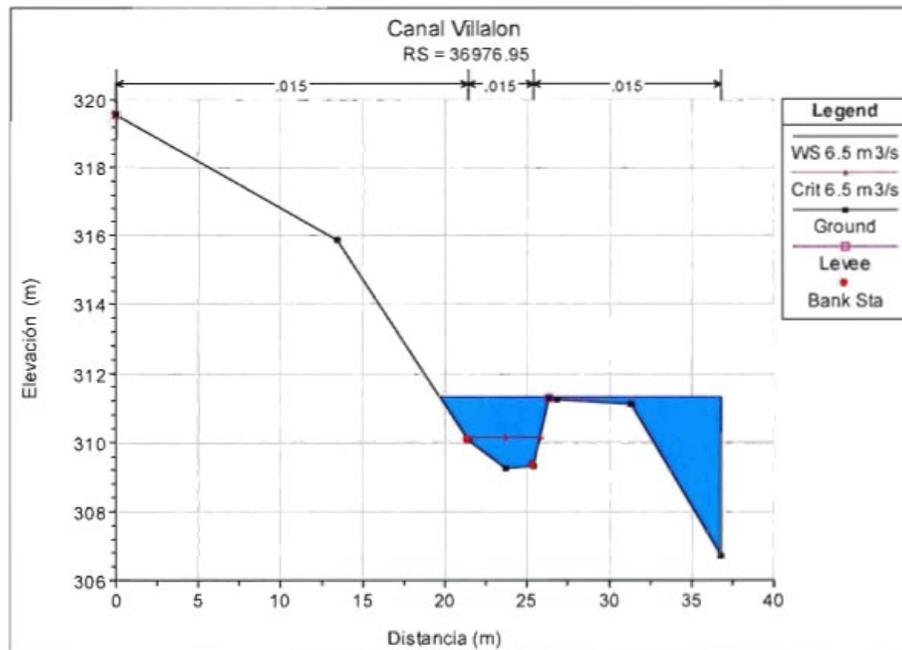


Figura 3-6: Sector de desborde del canal Villalón km 10,41 (Perfil HECRAS 36668,78)

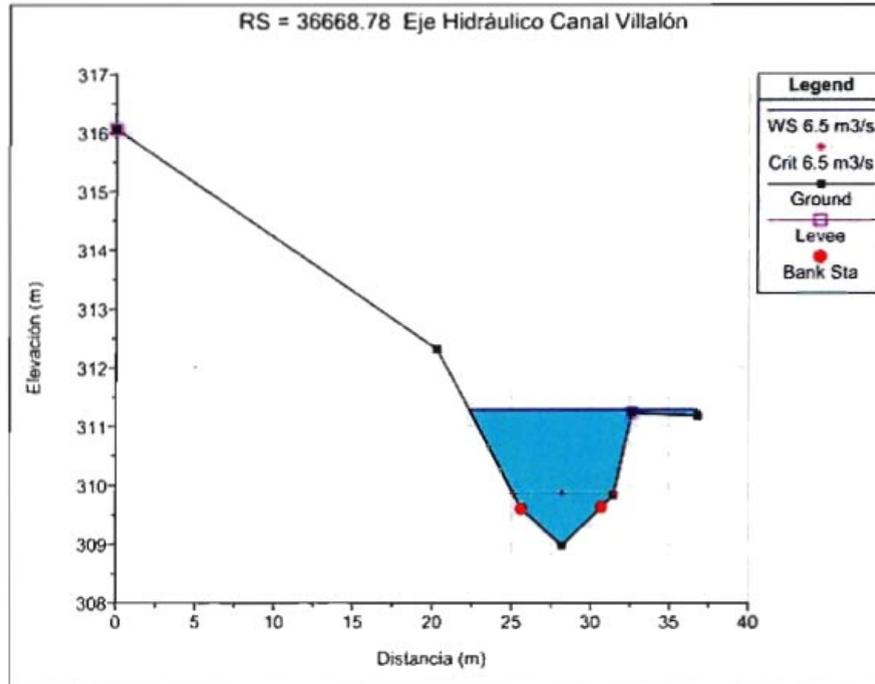


Figura 3-7: Sector de desborde del canal Villalón km 10,51 (Perfil HECRAS 36565,46)

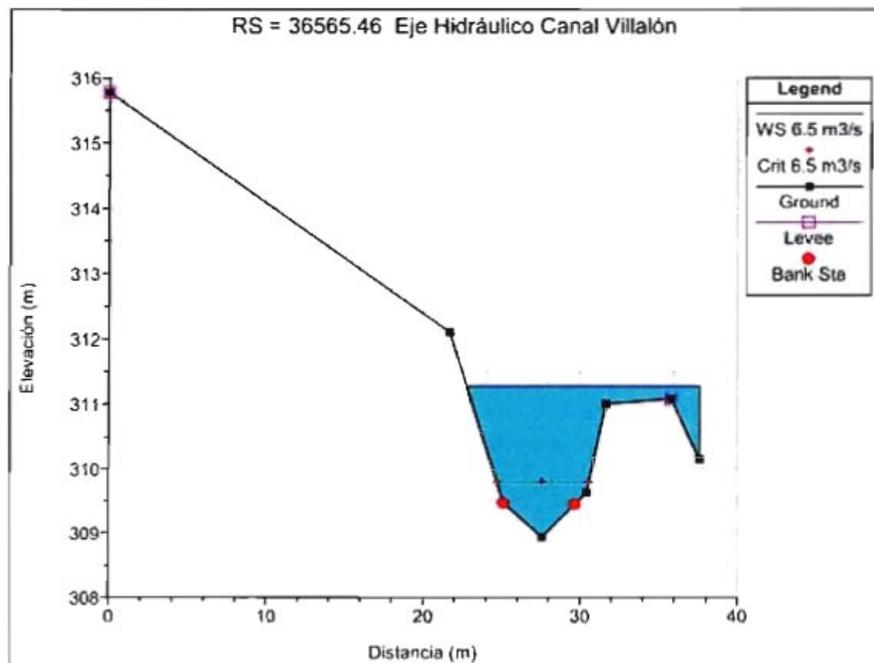
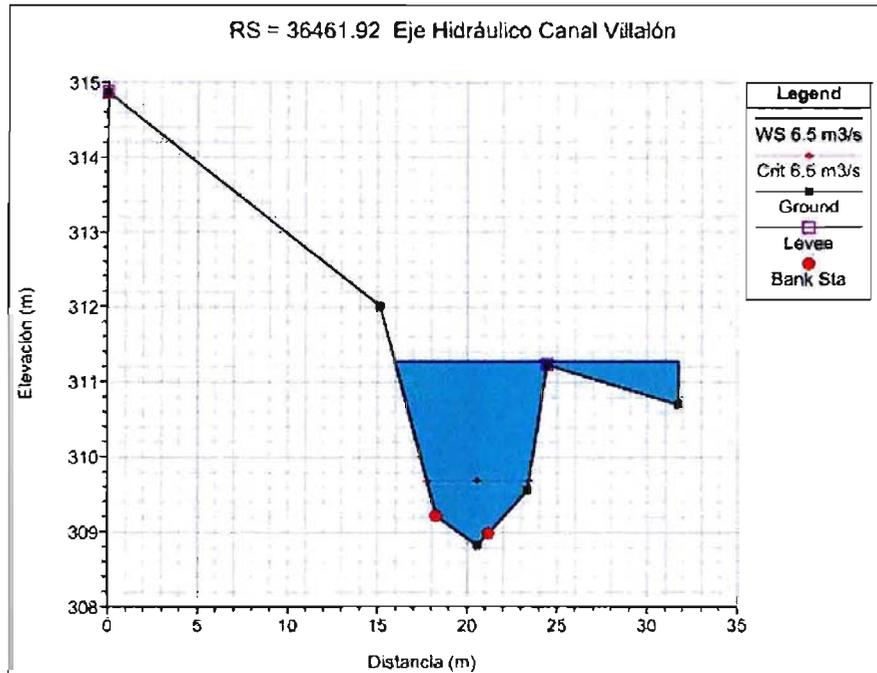


Figura 3-8: Sector de desborde del canal Villalón km 10,62 (Perfil HECRAS 36461,92)



3.2 MODELACIÓN DE LA CAPACIDAD EN CRECIDAS

Para analizar el comportamiento de canal Villalón 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 portado sin problemas por el canal, limitándose las mantenciones a crecidas mayores. No se considera para diseño una crecida de mayor periodo de retorno, puesto que el canal Villalón tiene como objeto realizar la distribución de los caudales de riego, no el control de crecidas.

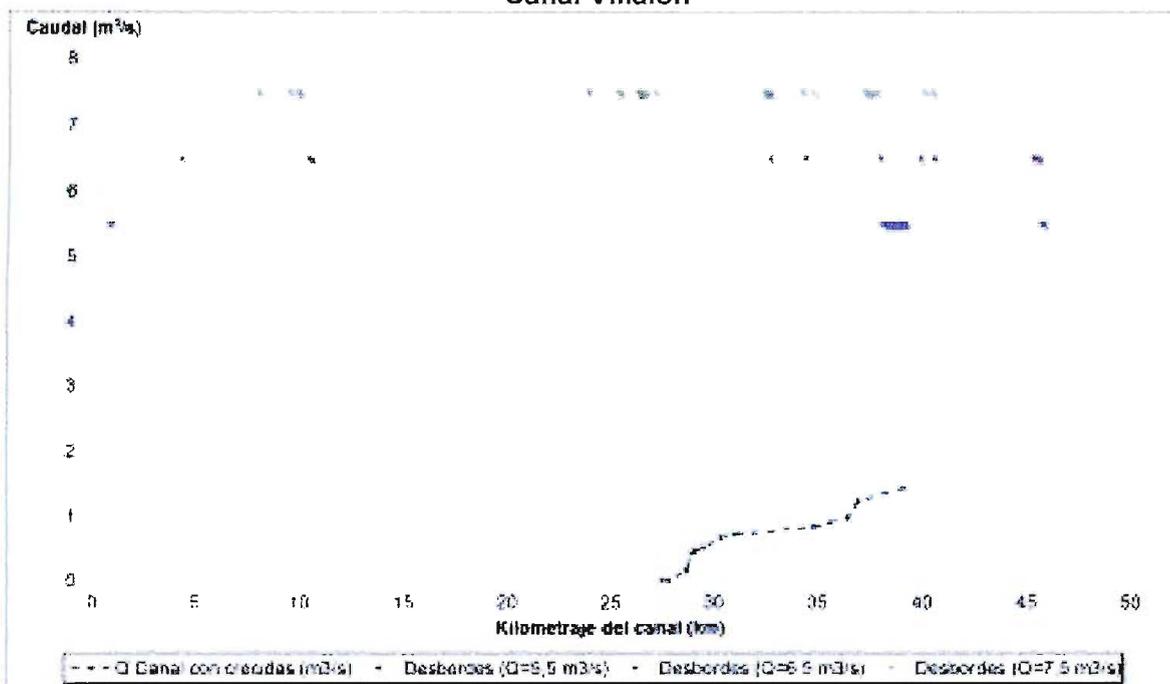
Las quebradas laterales aportantes al canal Villalón fueron identificadas en el estudio hidrológico de código 4184-2000-IH-MEC-001 y corresponden a las listadas en la **Tabla 3-2**.

Tabla 3-2 Caudales afluentes al canal Villalón

Código	Km	A (km ²)	T=2 años
			Q (m ³ /s)
MC Q01	27,50	0,05	0,05
MC Q02	27,81	0,30	0,26
MC Q03	28,68	0,15	0,16
MC Q04	28,95	0,31	0,26
MC Q05	29,10	0,04	0,04
MC Q06	29,49	0,03	0,04
MC Q07-08	30,31	0,17	0,15
MC Q09	31,01	0,06	0,06
MC Q10	34,79	0,15	0,12
MC Q11	35,56	0,06	0,06
MC Q12	36,41	0,06	0,07
MC Q13	36,93	0,30	0,26
MC Q14	39,09	0,18	0,19

En la Figura 3-9 se contrastan los caudales de crecida acumulados en el canal Villalón (aportes de las quebradas laterales), con la capacidad hidráulica del mismo.

Figura 3-9: Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años.
Canal Villalón



En la Figura anterior se observa que el caudal acumulado en el canal proveniente de las quebradas laterales alcanza un máximo del orden de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo que es posible inferir que no existirían problemas de desbordes asociados a los caudales de crecidas que ingresan al canal.

Se observa que el canal tiene una capacidad máxima de escurrimiento de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en casi la totalidad de su recorrido y que el caudal acumulado en el canal a partir de las quebradas laterales alcanza un caudal máximo de menos de $2 \text{ m}^3/\text{s}$. La modelación se efectuó sin considerar el caudal base del canal, dado que para eventos de crecidas se cierra la bocatoma hacia el canal para evitar rebases y mantener la estabilidad del canal.

APÉNDICE 1
MODELOS HEGRAS (en Digital)

APÉNDICE 2

Figura 1. Perfil longitudinal canal Villalón ($Q=6.5 \text{ m}^3/\text{s}$)

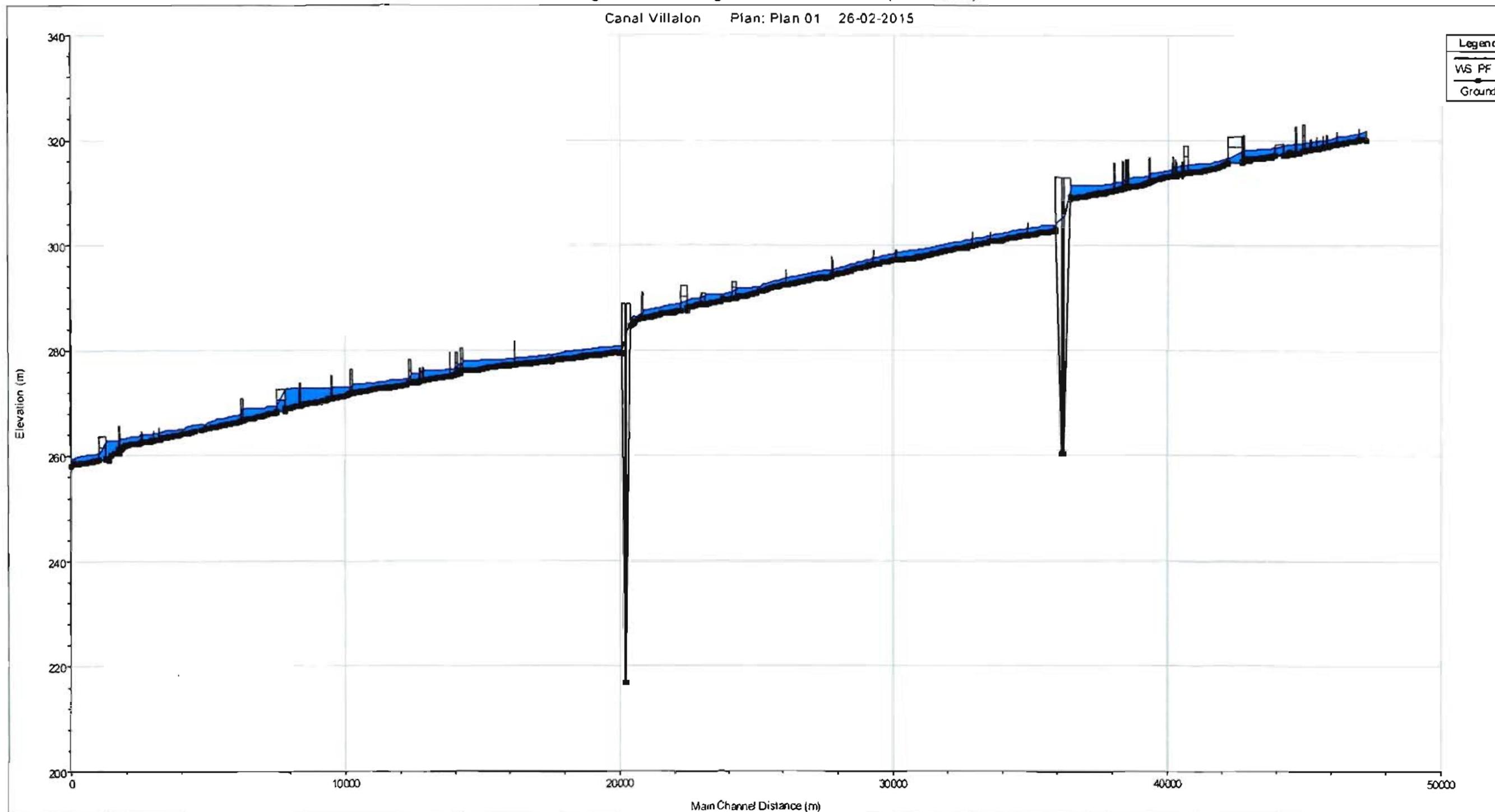


Tabla 1. Características hidráulicas canal Villalón (Q=6.5 m³/s)

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude	Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)	(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
0,00	320,01	321,74	1,14	0,28	4,31	316,42	318,12	0,79	0,21
0,10	320,17	321,55	2	0,55	4,33	316,2	318,05	1,26	0,3
0,20	320,06	321,34	2,53	0,72	4,39	316,2	317,97	1,32	0,32
0,30	319,93	321,17	2,32	0,67	4,40	316,03	317,98	1,11	0,26
0,41	319,8	321,19	1,43	0,43	4,44	315,98	317,98	0,97	0,23
0,61	319,79	320,94	1,45	0,45	4,44	315,7	317,96	1,04	0,22
0,72	319,49	320,76	1,64	0,51	4,95	315,7	316,55	2,74	0,95
0,81	319,44	320,81	0,59	0,16	4,96	315,6	316,7	1,67	0,54
0,87	319,27	320,73	1,18	0,34	5,05	315,52	316,54	1,45	0,52
0,92	319,23	320,7	1,24	0,33	5,10	315,39	316,36	1,92	0,64
1,01	319,3	320,68	0,85	0,24	5,15	315,2	316,3	1,54	0,51
1,11	319,21	320,49	1,7	0,5	5,26	314,98	316,15	1,46	0,47
1,21	319,12	320,34	1,6	0,48	5,36	314,74	316,02	1,49	0,44
1,32	318,84	320,12	2,15	0,61	5,46	314,62	315,92	1,34	0,4
1,36	318,81	320,08	2,17	0,62	5,56	314,58	315,74	1,63	0,53
1,41	318,72	320,03	2,22	0,63	5,67	314,33	315,62	1,4	0,43
1,51	318,65	319,96	2,13	0,6	5,72	314,3	315,59	1,35	0,42
1,61	318,54	319,86	2,18	0,61	5,77	314,43	315,5	1,75	0,61
1,71	318,41	319,82	2,02	0,55	5,81	314,2	315,52	1,33	0,4
1,76	318,42	319,77	2,09	0,58	5,86	314,19	315,5	1,32	0,4
1,81	318,37	319,74	2,02	0,55	5,97	314,04	315,49	1,18	0,33
1,86	318,33	319,71	1,99	0,54	6,07	314,01	315,46	1,24	0,34
1,91	318,3	319,67	2,07	0,57	6,12	313,97	315,44	1,28	0,35
2,02	318,18	319,58	1,99	0,54	6,17	313,92	315,44	1,17	0,3
2,07	318,1	319,57	1,91	0,5	6,21	313,89	315,43	1,13	0,3
2,12	318,08	319,52	1,98	0,53	6,27	313,86	315,43	0,98	0,25
2,17	318,03	319,51	1,92	0,5	6,33	313,85	315,41	1	0,26
2,22	317,97	319,57	1,2	0,31	6,38	313,73	315,39	1	0,25
2,24	317,9	319,5	1,45	0,37	6,41	313,72	315,38	1,02	0,25
2,31	317,9	319,32	1,64	0,44	6,42	313,73	315,3	1,48	0,38
2,32	317,9	319,35	1,21	0,33	6,58	313,73	315,13	1,66	0,45
2,42	317,55	319,34	0,88	0,22	6,60	313,53	315,17	0,96	0,27
2,44	317,57	319,23	1,4	0,35	6,64	313,48	315,05	1,02	0,29
2,48	317,57	319,2	1,43	0,36	6,74	313,31	315,01	0,99	0,26
2,52	317,52	319,22	1,15	0,29	6,77	313,25	315	0,87	0,23
2,57	317,33	319,23	0,84	0,2	6,86	313,23	314,86	0,99	0,26
2,62	317,4	319,22	0,96	0,23	6,91	313,22	314,47	1,47	0,45
2,67	317,63	319,22	0,81	0,22	6,95	313,2	314,42	1,39	0,45
2,72	317,54	319,1	1,61	0,43	7,00	313,09	314,34	1,44	0,47
2,77	317,29	319,14	0,8	0,19	7,11	312,95	314,21	1,39	0,44
2,82	317,21	319,13	0,77	0,19	7,21	312,89	314,09	1,32	0,44
3,28	317,04	318,49	1,05	0,29	7,26	312,77	314,03	1,38	0,44
3,33	316,82	318,44	1,41	0,36	7,31	312,73	313,98	1,3	0,41
3,43	316,85	318,41	1,29	0,35	7,35	312,71	313,94	1,19	0,37
3,48	316,73	318,38	1,2	0,31	7,40	312,52	313,91	1,23	0,35
3,54	316,74	318,37	1,02	0,27	7,56	312,34	313,79	1,24	0,34
3,58	316,67	318,35	1,08	0,27	7,61	312,31	313,77	1,13	0,3
3,63	316,55	318,34	0,83	0,2	7,66	312,13	313,76	0,98	0,26
3,68	316,57	318,29	1,26	0,31	7,71	312,11	313,73	1,1	0,28
3,74	316,65	318,29	0,98	0,25	7,72	312	313,58	1,86	0,47
3,78	316,44	318,27	1,04	0,25	7,77	312	312,96	3,08	1
3,84	316,44	318,26	0,94	0,23	7,77	311,92	313,12	1,9	0,59
3,90	316,5	318,25	0,77	0,19	7,82	311,8	313,13	1,29	0,37
3,94	316,52	318,22	1,04	0,26	7,87	311,78	313,1	1,12	0,32
3,99	316,52	318,21	0,89	0,23	7,92	311,56	313,06	1,24	0,35
4,06	316,5	318,2	0,83	0,22	7,97	311,52	313,05	1,13	0,3
4,10	316,27	318,16	1,05	0,25	8,02	311,42	312,99	1,19	0,33
4,15	316,22	318,16	0,95	0,22	8,05	311,41	312,98	1,16	0,31
4,21	316,28	318,15	0,83	0,2	8,10	311,38	312,95	1,12	0,31
4,26	316,55	318,12	0,97	0,26	8,13	311,37	312,94	1,16	0,3

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Fraude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
8,24	311,22	312,9	1,22	0,31
8,28	311,2	312,89	1,12	0,28
8,31	311,19	312,87	1,16	0,29
8,34	311,14	312,87	0,99	0,26
8,36	311,23	312,86	1,06	0,28
8,42	311,16	312,84	0,97	0,26
8,44	311,11	312,83	1	0,26
8,50	310,95	312,82	0,91	0,22
8,50	311,07	312,73	1,5	0,37
8,54	311,07	312,63	1,61	0,41
8,55	311,07	312,68	0,97	0,26
8,57	311,07	312,56	1,68	0,44
8,62	311,07	312,25	2,12	0,62
8,65	310,86	312,31	1,17	0,31
8,68	310,84	312,3	1,18	0,32
8,69	310,8	312,18	1,81	0,49
8,72	310,8	311,99	2,09	0,61
8,76	310,71	312,03	1,27	0,38
8,78	310,58	312,05	0,93	0,25
8,82	310,56	312,01	1,04	0,29
8,86	310,58	311,99	1,28	0,35
8,91	310,47	311,97	0,99	0,28
8,96	310,28	311,96	0,88	0,24
9,00	310,33	311,91	1,17	0,3
9,01	310,33	311,82	1,68	0,44
9,05	310,33	311,62	1,94	0,55
9,06	310,33	311,71	0,95	0,26
9,11	310,2	311,67	1,08	0,29
9,16	310,22	311,61	1,24	0,35
9,22	310,2	311,59	1,13	0,34
9,27	310,15	311,55	1,17	0,32
9,32	310,01	311,53	1,02	0,3
9,37	309,8	311,52	1,1	0,27
9,41	309,88	311,46	1,43	0,37
9,45	309,76	311,45	1,27	0,31
9,47	309,84	311,43	1,2	0,32
9,52	309,68	311,43	1,02	0,25
9,58	309,96	311,38	1,22	0,33
9,64	309,72	311,37	1,07	0,27
9,68	309,66	311,35	0,99	0,27
9,72	309,68	311,33	0,98	0,26
9,76	309,53	311,32	1,14	0,27
9,79	309,6	311,31	1	0,26
9,87	309,48	311,29	0,94	0,24
9,89	309,51	311,29	0,99	0,25
9,92	309,5	311,29	0,85	0,22
9,97	309,35	311,28	0,89	0,22
9,99	309,33	311,29	0,79	0,19
10,10	309,25	311,3	0,39	0,09
10,20	309,22	311,28	0,68	0,16
10,31	309,11	311,28	0,59	0,14
10,41	308,97	311,28	0,51	0,12
10,51	308,94	311,28	0,53	0,12
10,62	308,83	311,28	0,59	0,13
10,64	309,23	310,52	3,71	1,04
10,86	260,4	305,56	3,21	0,15
10,94	260,4	305,3	3,21	0,15
11,16	303,01	304,3	3,71	1,04
11,16	302,64	303,86	1,25	0,37
11,22	302,6	303,82	1,39	0,42

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Fraude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
11,27	302,6	303,81	1,38	0,43
11,32	302,63	303,8	1,45	0,45
11,42	302,49	303,81	1,14	0,34
11,52	302,46	303,78	1,32	0,39
11,62	302,32	303,77	1,26	0,35
11,65	302,34	303,75	1,34	0,37
11,73	302,35	303,66	1,43	0,44
11,75	302,36	303,66	1,13	0,32
11,82	302,3	303,51	1,76	0,53
11,90	302,1	303,47	1,25	0,35
11,93	302,1	303,44	1,33	0,38
11,98	302,06	303,39	1,4	0,4
12,04	302,06	303,34	1,45	0,41
12,13	302,11	303,26	1,23	0,39
12,23	301,81	303,18	1,23	0,36
12,33	301,73	303,08	1,32	0,39
12,43	301,74	303,04	0,91	0,28
12,48	301,71	302,97	1,23	0,41
12,53	301,58	302,92	1,26	0,4
12,63	301,37	302,84	1,19	0,33
12,65	301,35	302,82	1,29	0,37
12,73	301,35	302,73	1,51	0,42
12,83	301,37	302,56	1,6	0,52
12,87	301,33	302,53	1,38	0,47
12,94	301,23	302,44	1,29	0,42
13,04	300,95	302,32	1,33	0,42
13,09	300,95	302,28	1,25	0,36
13,14	300,84	302,23	1,34	0,4
13,25	300,74	302,15	1,24	0,36
13,30	300,81	302,11	1,33	0,39
13,34	300,9	302,12	0,99	0,31
13,44	300,77	302,01	1,2	0,4
13,54	300,76	301,86	1,2	0,41
13,65	300,51	301,73	1,28	0,45
13,75	300,5	301,62	1,18	0,39
13,85	300,3	301,5	1,28	0,42
13,95	300,16	301,41	1,19	0,38
14,05	300,05	301,33	1,08	0,34
14,17	299,91	301,21	1,24	0,38
14,25	299,86	301,12	1,29	0,41
14,30	299,86	301,09	1,09	0,36
14,35	299,52	301,08	0,9	0,25
14,38	299,53	301,01	1,37	0,38
14,46	299,65	300,93	1,3	0,43
14,57	299,5	300,83	1,2	0,38
14,67	299,43	300,72	1,25	0,4
14,77	299,35	300,68	0,92	0,28
14,87	299,19	300,58	1,2	0,37
14,98	299,13	300,49	1,2	0,38
15,08	299,08	300,37	1,33	0,44
15,13	299	300,29	1,41	0,47
15,17	298,92	300,22	1,45	0,46
15,24	298,9	300,14	1,41	0,46
15,29	298,89	300,06	1,45	0,48
15,33	298,69	300,02	1,25	0,39
15,38	298,73	299,93	1,46	0,48
15,48	298,51	299,84	1,18	0,38
15,54	298,48	299,73	1,47	0,48
15,60	298,37	299,68	1,26	0,41
15,64	298,36	299,63	1,26	0,41

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
15,70	298,21	299,56	1,42	0,43
15,80	298,06	299,48	1,16	0,34
15,90	297,98	299,38	1,27	0,39
16,01	297,89	299,29	1,21	0,37
16,11	297,74	299,21	1,16	0,35
16,17	297,76	299,17	1,2	0,35
16,22	297,65	299,12	1,23	0,37
16,27	297,62	299,08	1,2	0,36
16,32	297,52	299,04	1,18	0,35
16,43	297,37	299	1	0,28
16,52	297,37	298,94	1,08	0,3
16,56	297,37	298,91	1,15	0,32
16,62	297,45	298,85	1,32	0,39
16,74	297,32	298,77	1,11	0,34
16,84	297,28	298,71	0,97	0,3
16,95	297,2	298,62	1,18	0,35
17,05	297,24	298,51	1,38	0,42
17,15	297,01	298,28	1,83	0,59
17,25	296,88	298,17	1,31	0,42
17,35	296,77	298,05	1,37	0,44
17,46	296,78	297,94	1,2	0,4
17,56	296,54	297,82	1,28	0,41
17,67	296,4	297,73	1,18	0,37
17,77	296,37	297,56	1,49	0,51
17,86	296,17	297,49	1,1	0,35
17,97	296,02	297,32	1,57	0,5
18,00	296,23	297,29	1,33	0,45
18,07	295,87	297,24	1,15	0,36
18,17	295,9	297,09	1,39	0,48
18,27	295,75	296,92	1,45	0,49
18,36	295,58	296,86	1,1	0,35
18,40	295,65	296,75	1,59	0,52
18,50	295,42	296,5	1,79	0,61
18,53	295,39	296,46	1,66	0,56
18,61	295,15	296,36	1,35	0,45
18,72	295,04	296,19	1,44	0,48
18,76	294,92	296,14	1,31	0,43
18,81	294,93	296,02	1,59	0,56
18,92	294,71	295,86	1,41	0,47
18,98	294,67	295,81	1,13	0,39
19,02	294,67	295,74	1,3	0,46
19,12	294,49	295,61	1,26	0,45
19,23	294,38	295,47	1,22	0,43
19,32	294,08	295,35	0,95	0,31
19,43	293,83	295,29	1,02	0,31
19,53	293,74	295,23	1,03	0,3
19,63	293,82	295,18	0,92	0,28
19,73	293,77	295,1	1,09	0,35
19,79	293,72	295,07	1,03	0,34
19,84	293,6	294,99	1,26	0,42
19,94	293,6	294,93	1,02	0,32
19,98	293,57	294,9	0,95	0,3
20,04	293,48	294,81	1,34	0,42
20,07	293,53	294,76	1,46	0,49
20,15	293,36	294,64	1,41	0,45
20,18	293,43	294,57	1,55	0,54
20,25	293,25	294,5	1,23	0,4
20,35	293,12	294,41	1,15	0,35
20,46	292,97	294,33	1,18	0,36
20,56	292,84	294,22	1,29	0,4

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
20,62	292,91	294,16	1,31	0,41
20,67	292,75	294,13	1,17	0,35
20,77	292,66	294,05	1,15	0,36
20,88	292,56	293,95	1,26	0,38
20,98	292,5	293,82	1,32	0,41
21,09	292,39	293,68	1,37	0,45
21,19	292,29	293,46	1,69	0,56
21,30	292,11	293,32	1,4	0,45
21,40	292,01	293,24	1,33	0,38
21,51	291,83	293,05	1,59	0,51
21,61	291,75	292,88	1,52	0,52
21,71	291,46	292,77	1,21	0,39
21,82	291,36	292,62	1,4	0,46
21,93	291,21	292,11	2,42	0,98
22,03	290,96	292,06	1,28	0,45
22,14	290,88	292,02	1,11	0,36
22,19	290,66	291,97	1,22	0,39
22,24	290,63	291,97	1,1	0,35
22,34	290,42	291,83	1,1	0,34
22,37	290,49	291,91	1,01	0,3
22,45	290,27	291,89	0,87	0,24
22,55	290,22	291,85	0,92	0,26
22,65	290,29	291,81	0,94	0,26
22,75	290,06	291,78	0,84	0,23
22,78	289,96	291,77	0,77	0,19
22,94	289,94	291	1,66	0,59
22,96	289,91	291,01	1,54	0,51
23,06	289,67	290,99	1,31	0,37
23,11	289,68	290,93	1,56	0,5
23,14	289,72	290,91	1,54	0,52
23,16	289,66	290,85	1,82	0,62
23,27	289,81	290,63	2,27	0,81
23,38	289,35	290,67	1,28	0,38
23,41	289,38	290,67	1,25	0,38
23,45	289,28	290,67	1,03	0,3
23,48	289,22	290,66	1,1	0,33
23,58	289,14	290,66	0,86	0,24
23,68	289,11	290,65	0,87	0,24
23,69	289,17	290,65	0,86	0,24
23,72	289,01	290,64	0,89	0,25
23,79	288,86	290,64	0,79	0,21
23,88	288,84	290,61	0,89	0,23
23,90	288,79	290,62	0,76	0,2
23,94	288,76	290,61	0,69	0,19
24,09	288,8	290,12	0,89	0,26
24,12	288,78	290,1	0,93	0,27
24,21	288,63	289,96	1,52	0,45
24,31	288,43	289,91	1,2	0,34
24,41	288,31	289,82	1,23	0,36
24,44	288,24	289,82	1,06	0,29
24,51	288,24	289,6	1,99	0,63
24,59	288,05	289,45	1,93	0,52
24,60	287,5	289,51	1,25	0,28
24,82	287,5	289,02	1,65	0,43
24,89	287,56	288,91	1,59	0,46
24,92	287,54	288,92	1,23	0,37
24,98	287,41	288,83	1,55	0,42
25,02	287,35	288,82	1,2	0,34
25,11	287,2	288,71	1,61	0,42
25,13	287,23	288,72	1,23	0,34

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
25,14	287,27	288,72	1,08	0,32
25,23	287,18	288,67	1,06	0,31
25,28	287,07	288,64	1,06	0,3
25,33	287,12	288,58	1,29	0,36
25,39	287,07	288,54	1,37	0,37
25,43	287,1	288,5	1,23	0,38
25,53	287,01	288,28	1,8	0,55
25,57	286,91	288,25	1,61	0,49
25,64	286,74	288,12	1,75	0,49
25,73	286,73	288,08	1,18	0,36
25,74	286,77	288,09	1,11	0,32
25,75	286,74	288,05	1,26	0,38
25,79	286,56	288,03	1,11	0,31
25,85	286,56	287,9	1,73	0,48
25,86	286,54	287,9	1,65	0,46
25,87	286,55	287,84	1,84	0,52
25,92	286,33	287,85	1,34	0,37
25,94	286,4	287,81	1,47	0,4
25,96	286,4	287,81	1,21	0,35
26,06	286,31	287,72	1,26	0,38
26,17	286,2	287,64	1,24	0,35
26,20	286,11	287,61	1,3	0,35
26,21	286,12	287,48	2	0,55
26,23	286,06	287,49	1,64	0,44
26,24	286,05	287,4	2,01	0,55
26,26	286,05	286,96	2,96	0,99
26,28	286,02	287,1	1,82	0,58
26,39	285,87	286,67	2,63	0,99
26,49	285,53	286,32	2,52	0,97
26,54	285,14	286,43	1,38	0,42
26,59	284,83	286,44	1,04	0,26
26,69	284,73	285,74	3,6	1,15
26,82	216,9	283,22	3,44	0,13
26,87	216,9	282,5	3,44	0,14
27,00	279,38	280,39	3,59	1,14
27,01	279,47	280,76	1,35	0,39
27,06	279,44	280,76	1,15	0,34
27,11	279,43	280,72	1,37	0,44
27,21	279,58	280,69	1,27	0,4
27,24	279,57	280,68	1,22	0,38
27,31	279,49	280,65	1,22	0,36
27,37	279,41	280,63	1,18	0,35
27,39	279,39	280,62	1,16	0,36
27,44	279,33	280,6	1,17	0,37
27,47	279,41	280,59	1,24	0,39
27,52	279,29	280,58	1,22	0,36
27,60	279,23	280,56	1,19	0,34
27,62	279,1	280,56	1,15	0,31
27,70	279,06	280,54	1,11	0,3
27,72	279,12	280,52	1,18	0,32
27,80	279,03	280,48	1,1	0,3
27,82	279,12	280,46	1,16	0,33
27,84	279	280,46	1,1	0,3
27,86	279,18	280,41	1,33	0,39
27,94	279,19	280,35	1,25	0,38
28,04	278,92	280,28	1,2	0,34
28,09	278,91	280,25	1,22	0,34
28,13	278,97	280,23	1,22	0,35
28,23	278,87	280,21	1,09	0,31
28,32	278,79	280,14	1,18	0,35

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
28,34	278,81	280,13	1,18	0,35
28,40	279,01	280,04	1,5	0,51
28,43	278,77	280,06	1,21	0,36
28,47	278,64	280,01	1,58	0,44
28,50	278,74	280,02	1,16	0,34
28,54	278,61	280	1,05	0,3
28,57	278,63	279,97	1,17	0,33
28,65	278,59	279,92	1,16	0,33
28,68	278,62	279,89	1,37	0,39
28,77	278,43	279,85	1,11	0,3
28,81	278,42	279,82	1,14	0,32
28,86	278,41	279,79	1,13	0,32
28,91	278,45	279,74	1,27	0,37
28,94	278,41	279,73	1,08	0,31
28,96	278,37	279,71	1,19	0,34
29,01	278,39	279,67	1,21	0,35
29,06	278,26	279,65	1,09	0,3
29,10	278,35	279,53	1,74	0,52
29,18	278,19	279,52	1,08	0,3
29,19	278,14	279,5	1,21	0,34
29,25	278,33	279,42	1,39	0,43
29,27	278,22	279,41	1,34	0,41
29,33	278,13	279,36	1,24	0,37
29,36	278,1	279,34	1,21	0,37
29,47	278,24	279,18	1,68	0,58
29,49	278	279,19	1,44	0,45
29,53	278,06	279,16	1,52	0,47
29,55	277,82	279,03	2,1	0,63
29,58	277,93	279,02	2,03	0,64
29,60	277,93	279,07	1,44	0,45
29,68	277,87	279,05	1,31	0,42
29,79	277,79	278,98	1,47	0,46
29,86	277,74	278,96	1,4	0,42
29,89	277,84	278,95	1,34	0,41
29,94	277,85	278,91	1,48	0,46
29,99	277,83	278,88	1,52	0,48
30,04	277,75	278,87	1,37	0,43
30,09	277,61	278,83	1,49	0,46
30,19	277,54	278,79	1,4	0,43
30,21	277,6	278,78	1,45	0,46
30,24	277,6	278,77	1,4	0,47
30,30	277,44	278,76	1,24	0,37
30,35	277,56	278,73	1,33	0,41
30,40	277,55	278,68	1,49	0,54
30,48	277,55	278,64	1,44	0,45
30,52	277,38	278,64	1,34	0,43
30,59	277,34	278,61	1,33	0,4
30,69	277,38	278,57	1,37	0,42
30,80	277,34	278,54	1,26	0,38
30,86	277,25	278,53	1,17	0,36
30,89	277,2	278,37	1,98	0,59
30,91	277,2	278,3	2,11	0,64
30,93	277,18	278,36	1,49	0,5
30,98	277,11	278,36	1,3	0,39
31,00	277,15	278,32	1,52	0,49
31,08	277,13	278,32	1,17	0,36
31,10	276,88	278,29	1,41	0,39
31,20	276,95	278,27	1,23	0,35
31,28	277,06	278,22	1,4	0,46
31,32	277,04	278,22	1,22	0,36

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
31,41	277,02	278,2	1,18	0,36
31,51	276,97	278,18	1,17	0,36
31,61	276,85	278,14	1,24	0,36
31,63	276,85	278,14	1,23	0,36
31,68	276,77	278,13	1,17	0,33
31,73	276,67	278,13	1,03	0,28
31,81	276,7	278,12	0,97	0,27
31,91	276,58	278,11	0,95	0,25
31,96	276,58	278,1	1,01	0,26
32,06	276,46	278,08	1,02	0,26
32,11	276,33	278,08	0,97	0,25
32,14	276,35	278,07	1,02	0,26
32,22	276,15	277,97	1,76	0,42
32,24	276,26	278,02	1,1	0,27
32,30	276,24	278,02	0,87	0,22
32,38	276,23	277,98	1,17	0,28
32,41	276,19	277,97	1,18	0,28
32,46	276,24	277,99	0,86	0,21
32,50	276,26	277,98	0,93	0,23
32,55	276,23	277,98	0,83	0,2
32,61	276,17	277,98	0,86	0,21
32,66	276,12	277,98	0,74	0,18
32,71	276,12	277,97	0,81	0,19
32,75	276,08	277,97	0,8	0,19
32,78	276,08	277,76	2,05	0,51
32,87	276,08	277,14	3,23	1
32,87	275,66	277,36	1,11	0,28
32,93	275,54	277,37	0,93	0,23
32,96	275,4	277,16	2,08	0,5
33,05	275,4	276,5	3,3	1,01
33,07	275,33	276,44	1,83	0,58
33,10	275,23	276,46	1,3	0,38
33,16	275,18	276,45	1,25	0,37
33,20	275,02	276,44	1,25	0,34
33,24	275	276,33	1,74	0,48
33,26	275	276,31	1,78	0,5
33,31	274,95	276,35	1,14	0,34
33,41	274,89	276,31	1,13	0,33
33,52	274,79	276,24	1,17	0,33
33,55	274,83	276,23	1,05	0,31
33,61	274,81	276,17	1,23	0,35
33,71	274,69	276,14	1,14	0,31
33,77	274,6	276,11	1,29	0,35
33,85	274,51	276,12	1,08	0,28
33,95	274,49	276,1	1,06	0,27
34,00	274,32	276,1	1	0,25
34,11	274,43	276,1	0,83	0,21
34,21	274,18	276,09	0,88	0,22
34,27	274,14	275,88	1,27	0,32
34,31	274,11	275,88	1,01	0,24
34,41	273,91	275,64	1,02	0,26
34,46	273,82	275,6	1,08	0,27
34,51	273,82	275,59	0,93	0,24
34,56	273,95	275,57	0,99	0,26
34,62	273,92	275,54	1	0,28
34,66	273,77	275,54	0,88	0,21
34,69	273,7	275,41	1,67	0,41
34,77	273,7	274,63	3,03	1
34,82	273,29	274,61	1,45	0,41
34,92	273,38	274,52	1,32	0,41

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
35,02	273,24	274,44	1,45	0,42
35,06	273,11	274,46	1,14	0,33
35,17	273,12	274,43	1,17	0,34
35,26	272,96	274,38	1,35	0,37
35,32	273,03	274,38	1,2	0,35
35,42	272,95	274,35	1,07	0,3
35,46	272,84	274,31	1,25	0,33
35,49	272,95	274,25	1,48	0,42
35,56	272,87	274,18	1,52	0,44
35,58	272,93	274,13	1,58	0,47
35,63	272,88	274,07	1,56	0,47
35,73	272,71	273,99	1,65	0,48
35,83	272,77	273,97	1,36	0,41
35,88	272,75	273,89	1,69	0,51
35,98	272,65	273,87	1,46	0,43
36,03	272,6	273,87	1,28	0,37
36,08	272,62	273,67	2,26	0,74
36,14	272,48	273,72	1,54	0,44
36,19	272,31	273,71	1,46	0,4
36,29	272,22	273,68	1,44	0,39
36,39	272,14	273,66	1,42	0,37
36,41	272,21	273,67	1,37	0,36
36,50	272,18	273,65	1,1	0,3
36,55	272,08	273,6	1,45	0,38
36,61	272,06	273,61	1,18	0,31
36,65	271,97	273,61	1,01	0,27
36,75	271,98	273,55	1,29	0,36
36,77	271,77	273,57	0,97	0,24
36,79	271,76	273,46	1,59	0,39
36,88	271,76	272,95	2,28	0,67
36,91	271,66	273,04	1,13	0,32
36,96	271,5	273,01	1,15	0,31
37,01	271,42	272,98	1,23	0,33
37,11	271,28	272,94	1,26	0,31
37,19	271,17	272,94	1,1	0,27
37,22	271,21	272,93	1,15	0,29
37,32	270,99	272,92	1,11	0,26
37,38	271,07	272,93	0,93	0,22
37,44	271,03	272,92	1,02	0,24
37,51	270,9	272,91	0,92	0,21
37,53	270,7	272,85	1,38	0,3
37,59	270,7	272,8	1,4	0,31
37,63	270,75	272,85	0,86	0,19
37,67	270,63	272,84	0,73	0,17
37,69	270,71	272,83	0,84	0,19
37,77	270,46	272,82	0,88	0,19
37,80	270,35	272,82	0,87	0,18
37,84	270,38	272,83	0,7	0,15
37,89	270,37	272,82	0,65	0,14
37,99	270,12	272,82	0,61	0,12
38,08	270,16	272,82	0,48	0,1
38,11	270,19	272,82	0,38	0,08
38,15	270,04	272,82	0,39	0,08
38,25	269,97	272,81	0,4	0,08
38,35	269,92	272,81	0,4	0,08
38,45	269,8	272,81	0,45	0,09
38,51	269,71	272,8	0,55	0,1
38,53	269,8	272,8	0,44	0,09
38,60	269,7	272,8	0,41	0,08
38,68	269,49	272,8	0,31	0,06

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
38,69	269,4	272,71	1,32	0,23
38,72	269,4	272,63	1,32	0,23
38,80	269,37	272,69	0,34	0,06
38,87	269,31	272,69	0,33	0,06
38,96	269,15	272,69	0,33	0,06
39,01	269,21	272,69	0,32	0,06
39,08	269,1	272,69	0,34	0,06
39,15	269,09	272,68	0,33	0,06
39,20	269,1	272,69	0,22	0,04
39,26	268,94	272,68	0,41	0,07
39,27	268,5	272,59	1,47	0,21
39,59	268,5	269,55	3,25	1,01
39,59	268,15	269,49	1,61	0,45
39,66	268,03	269,47	1,25	0,34
39,71	268,08	269,37	1,55	0,46
39,80	267,99	269,34	1,2	0,34
39,85	268,11	269,38	0,23	0,07
39,93	267,89	269,32	0,91	0,24
40,03	267,63	269,02	2,43	0,67
40,14	267,42	269,05	1,15	0,3
40,23	267,33	269,01	1,13	0,28
40,34	267,23	268,99	0,96	0,24
40,44	267,08	268,96	0,91	0,22
40,47	267,05	268,94	1,04	0,26
40,54	267,09	268,96	0,47	0,11
40,64	266,95	268,94	0,73	0,17
40,74	266,91	268,91	0,81	0,19
40,80	266,89	268,86	1,1	0,26
40,81	266,7	268,71	1,92	0,43
40,88	266,7	268,13	2,52	0,67
40,95	266,5	267,72	2,72	0,85
41,06	266,25	267,62	1,43	0,43
41,16	266,19	267,52	1,33	0,4
41,27	266,07	267,38	1,5	0,45
41,34	266,01	267,32	1,34	0,39
41,40	266	267,24	1,43	0,43
41,46	265,88	267,2	1,29	0,38
41,56	265,79	267,08	1,48	0,43
41,60	265,75	267,04	1,48	0,45
41,67	265,71	266,97	1,34	0,4
41,77	265,49	266,94	1	0,28
41,80	265,4	266,76	2,15	0,59
41,90	265,37	266,66	1,52	0,45
41,93	265,36	266,61	1,59	0,49
42,01	265,23	266,52	1,49	0,45
42,07	265,3	266,36	1,84	0,6
42,14	265,17	266,18	1,89	0,64
42,22	265,08	265,91	2,49	0,95
42,32	264,84	265,98	1,67	0,52
42,55	264,64	265,75	2,31	0,75
42,67	264,38	265,79	1,36	0,38
42,71	264,44	265,66	1,83	0,54
42,78	264,29	265,55	1,79	0,53
42,88	264,28	265,34	1,9	0,6
42,98	264,15	265,05	2,35	0,83
43,08	264,03	264,98	2,24	0,75
43,16	263,93	265,03	1,57	0,49
43,26	263,82	264,78	2,55	0,87
43,31	263,87	264,85	1,9	0,63
43,38	263,7	264,86	1,59	0,49

Kilometraje	Cota fondo	Nivel Agua	Velocidad	Número de Froude
(km)	(msnm)	(msnm)	(m/s)	(-)
43,45	263,62	264,84	1,67	0,51
43,51	263,55	264,84	1,51	0,45
43,55	263,51	264,82	1,51	0,45
43,61	263,43	264,75	1,47	0,42
43,70	263,35	264,64	1,6	0,47
43,75	263,4	264,56	1,62	0,49
43,80	263,28	264,44	1,8	0,56
43,85	263,08	264,4	1,56	0,47
43,94	262,98	264,31	1,46	0,42
44,02	262,96	264,28	1,08	0,32
44,08	262,86	264,2	1,46	0,43
44,13	263,09	264,1	1,56	0,51
44,17	262,69	264,09	1,27	0,37
44,27	262,69	264,05	1,02	0,29
44,30	262,74	264,02	1,1	0,34
44,36	262,6	263,96	1,3	0,37
44,41	262,62	263,94	1,09	0,33
44,51	262,45	263,86	1,15	0,34
44,57	262,54	263,77	1,4	0,43
44,60	262,22	263,77	1,1	0,31
44,65	262,2	263,72	1,28	0,35
44,71	262,29	263,71	0,91	0,26
44,80	262,17	263,64	1,19	0,33
44,86	262,24	263,59	1,24	0,36
44,89	262,22	263,55	1,36	0,39
45,00	262,14	263,41	1,58	0,47
45,07	262,07	263,34	1,39	0,41
45,11	261,8	263,19	2	0,57
45,17	261,68	263,17	1,62	0,43
45,22	261,28	263,17	1,03	0,27
45,28	260,39	263,14	1,12	0,25
45,30	261,2	262,95	2,06	0,5
45,32	261,2	262,74	2,35	0,6
45,32	261,19	262,84	1,67	0,42
45,33	260,77	262,91	0,68	0,15
45,43	260,47	262,9	0,74	0,15
45,48	260,44	262,89	0,8	0,16
45,59	260,09	262,88	0,76	0,15
45,61	259,98	262,84	1,18	0,23
45,68	259,03	262,88	0,29	0,05
45,78	259,45	262,87	0,42	0,07
45,81	259,3	262,73	1,64	0,28
46,07	259,3	260,4	3,28	1
46,16	259,12	260,4	1,25	0,36
46,26	259,06	260,34	1,17	0,35
46,31	258,89	260,31	1,11	0,32
46,41	258,81	260,22	1,27	0,38
46,43	258,78	260,21	1,2	0,36
46,52	258,68	260,17	0,93	0,28
46,60	258,59	260,13	0,97	0,27
46,62	258,57	260,08	1,3	0,4
46,73	258,76	259,97	1,26	0,4
46,80	258,47	259,88	1,34	0,41
46,86	258,46	259,82	1,36	0,44
46,95	258,69	259,57	1,74	0,67
46,97	258,37	259,55	1,51	0,51
47,07	258,11	259,36	1,61	0,52

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

CANAL VILLALÓN

Anexo 14

Santiago, mayo de 2015



14.1. DISEÑO DE ALTERNATIVAS

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-2000-IH-MEC-004_0

ANEXO 14.1.1 - MANTENCIÓN DE OBRAS CANAL VILLALÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	F. de la Fuente	P. Muñoz/ P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	07.11.14	07.11.14	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. Raddatz/ Garín	P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	23.07.2015	23.07.2015	23.07.2015	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 14.1.1 - MANTENCIÓN DE OBRAS CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	OBJETIVOS.....	4
1.2	REFERENCIAS	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.....	8
2.4	COMPUERTAS.....	8
3	DISEÑO OBRAS DE MEJORAMIENTO	10
3.1	SELLOS DE FONDO Y REPERFILAMIENTO.....	10
3.2	OBRAS DE CRUCE.....	11
3.3	COMPUERTAS.....	12
4	SIFON EL INGENIO	14
5	CUBICACIONES	18

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1. Clasificación de las obras existentes en el canal Villalón según estado de conservación y operatividad.....	5
Tabla 2-2 Estado de Revestimientos en canal Villalón.....	6
Tabla 2-3 Obras de cruce deficientes	6
Tabla 2-4 Compuertas en mal estado	10
Tabla 3-1 Mejoras a compuertas de descarga en mal estado	12
Tabla 3-2 Estimación de valores experimentales	13
Tabla 5-1 Cubicaciones Mantenición de Obras Canal Villalón	18

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1 Esquema de los sellos de fondo	11
---	----

LISTADO DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 2-1: Canoas CN1 y CN4	7
Fotografía 2-2: Canoas CN17 y CN18	7
Fotografía 2-3: Puente PT3.....	8
Fotografía 2-4: Puente PT9 y PT17	8
Fotografía 2-5 Compuerta con vegetación	9
Fotografía 2-6 Compuerta de acero en mal estado.....	9

1 INTRODUCCIÓN

La presente memoria de Cálculo contiene los antecedentes y soluciones propuestas para la mantención de las obras internas del canal Villalón 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 de esta memoria corresponden a:

- Identificación de necesidades de mantención de las obras existentes del canal Villalón
- 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 Villalón 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 III. 2007. Horacio Mery.
- Ref 3 Estudio "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", Catastro de Obras Canal Villalón. 2013-2014. Comisión Nacional de Riego.

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 la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Clasificación de las obras existentes en el canal Villalón 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 4184-2000-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 25,9 km con algún tipo de revestimiento en el canal (55% de la longitud total del canal), de los cuales un 54% se encuentra en buen estado, un 15% en estado regular, y un 31% 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 Villalón

Revestimiento		Tramo de Canal Revestido (km)		
		Estado		
Material	Tipo	Bueno	Regular	Deficiente
Hormigón	Sección Completa	2,71	0,96	0,80
	Ribera Izquierda			3,26
	Ribera Derecha			1,93
	Canal Abovedado			0,31
Mampostería	Sección Completa	0,02		
	Ribera Izquierda	1,35	2,00	0,16
	Ribera Derecha			0,06
Enrocado	Sección Completa			0,09
Geomembrana	Sección Completa			2,40
Shotcrete	Ribera Izquierda		0,56	0,04
Mixto (Hormigón, Mampostería y shotcrete)	Fondo y ribera Izquierda	3,99	0,32	1,80
Sin Revestimiento	-	1,22	7,17	12,82
Otros	Obras Especiales (sifones, túneles y alcantarillas)	3,12		

Por otra parte, existe un 60% de los tramos no revestidos que se encuentra en estado deficiente y un 34% que se encuentra en estado regular. Situación que responde en parte importante a la no existencia de sellos de fondo en estos tramos, lo que implica que existe una mayor dificultad para re-perfilar las secciones tras un proceso de limpieza.

2.2 OBRAS DE CRUCE

En el catastro de obras se identificaron todas las obras de cruce y se clasificaron según su estado de mantenimiento y conservación de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2-1, el listado de todas las obras de cruce, su ubicación y estado se incluyen en el Anexo 2-E2.

Se ha definido que, en el contexto del presente proyecto, sólo se realizarán mejoras o mantenimiento en aquellas obras cuyo estado es deficiente, cuya ubicación, nomenclatura y la descripción del problema técnico se presenta en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3 Obras de cruce deficientes

Nomenclatura	Obra de Cruce	Km	Descripción Problema Técnico
CN1	Canoa	0,09	Obstrucción de vegetación
CN4	Canoa	0,51	Obstrucción de vegetación
PT3	Puente	1,43	Obstrucción de material de la quebrada
PT4	Puente	1,55	Obstrucción de material de la quebrada
PT5	Puente	1,80	Obstrucción de material de la quebrada
PT9	Puente	14,52	Mal estado del hormigón
CN17	Canoa	39,25	Obstrucción de vegetación y sedimentos
CN18	Canoa	39,80	Obstrucción de vegetación y sedimentos
CN19	Canoa	42,73	Obstrucción de vegetación y sedimentos
PT15	Puente	43,84	Mal estado de la madera

Nomenclatura	Obra de Cruce	Km	Descripción Problema Técnico
PT17	Puente	44,49	Mal estado de la madera
CN22	Canoa	45,72	Obstrucción de vegetación

Los puentes PT3, PT4 y PT5 no se encuentran operativos actualmente ya que fueron construidos únicamente con la finalidad de la construcción del canal, por lo que no obstruyen ningún tipo de camino vial. Los puentes PT9, PT15 y PT17 si se encuentran operativos en rutas secundarias, pero se encuentran en mal estado y podrían afectar la estabilidad del canal, además de ser un peligro para las personas que transitan por él.

En las siguientes fotografías se presentan imágenes representativas de la situación de algunas de estas obras.

Fotografía 2-1: Canoas CN1 y CN4



Fotografía 2-2: Canoas CN17 y CN18



Fotografía 2-3: Puente PT3



Fotografía 2-4: Puente PT9 y PT17



2.3 OBRAS DE DESCARGA

No se identificaron obras de descarga con necesidad de mejoramiento.

2.4 COMPUERTAS

Se identificaron 12 compuertas de riego/descarga en estado deficiente. Las principales deficiencias encontradas fueron:

- Compuertas de acero 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 representan los principales problemas de las compuertas.

Fotografía 2-5 Compuerta con vegetación



Fotografía 2-6 Compuerta de acero en mal estado



El resumen de las 12 compuertas en mal estado con la nomenclatura de identificación utilizada en el catastro de obras y su respectiva falencia técnica se muestra en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4 Compuertas en mal estado

Nomenclatura compuertas	Tipo	Descripción del problema técnico	
		Compuerta de acero en mal estado	Obstrucción de vegetación o embancamiento
CP5	R	X	X
CP7	R	X	
CP8	D		X
CP12	R		X
CP18	R		X
CP20	R		X
CP21	R		X
CP35	R	X	X
CP36	D	X	
CP38	R		X
CP47	R		X
CP53	T	X	

R: Compuerta de Riego. D: Compuerta de Descarga. T: Compuerta Transversal al canal

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.

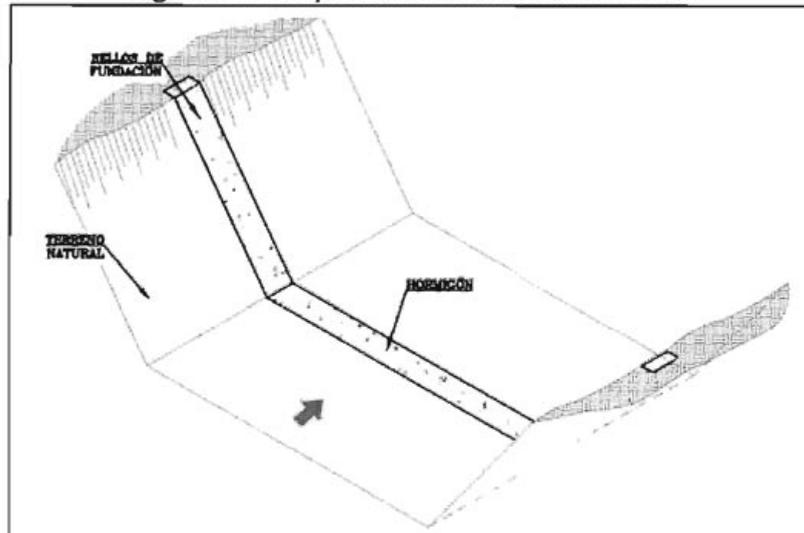
3.1 SELLOS DE FONDO Y REPERFILAMIENTO

Como medida de mejoramiento de la sección del canal en los tramos no revestidos, se define incorporar al canal sellos de fondo cada 500 m en lugares donde el canal no cuente con revestimiento de ningún tipo. Con ello, luego de eventos de crecidas importantes, labores de limpieza y mantenimiento, se podrán reestablecer las cotas de fondo y taludes para el cual el canal fue diseñado.

En el canal Villalón se calculó una cantidad de 65 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 OBRAS DE CRUCE

Para todas las canoas con problemas técnicos se determinó que sería suficiente realizar una limpieza y extracción de la vegetación y/o sedimentos que pudieran estar obstruyendo el normal paso del agua. Dado que la estructura de las obras se encuentra en buen estado, esta medida es suficiente para reestablecer su normal funcionamiento.

Los puentes PT3, PT4 y PT5 actualmente no se encuentran en operación como puentes, pero sí están siendo una ayuda al evitar el desprendimiento de material de la quebrada sobre el canal. Debido a ello, se recomienda realizar una extracción y limpieza de todo el material acumulado para evitar que éste ingrese al canal.

El puente PT9 requiere mantención o reconstrucción debido a fallas importantes en su estructura de hormigón, lo que podría producir inestabilidades en el canal y ya que además corresponde una obra vial dentro de la ruta D-525. En el caso de los puentes PT15 y PT17 se propone el mejoramiento de los soportes de los puentes de madera, de manera de contar con una estructura estable sobre el canal y así evitar el desprendimiento de material sobre éste. Debido a que ambos puentes conectan un camino secundario, es responsabilidad de terceros implementar las mejoras de éstos.

3.3 COMPUERTAS

Para el caso de las compuertas, se proponen 2 soluciones posibles para cada caso:

- Reemplazo de la compuerta de acero.
- 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

Nomenclatura Compuertas	Tipo	Descripción de las soluciones a implementar	
		Reemplazo de la compuerta de acero	Retiro de vegetación/sedimentos
CP5	R	X	X
CP7	R	X	
CP8	D		X
CP12	R		X
CP18	R		X
CP20	R		X
CP21	R		X
CP35	R	X	X
CP36	D	X	
CP38	R		X
CP47	R		X
CP53	T	X	

R: Compuerta de Riego. D: Compuerta de Descarga. T: Compuerta Transversal al canal

Se determinó que el caudal evacuado por las compuertas laterales podrá determinarse con la siguiente relación (Ref 2):

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

Dónde:

- Q_s : Caudal de entrega (m³/s)
 C_Q : Coeficiente de gasto
 a : Apertura de la compuerta (m)
 b_s : Ancho de la compuerta (m)
 g : Aceleración de gravedad, igual 9,81 (m/s)
 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:

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

Dónde:

- F_1 : Número de Froude del canal
- 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 3-2.

Tabla 3-2 Estimación de valores experimentales

F_1	α	h_1/a	$C_Q(0,1,0)$	b_s/a	β
0	1	1,5	0,43	0	1,007
0,1	0,998	2	0,502	0,5	1,006
0,2	0,993	2,5	0,532	1	0,999
0,3	0,983	3	0,55	1,5	0,989
0,4	0,967	3,5	0,562	2	0,983
0,5	0,943	4	0,572	2,5	0,98
0,6	0,907	4,5	0,58	3	0,98
0,7	0,84	5	0,585	>3	0,98
0,8	-	5,5	0,589		
0,9	-	6	0,593		
		6,5	0,596		
		7	0,598		
		7,5	0,6		
		8	0,602		
		9	0,604		
		10	0,606		

Fuente: Ref 2

A partir de las ecuaciones presentadas se podrá estimar en terreno la curva de descarga para cada una de las compuertas en mantención.

4 SIFON EL INGENIO

Respecto al sifón El Ingenio, este consultor ha realizado lo siguiente, según los requerimientos a nivel de prefactibilidad que este estudio ha sido encomendado:

- Inspección visual del sifón en la Etapa de Catastro, no observándose problemas asociados a la operación de las tuberías, como óxidos, filtraciones en juntas, hundimientos o deformaciones de la tubería. Es decir no se detectaron posibles problemas evidentes de la tubería.
- Se solicitó a asociación los siguientes antecedentes:
 - a) Planos de Construcción de Sifón.
 - b) Mejoramientos efectuados al Sifón.
 - c) Estudios realizados por Universidades o entidades privadas.

Sin embargo, estos antecedentes no han sido entregados. Es de suma relevancia disponer de esta información, ya que para diagnosticar el problema se debe tener antecedentes que permitan efectivamente corroborar lo señalado en términos cuantitativos y no cualitativos.

- Sin perjuicio de lo señalado, y atendiendo a que El sifón fue construido en 1931, es decir hace ya 80 años. Este Consultor ha considerado pertinente incluir como parte de los problemas asociados a la operación del canal el posible debilitamiento de las tuberías del sifón.

Para analizar el desgaste del sifón, se deben analizar las condiciones adversas que desafían la durabilidad del material que la compone. Estas condiciones son principalmente:

- a) Erosión (Abrasión).
- b) Corrosión.
- c) Efectos Ambientales o Climáticos, como temperaturas bajo cero, ciclos de congelamiento, o exposición a radiación ultravioleta.

A continuación se analizarán cada uno de estos efectos.

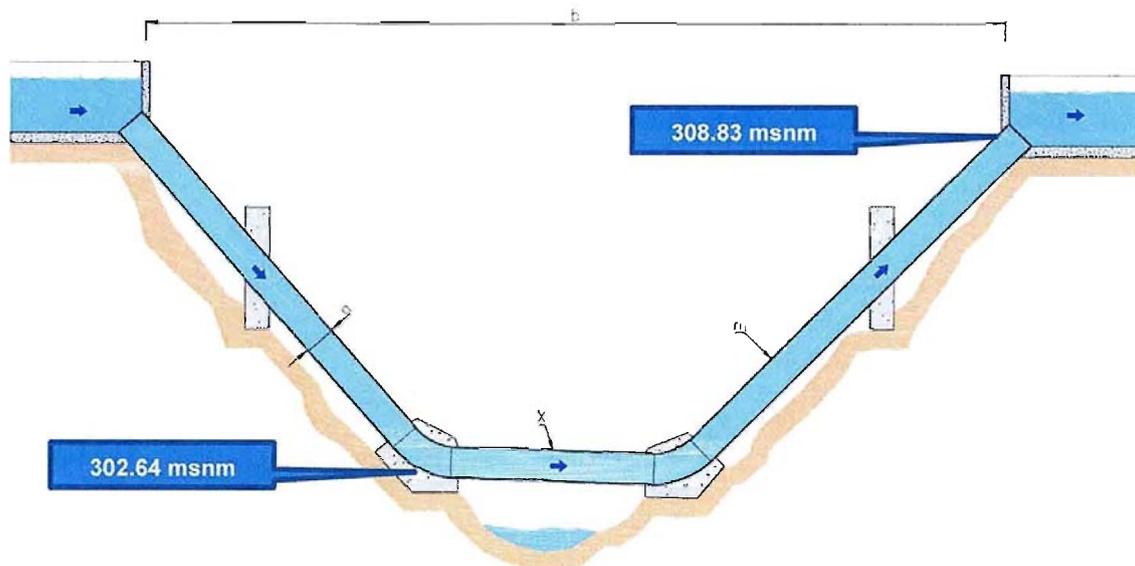


Figura 1.1: Esquema Sifón Ingenio

Erosión

La erosión se produce por la cantidad de piedras, gravilla y otros elementos abrasivos que podemos encontrar en el curso de agua. La velocidad que alcancen los materiales abrasivos es predecible, sin embargo, la frecuencia con que estos se encuentran presentes en el sistema es impredecible. Aun así se han realizado diversos estudios en laboratorio simulando lo anterior.

Por su parte, el Canal Villalón presenta una velocidad promedio en operación normal de 1.5 m/s (ver Anexo 5: "Análisis Hidráulico HecRas Canal Villalón") para los caudales de derecho y en la zona de sifón el Ingenio de 2 m/s (Tubería de Acero de diámetro 1600 mm, espesor sin datos), observándose presencia de sedimentos finos y gruesos en su trayecto.

Para medir el impacto por erosión, el Consejo de Investigación Saskatchewan ("Saskatchewan Research Council" o SRC por su sigla en inglés) llevó a cabo una investigación de laboratorio con diversos materiales para cuantificar el grado de desgaste que se podría esperar de sedimentos de arenas gruesas y finas.

Básicamente el SRC comparó una serie de tuberías de 2 pulgadas (50mm) de diámetro incluyendo polietileno, acero y aluminio. Los abrasivos contemplaban arena gruesa (malla 30) y arena fina (malla 48). Cada uno fue utilizado en un 40% en peso de la mezcla y aplicado a temperatura y velocidad controladas en un sistema cerrado. La prueba duró 3 semanas a 4,6 m/s y 6 semanas a 2,1 m/s.

Se asumió que el desgaste se distribuía en forma pareja en la superficie interior de la tubería. Los resultados del estudio para velocidades de 4,6 m/s fueron

extrapoladas para obtener tasas de desgaste anual. En la siguiente Tabla se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 1.1: Tasas de Desgaste del Saskatchewan Research Council

MATERIAL	Tasas de desgaste (mm/año)			
	Arena Gruesa (malla 30)		Arena Fina (malla 48)	
	@ 7 ft/s (2,1 m/s)	@ 15 fps (4,6 m/s)	@ 7 ft/s (2,1 m/s)	@ 15 fps (4,6 m/s)
Acero	0,65	1,81	0,04	0,02
Aluminio	1,81	7,48	0,14	0,86
Polietileno	0,06	0,46	0	0,06

Luego, si se considera que el ducto de acero del sifón Ingenio tendrá solicitaciones asociadas a velocidades máximas de 2.1 m/s, entonces en 83 años (fue construido en 1931), se ha tenido un desgaste máximo de **53,95 mm**. Dado el diámetro de la tubería de acero (1600 mm), esta tubería debería tener un espesor teórico de al menos 60 mm. Por lo que el espesor que se tiene no corresponde al de diseño y se recomienda a la brevedad realizar el cambio de material correspondiente.

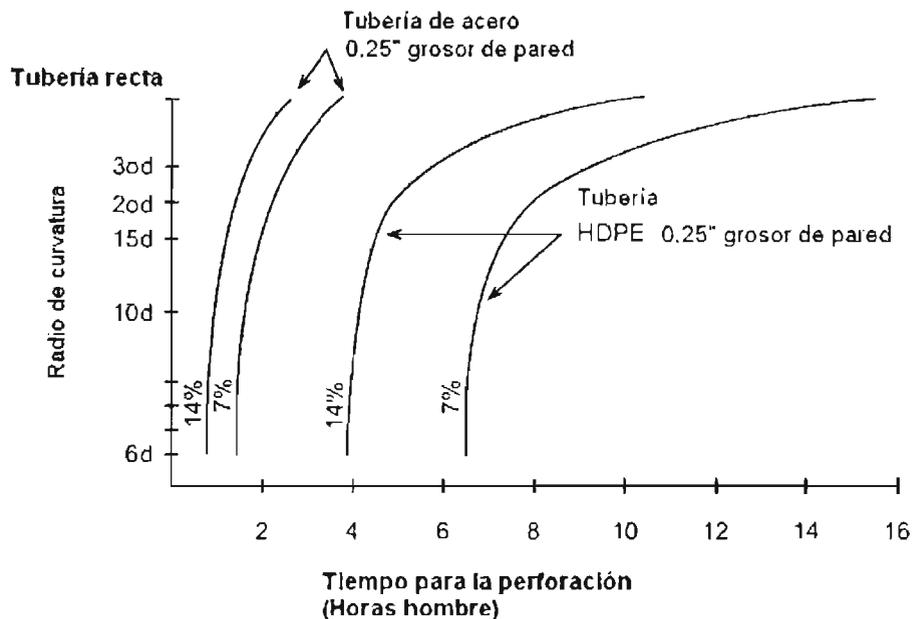


Fotografía 1.1: Entrada Sifón Ingenio

Por otra parte, pruebas realizadas por Schreiber y Hocheimer para determinar los efectos de las curvas en las tasas de desgaste relativas, indican una resistencia al

desgaste para el HDPE aproximadamente cuatro veces mejor que la del acero. Estas pruebas fueron conducidas con mezclas de 7% y 14% en volumen de arena de cuarzo en agua, a una velocidad promedio de escurrimiento de 23 ft/s (7 m/s). Por lo que se recomienda a futuro cambiar el material de Acero a HDPE para este Sifón. La figura muestra los resultados de este estudio:

Resistencia a la abrasión de Tubos y Curvas para HDPE y Metal Corrugado (CMP)⁵



Corrosión

La Corrosión se produce por el agua que contiene altas concentraciones de sólidos, sales, aceite de motor, combustibles, y otros compuestos que han sido acumulados en la superficie del suelo desde la lluvia anterior. La concentración de contaminantes es alta en el primer flujo y va disminuyendo a medida que transcurre la lluvia o tormenta.

En el caso del canal Villalón no se visualizan problemas de este tipo a lo largo de su recorrido.

Efectos Ambientales o Climáticos

Para la zona en estudio del Canal Villalón no se presentan problemas climáticos de envergadura que

- Por tanto, en el contexto señalado, se ha incluido como parte de las soluciones posibles, el desarrollo de un estudio específico de rehabilitación del sifón, que considere como parte de sus alcances, lo siguiente:
 - ✓ Realizar una revisión específica del estado actual de sus espesores mediante el scanner ultrasónico lineal, de modo de determinar en toda su longitud los tramos en que necesitan mejoramientos o reemplazos parciales o totales de la tubería.
 - ✓ Definir a partir de dicho estudio, los tramos de tubería que presentan problemas estructurales debido a su reducción de espesor. A partir de este análisis definir soluciones posibles para cada tramo, o en caso de ser necesario el reemplazo total del sifón. La envergadura de esta obra requiere un análisis específico como el antes descrito.

5 CUBICACIONES

El listado de partidas necesarias para la mantención y/o mejoramiento de las obras en estado deficiente del canal Villalón se indican en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Cubicaciones Mantención de Obras Canal Villalón

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final
1	OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO				
1,1	MANTENCIÓN DE OBRAS				
1.1.2	Mantención compuertas				
	Reemplazo sistema compuerta 0,2x2,0 m	un	1	1	1
	Reemplazo sistema compuerta 0,3x2,2 m	un	1	1	1
	Reemplazo sistema compuerta 1,0x2,2 m	un	1	1	1
	Reemplazo sistema compuerta 1,0x2,6 m	un	1	1	1
	Reemplazo sistema compuerta 0,6x1,8 m	un	1	1	1
1.1.3	Sellos de fondo				
	Excavación abierta mat. Común	m ³	21	1,1	24
	Hormigón H-25	m ³	20	1,1	21
	Enfierradura (50 Kg/m ³)	kg	975	1,1	1.073
1.1.3	Reperfilamiento				
	Excavación abierta mat. Común	m ³	15510	1,1	17.061
	Retiro Excedentes	m ³	15510	1,1	17.061
1.1.3	Sifón Ingenio				
	Estudio Espesor y estado Tubería Sifon	un	1	1,1	1

; FC: Factor de Corrección

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-2000-GE-MEC-001_C

ANEXO 14.1.2 - ESTABILIDAD GEOTÉCNICA DEL CANAL VILLALÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	L. Sandía / R. Arellano	C. Sandoval	P. Zuñiga	Coordinación Interna
	Fecha	05.11.14	07.11.14	07.11.14	
B	Nombre Firma	L. Sandía / R. Arellano	C. Sandoval	P. Zuñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.14	11.11.14	11.11.14	
C	Nombre Firma	L. Sandía / R. Arellano	C. Sandoval	P. Zuñiga	
	Fecha	10.07.15	10.07.15	10.07.15	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 14.1.2 - ESTABILIDAD GEOTÉCNICA DEL CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	OBJETIVOS.....	4
3	PORTAL DE ENTRADA TÚNEL 4 CANAL VILLALON.....	4
3.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
3.2	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	6
3.2.1	Construcción de barrera con gaviones.....	6
3.2.1.1	<i>Diseño</i>	6
3.2.1.2	<i>Cubicaciones</i>	7
3.2.2	Construcción de barrera con malla de acero y pilares.....	7
3.2.2.1	<i>Diseño</i>	7
3.2.2.2	<i>Cubicaciones</i>	8
4	PORTAL DE SALIDA TÚNEL 4 CANAL VILLALON.....	9
4.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
4.2	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	10
4.2.1	Reparación de Fisura.....	10
4.2.1.1	<i>Diseño Alternativa</i>	10
4.2.1.2	<i>Cubicaciones</i>	12
5	CONCLUSIONES.....	13
5.1	PORTAL DE ENTRADA TÚNEL 4.....	13
5.2	PORTAL DE SALIDA TÚNEL 4.....	13
5.3	RECOMENDACIONES.....	13

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Cubicaciones Alternativa 1.....	7
Tabla 3-2: Cubicaciones Alternativa 2.....	8
Tabla 4-1: Cubicaciones Alternativa 1.....	12

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1: Localización del túnel 4 Villalón entre el río Hurtado y la quebrada El Ingenio. Se indica en trazos azules sentido del flujo.	5
Figura 3-2: Geometría de estructura metálica gavión.....	6
Figura 3-3: Geometría de cerco de protección.....	7

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1: Vista del sector del portal de entrada del túnel 4 Villalón.	5
Fotografía 4-1: Vista del portal de salida del túnel 4 Villalón.	9
Fotografía 4-2: Detalle de la fractura a reparar.	9
Fotografía 4-3: Fisura en el portal de salida del túnel 4, canal Villalón.....	10
Fotografía 4-4: Aplicación de Masilla epóxica para posteriormente inyectar Resina.	11
Fotografía 5-1: Desprendimientos sector Quebrada El Ingenio.....	14
Fotografía 5-2: Desprendimientos sector Cerrillos de Tamaya.....	14

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Mejoramiento canales Bellavista , Villalón y Buzeta”, ARCADIS Chile ha realizado un levantamiento de los problemas de vulnerabilidad física que afectan al canal Villalón, 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 Villalón en su trazado, específicamente en los portales de entrada y salida del túnel 4, para luego 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 a modo de ingeniería de pre-factibilidad, 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. Dado el carácter preliminar del diseño de las obras no se contempla realizar el cálculo estructural de éstas y en ningún caso con la información y grado de detalle entregado podrán usarse para la construcción de las mismas.

3 PORTAL DE ENTRADA TÚNEL 4 CANAL VILLALON

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El túnel 4 Villalón (Figura 3-1) se excavó en suelo compuesto por gravas arenosas fluviales de la Formación Confluencia del Mioceno–Plioceno. Estos suelos se encuentran medianamente litificados por lo que son sensibles a la erosión producida por precipitaciones intensas las cuales disgregan la matriz arenosa de las gravas liberando material que es transportado por una pequeña quebradilla hacia la zona del portal de entrada del túnel (Fotografía 3-1).

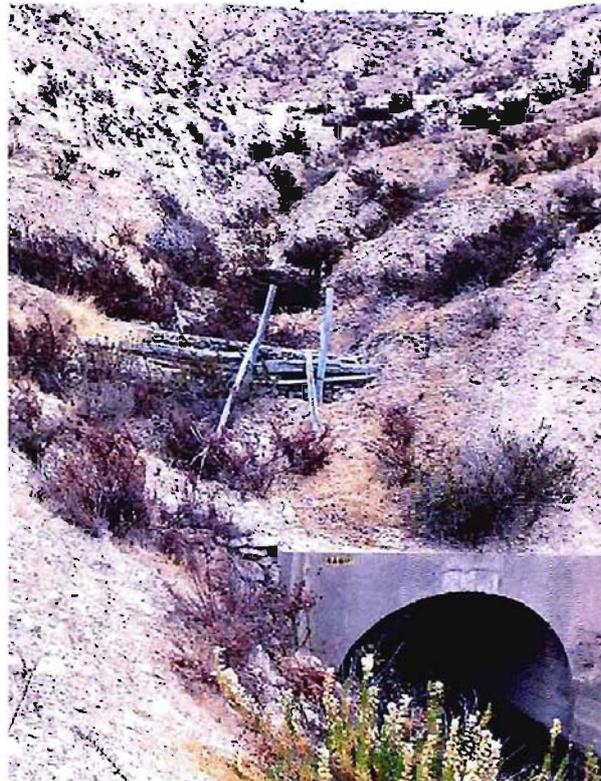
Este fenómeno ya fue considerado en su oportunidad, anteriormente, y para evitar la caída de material hacia el portal, se construyó artesanalmente una barrera compuesta por bloques de piedra, maderas y alambre (Fotografía 3-1). Actualmente dicha barrera se encuentra en mal estado y ya no es funcional.

Se hace necesario por tanto, mejorar la protección del portal mediante una alternativa de solución de mayor durabilidad que la antes mencionada.

Figura 3-1: Localización del túnel 4 Villalón entre el río Hurtado y la quebrada El Ingenio. Se indica en trazos azules sentido del flujo.



Fotografía 3-1: Vista del sector del portal de entrada del túnel 4 Villalón.



3.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para el análisis de las alternativas de solución del mejoramiento de la protección del portal de entrada del túnel 4 Villalón y dadas las condiciones del terreno, se han evaluado las siguientes alternativas de solución:

- Alternativa 1: Construcción de barrera con gaviones.
- Alternativa 2: Construcción de barrera con malla de acero y pilares

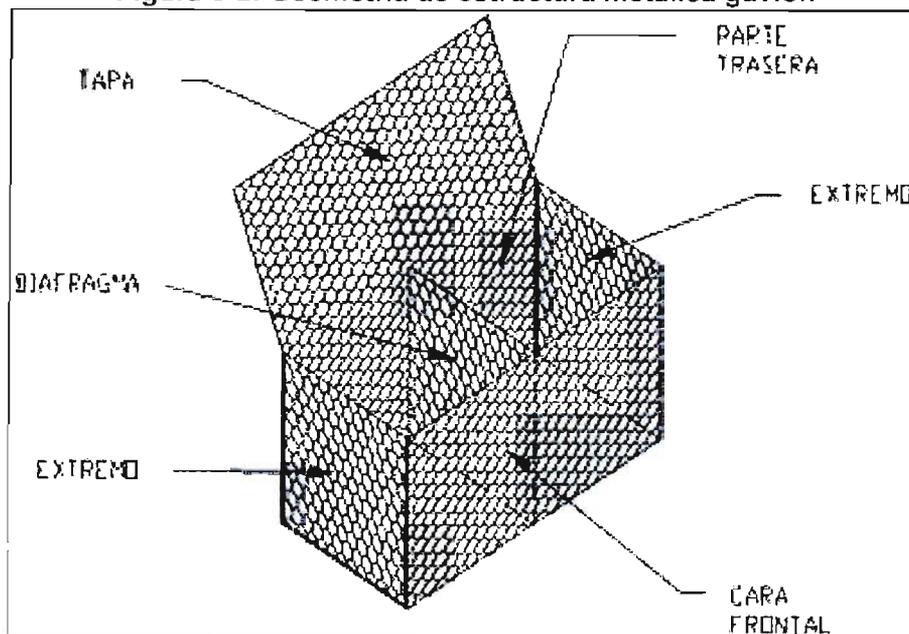
3.2.1 Construcción de barrera con gaviones.

Esta alternativa considera la construcción de un muro con gaviones, el cual consiste en un enrejado de forma prismática rectangular, rellena de rocas y de malla metálica. Dicho muro de gavión deberá ser dispuesto aguas arriba de la clave del túnel para protección y evitar la caída y transporte de material suelto proveniente desde la quebrada durante las precipitaciones.

3.2.1.1 Diseño

El gavión como alternativa de solución considera una longitud aproximada de 6 m y una sección transversal de 1m x 1m. A continuación, en Figura 3-2 se muestra un detalle de la estructura metálica que deberá ser rellena con rocas para conformación del gavión.

Figura 3-2: Geometría de estructura metálica gavión



3.2.1.2 Cubicaciones

En la Tabla 3-1 se resume la cubicación y costo asociados a los gaviones:

Tabla 3-1: Cubicaciones Alternativa 1

Ítem	Unidad	Cantidad
Mallas Gavión	m ²	36
Rocas de relleno	m ³	6

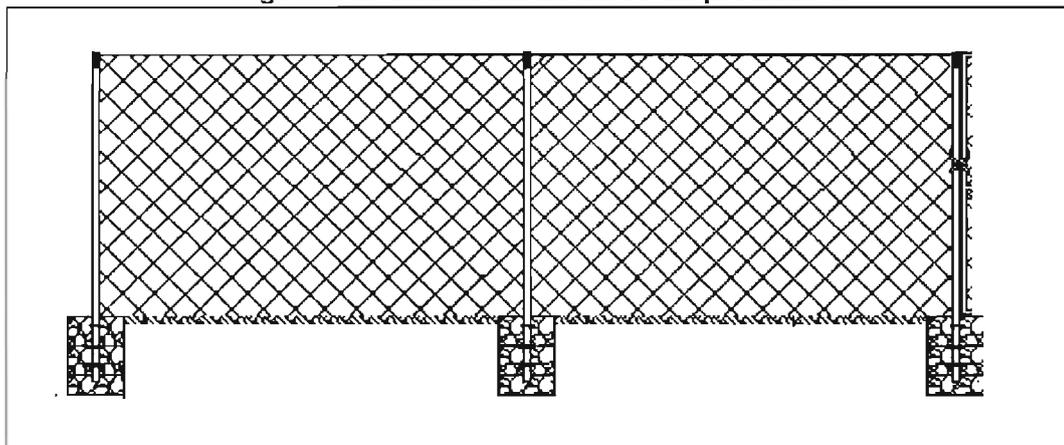
3.2.2 Construcción de barrera con malla de acero y pilares

Esta alternativa considera la construcción de una malla de protección con postes de acero (perfil tubular). Dicha malla de protección deberá ser dispuesta aguas arriba de la clave del túnel para protección y evitar la caída y transporte de material suelto proveniente desde la quebrada durante las precipitaciones.

3.2.2.1 Diseño

El cerco de protección como alternativa de solución considera una longitud aproximada de 6 m y una altura de 1 m de postes de hormigón y malla. Los postes se deberán colocar cada 1 m de separación y deberán ser fundados en poyos de hormigón cúbicos de 50 cm de arista. A continuación, en Figura 3-3 se muestra un detalle del cerco de protección.

Figura 3-3: Geometría de cerco de protección



3.2.2.2 Cubicaciones

En la Tabla 3-2 se resume la cubicación y costo asociados al cerco de protección

Tabla 3-2: Cubicaciones Alternativa 2

Ítem	Unidad	Cantidad
Malla galvanizada	m ²	6
Pilares h=1m (tira 6 metros)	gl	2
Hormigón H-25 (poyos) (50x50x50cm)	m ³	0,125

4 PORTAL DE SALIDA TÚNEL 4 CANAL VILLALON

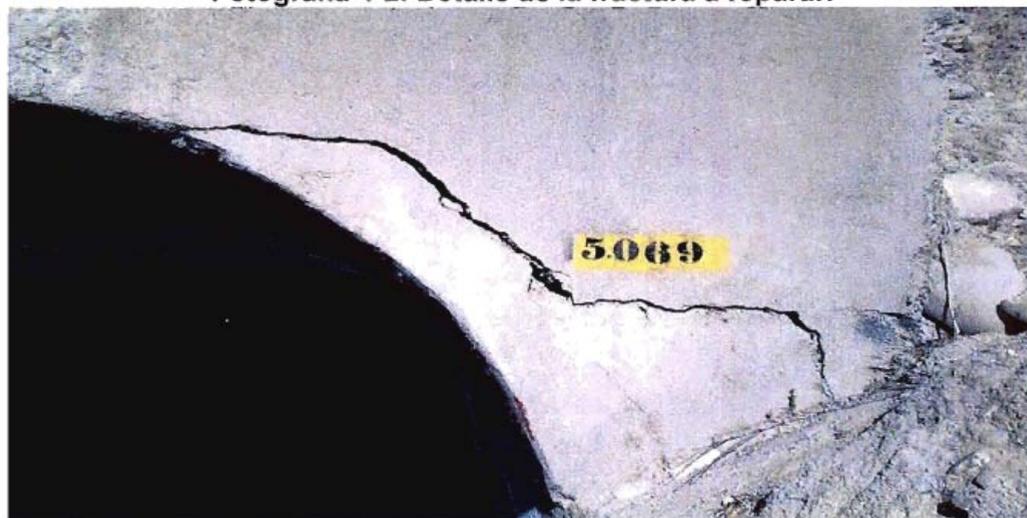
4.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El portal de salida del túnel 4 Villalón (Fotografía 4-1) presenta, entre la pared y la bóveda del muro del lado izquierdo, una fractura con desplazamiento (Fotografía 4-2) que hace necesaria su intervención con el objetivo de mejorar la estabilidad de este.

Fotografía 4-1: Vista del portal de salida del túnel 4 Villalón.



Fotografía 4-2: Detalle de la fractura a reparar.



4.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El análisis de las alternativas de solución para el mejoramiento del portal de salida del túnel 4 Villalón ha permitido considerar que la única alternativa viable es el relleno o infiltración de la grieta o fisura mediante inyección de lechada con aditivo, por lo que solo se ha evaluado ésta.

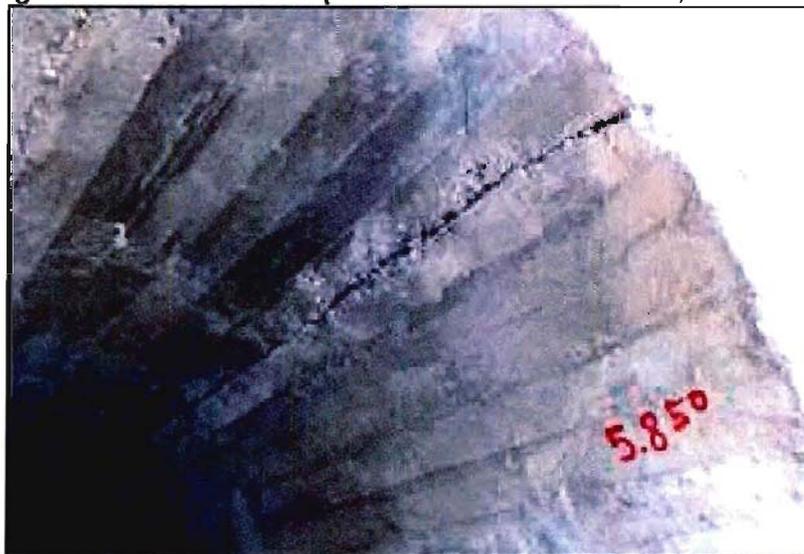
4.2.1 Reparación de Fisura.

4.2.1.1 *Diseño Alternativa*

En el portal de salida del túnel 4 del canal Villalón, se identifica una fisura en el hormigón que forma parte de la bóveda y se proyecta hasta 3 metros dentro del túnel, por lo que se recomienda sanear esta fisura mediante una inyección de resina epóxica o lechada de cemento. El objetivo de esta reparación es restaurar la integridad estructural y resistencia a la penetración de humedad del hormigón.

Para esta alternativa las inyecciones deberán ejecutarse con algún tipo de suspensión epóxica (Sikadur o alternativa) o cementicia suficientemente fina para sellar fisuras y grietas de ancho reducido y, eventualmente también, mediante el empleo adicional de morteros más gruesos. En caso de utilizarse suspensión cementicia, se podrá incorporar un aditivo acelerante de fraguado, siempre que este no afecte a la resistencia final. En general, se deberá incorporar algún aditivo expansor capaz de compensar el efecto de retracción por fraguado.

Fotografía 4-3: Fisura en el portal de salida del túnel 4, canal Villalón



4.2.1.1.1 Equipos para Inyecciones

El equipamiento provisto para actividades de inyección deberá incluir mezcladoras, bombas de inyección, equipos o dispositivos de registro, depósitos o recipientes reguladores, obturadores o packers, tuberías de inyección provistas con válvulas manchette, caños o lanzas de inyección, accesorios y dispositivos auxiliares varios. Los equipos deberán ser mantenidos satisfactoriamente de manera de asegurar un trabajo continuo y eficiente de todo tipo de actividad de inyección.

4.2.1.1.2 Ejecución de las Inyecciones

- 1) Se limpia la fisura o grieta con aire comprimido, retirando además todo material suelto con punzón metálico (no se debe picar).
- 2) Se instalan boquillas de inyección a una distancia no mayor de 30 cm en el muro a inyectar.
- 3) Se sella con masilla epóxica la grieta con Sikadur 31(Sika), Baupox 31(Bautek) o Concesive 1490(BASF).
- 4) Se inyecta a presión la resina epóxica: Sikadur 52 (Sika), Baupox 52 (Bautek) o Epofil (BASF)
- 5) Se inyecta a presión baja y constante partiendo de la boquilla que está ubicada en la posición inferior hasta saturarla y que rebalse la boquilla superior.
- 6) Una vez que rebalse la boquilla superior, se sella con masilla epóxica, y se continua inyectando por la boquilla que ha sido rebalsada y así sucesivamente hasta completar todo el trabajo de extensión de la fisura.
- 7) Las fisuras deben estar secas y el rango de temperatura ambiente y del hormigón debe ser mayor a 10°C e inferior a 25°C.
- 8) Este trabajo debe ser efectuado por personal idóneo, responsable y que tenga experiencia en el manejo de los equipos, instalación de boquillas y uso del material.

Fotografía 4-4: Aplicación de Masilla epóxica para posteriormente inyectar Resina.



4.2.1.2 Cubicaciones

En la Tabla 4-1 se resumen la cubicación de la única alternativa viable, que corresponde a rellenar la fisura mediante lechada.

Tabla 4-1: Cubicaciones Alternativa 1

Ítem	Unidad	Cantidad
Sikadur 31	kg	15
Sikadur 52	kg	50

5 CONCLUSIONES

5.1 PORTAL DE ENTRADA TÚNEL 4

Para el caso del portal de entrada donde se produce el arrastre y caída de material desde el cerro se propone mejorar la barrera que actualmente se encuentra por un diseño más confiable. Se evaluaron 2 alternativas para rehacer esta barrera, la primera es el uso de gaviones, que considera la utilización de materiales locales para el armado de los gaviones. La segunda alternativa es la construcción de una barrera de malla de acero con pilares. Desde el punto de vista económico ambas alternativas presenta el mismo costo total (inversión más operación), por lo que la decisión final dependerá de otros factores, como por ejemplo, la disponibilidad de los materiales para la construcción.

No obstante, para efectos de considerar una alternativa única para este problema se considerará la implementación de una barrera de gaviones pues se estima que requiere menos mantención que la malla de acero.

5.2 PORTAL DE SALIDA TÚNEL 4

Para el caso del portal de salida, donde se ha identificado una fractura entre la pared y la bóveda del muro del lado izquierdo, se ha propuesto como única alternativa la reparación de esta fractura mediante la inyección de lechada de cemento o resina epóxica, tal como se ha detallado en la sección 4.2.1.

5.3 RECOMENDACIONES

A lo largo del trazado del canal, se observan desprendimientos superficiales asociados a escurrimientos producto de la erosión a través de aguas lluvias en los taludes a cerro. Estos desprendimientos no comprometen el funcionamiento ni la operación del canal. A continuación, en la Fotografía 5-1 y la Fotografía 5-2 se presentan ejemplos de este tipo de desprendimientos.

Fotografía 5-1: Desprendimientos sector Quebrada El Ingenio



Fotografía 5-2: Desprendimientos sector Cerrillos de Tamaya



Estos desprendimientos pueden ser manejados mediante mantenciones periódicas anuales y en el caso de algún evento sísmico o lluvias de gran intensidad, se sugiere verificar el correcto funcionamiento de las obras mediante una mantención adicional en los días próximos al suceso.

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-2000-IH-MEC-007-C

**ANEXO 14.1.3 - MEMORIA DE CÁLCULO REDUCCIÓN DE
PÉRDIDAS CANAL VILLALÓN**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre y Firma	D. Arce	P. Muñoz / P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	07.11.14	07.11.14	07.11.14	
B	Nombre y 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 y Firma	D. Arce/J. Garza	P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	13.07.15	13.07.15	13.07.15	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 14.1.3 - MEMORIA DE CÁLCULO REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	INTRODUCCIÓN GENERAL	3
1.2	OBJETIVOS.....	3
1.3	ANTECEDENTES GENERALES	3
2	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	4
3	ANÁLISIS DE COSTO DE ALTERNATIVAS DE REVESTIMIENTO EN CANAL VILLALÓN.....	5
4	EVALUACIÓN DE COSTOS	7

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1-1	Revestimientos existentes en el canal Villalón	4
Tabla 3-1	Parámetros variables según alternativa de revestimiento	6
Tabla 3-2	Cubicaciones alternativas de revestimientos en 10 km	6
Tabla 4-1	Tabla de Costos Alternativas de revestimiento escenario 10 km.....	7
Tabla 4-2	Costos totales en valor presente para escenario de revestimiento 10 km	8

1 INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Como parte de los estudios realizados para el proyecto “Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta”, se encuentra la identificación de los tramos con mayores pérdidas de caudal en cada uno de los canales indicados, además del análisis de alternativas de revestimiento que permitan la reducción de dichas pérdidas.

El canal Villalón ubicado en la provincia del Limarí, región de Coquimbo, se alimenta de las aguas entregadas por el embalse Recoleta, embalse que presenta bajos volúmenes de almacenamiento de aguas debido a la prolongada sequía que afecta a la zona donde se ubica dicho embalse, motivo por el cual el canal no posee agua de forma constante.

En función de lo antes indicado, no fue posible realizar labores de aforo de caudal en el canal, por lo que la identificación de los tramos con mayores pérdidas no fue posible. Ante la falta de la información de los aforos, se ha definido analizar el tipo de revestimiento a incluir en el canal desde un punto de vista netamente económico, análisis que se resumen en el presente informe.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo se listan a continuación:

- Evaluar técnica y económicamente las alternativas de revestimiento y entubamiento.
- Diseñar, a nivel de prefactibilidad, los tramos donde se proponen obras de mejoramiento.

1.3 ANTECEDENTES GENERALES

El canal Villalón presenta un caudal de derecho en bocatoma de 6,5 m³/s, el cual va disminuyendo en la medida que se extraen los caudales para regadío. Sin embargo, no se dispone de información de los puntos de extracción de cada uno de los derechos, por lo tanto no puede conocerse el caudal pasante a lo largo del canal.

Como ya se indicó, por la condición de sequía en la que se encuentra la zona de estudio no fue posible la ejecución de la campaña de aforos. Según lo indicado por la Administración del Embalse Recoleta, los periodos de riego se limitan a una entrega de agua cada 18 días, por lo que el canal se encuentra sin el recurso hídrico, imposibilitando los trabajos de aforo.

Por otra parte, de la información recopilada en terreno, el canal Villalón posee un total de 40,8 km de revestimiento de algún tipo, por lo que los tramos sin revestir alcanzan los 6,1 km de canal. Sin embargo, tomando en consideración que algunos tramos presentan una sola ribera revestida, estas longitudes pueden ser divididas en 2 a modo de considerar una “longitud

efectiva" de revestimiento. Bajo este criterio, la longitud revestida alcanza los 20,75 km y los tramos potenciales a revestir ascienden a 22,27 km.

En la Tabla 1-1 se muestra el análisis anterior, donde se considera la longitud total existente con revestimientos, y la longitud efectiva que toma en cuenta la gran cantidad de tramos donde se ha revestido solamente una ribera.

Tabla 1-1 Revestimientos existentes en el canal Villalón

Longitud	Hormigón	Enrocado	Geomembrana	Mampostería	Shotcrete	Otras obras*	Suma
	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)
Total	17,74	0,11	2,14	11,59	5,21	4,059	40,85
Efectiva	10,83	0,11	2,14	5,16	2,52	-	20,75

*: Otras Obras corresponden a túneles, sifones y alcantarillas existentes.

2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Debido a la imposibilidad de estimar el porcentaje de pérdidas en cada tramo de canal, se realizó únicamente una evaluación técnico-económica de distintas alternativas de revestimiento, definiéndose el tipo de revestimiento óptimo para el canal, considerando una longitud arbitraria de 10 km. La distribución de estos revestimientos no pudo ser definida en el presente estudio por los motivos antes indicados, sin embargo es claro que las zonas del canal actualmente revestidas y aquellas zonas en las que el canal se encuentra excavado en roca, no serán prioritarias en este análisis.

En el canal Villalón, se han evaluado 5 alternativas de revestimiento y una alternativa de entubamiento: hormigón, mantas de hormigón, shotcrete, mampostería, geomembrana y tubería de HPDE o PEAD. La Figura 2-1 muestra las alternativas a evaluar.

Con la longitud de revestimiento de 10 km adoptada, se calcularon las cubicaciones asociadas a cada alternativa.

Luego, con las cubicaciones se estimó el costo total de cada alternativa a modo de contrastar las opciones en términos económicos. Dentro de este análisis de costos se ha considerado el reemplazo de parte de los revestimientos por desgaste en función de la vida útil de cada tipo de revestimiento, además del porcentaje de impermeabilización que otorgan al canal, considerado como un beneficio económico al proyecto. Finalmente, para escoger la alternativa se evalúan las opciones de menor costo y mayor vida útil.

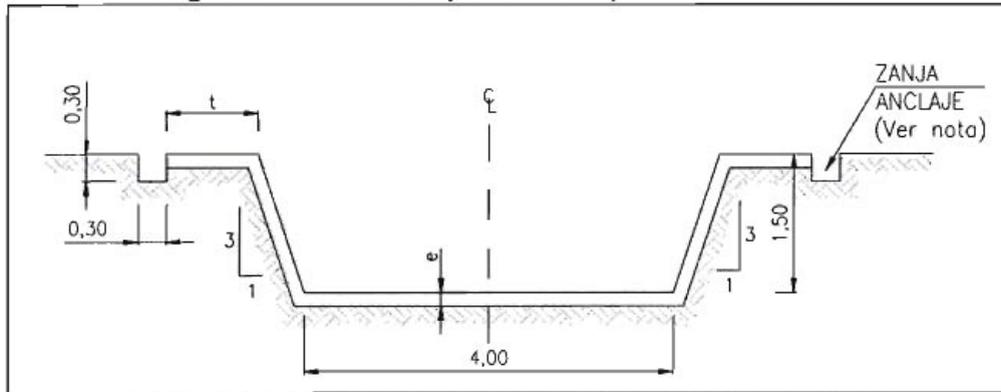
Figura 2-1: Alternativas para reducción de pérdidas por infiltración



3 ANÁLISIS DE COSTO DE ALTERNATIVAS DE REVESTIMIENTO EN CANAL VILLALÓN

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. La geometría de la sección tipo se presenta en la Figura 3-1. La Tabla 3-1 muestra los parámetros variables para cada alternativa de revestimiento.

Figura 3-1: Sección tipo de canal para revestimiento



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

Tabla 3-1 Parámetros variables según alternativa de revestimiento

Tipo de Revestimiento	Unidad	Sobreebanco 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 3-1, se estimaron las cubicaciones de cada revestimiento para una longitud de 10 km de canal, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2 Cubicaciones alternativas de revestimientos en 10 km

Partida	Valor	Unidad
Mampostería	15.125	m ³
Hormigón	7.162	m ³
Shotcrete	6.050	m ²
Manta de hormigón	71.623	m ²
Geomembrana*	99.623	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 consideró que la relación entre la altura de escurrimiento y el diámetro de la tubería es $h/D = 0,7$ para lo cual se adoptaron diámetros de 1.600 mm, 1.800 mm, 2.000 mm y 3.000 mm para el análisis.

4 EVALUACIÓN DE COSTOS

El costo de las distintas alternativas de revestimiento del canal se indican la Tabla 4-1.

Tabla 4-1 Tabla de Costos Alternativas de revestimiento escenario 10 km

Alternativa	Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Mampostería de piedra						891.459.024
Mampostería de piedra	m ³	15125	1,1	16.637	51.021	848.832.405
Excavación abierta mat. Común	m ³	15125	1,1	16.637	2.562	42.626.619
Revestimiento en hormigón						2.468.712.961
Hormigón H-25	m ³	7562	1,1	8.319	175.185	1.457.273.966
Emplantillado H-5	m ³	3781	1,2	4.537	119.892	543.995.272
Enfierradura (50 Kg/m ³)	kg	378114	1,1	415.925	1.047	435.473.759
Excavación abierta mat. Común	m ³	11343	1,1	12.478	2.562	31.969.964
Mantas de hormigón						3.685.258.192
Mantas de hormigón	m ²	71623	1,1	78.785	46.648	3.675.165.211
Excavación abierta mat. Común	m ³	3581	1,1	3.939	2.562	10.092.980
Shotcrete						1.039.498.374
Shotcrete e=80 mm	m ³	6050	1,1	6.655	153.000	1.018.185.064
Excavación abierta mat. Común	m ³	7562	1,1	8.319	2.562	21.313.309
Geomembrana HDPE						544.228.693
Geomembrana	m ²	99623	1,1	109.585	4.838	530.172.493
Zanja Geomembrana	m ³	900	1,2	1.080	13.015	14.056.200
Tubería HDPE 3000 mm (e=74 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	1.507.403	16.581.435.529
Tubería HDPE 2000 mm (e=50 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	679.231	7.471.544.874
Tubería HDPE 1800 mm (e=45 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	550.177	6.051.951.348
Tubería HDPE 1600 mm (e=40 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	434.708	4.781.788.719

Nota: Valor del dólar 1USD = 589,72 CLP, con fecha 10-11-2014. Fuente: Banco Central

De la tabla anterior, es posible deducir que la geomembrana presenta los menores costos a nivel de inversión, seguido de la mampostería de piedra.

Por otra parte, al incorporar los costos de mantención y/o renovación de las alternativas de revestimiento, y efectuar estimar los costos totales en valor presente considerando un horizonte de 30 años y una tasa de descuento del 12%, se obtienen los resultados presentados en la Tabla 4-2, donde además se incorporan la renovación de los revestimientos en base a su vida útil.

Tabla 4-2 Costos totales en valor presente para escenario de revestimiento 10 km

Mantenición	Vida útil	Porcentaje de Renovación	Costo inicial	Renovación	Actualizado
	(años)	(%)	\$ CLP	\$ CLP	\$ CLP
Mampostería	5	30	891.459.024	267.437.707	1.230.560.503
Hormigón	20	10	2.468.712.961	246.871.296	2.494.305.310
Mantas de Hormigón	10	20	3.685.258.192	737.051.638	4.023.578.106
Shotcrete	10	30	1.039.498.374	311.849.512	1.236.863.874
Geomembrana	3	70	544.228.693	380.960.085	1.453.635.866
Tubería HDPE 3000 mm	30	10	16.581.435.529	1.658.143.553	18.239.579.082
Tubería HDPE 2000 mm	30	10	7.471.544.874	747.154.487	7.496.483.339
Tubería HDPE 1800 mm	30	10	6.051.951.348	605.195.135	6.072.151.505
Tubería HDPE 1600 mm	30	10	4.781.788.719	478.178.872	4.797.749.337

Nota: Valor del dólar 1USD = 589,72 CLP, con fecha 10-11-2014. Fuente: Banco Central

De lo anterior se concluye que las obras que presentan un menor costo total corresponden a la solución de mampostería de piedra y Shotcrete.

Finalmente se optó por la solución de mampostería de piedra.

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-2000-IH-MEC-008_0

ANEXO 14.1.4 - CRUCE DE QUEBRADAS CANAL VILLALÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	F. De la Fuente	P. Muñoz/ P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	07.11.14	07.11.14	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	F. De la Fuente	P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	20.07.15	20.07.15	20.07.15	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 14.1.4 - CRUCE DE QUEBRADAS CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	OBJETIVOS.....	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	ÁREA DE ESTUDIO	3
2	ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES	4
2.1	ESTUDIO HIDROLÓGICO VILLALÓN.....	4
2.2	ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL VILLALÓN	6
3	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS QUEBRADAS LATERALES	7

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1. Caudales Afluentes al Canal Villalón.....	4
--	---

LISTADO DE TABLAS

Figura 2-1. Quebradas aportantes al canal Villalón.....	5
Figura 2-2: Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años.....	6

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 Villalón. Dichos cruces de quebradas fueron identificados en el estudio hidrológico de la zona del mismo canal, para el cual se definieron 14 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 Villalón.

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 III. 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 Villalón se ubica en la cuenca del río Limarí, en la IV región. Esta hoya hidrográfica se encuentra entre los valles de los ríos Elqui por el norte y Choapa por el sur, abarcando una superficie aproximada de 11.800 km².

El canal Villalón nace a 2 km aguas abajo del embalse Recoleta, el cual abarca tres subcuencas: río Hurtado, río Limarí y Quebrada Camarones.

El abastecimiento de agua del canal Villalón se encuentra netamente regulado por el embalse Recoleta, el cual comenzó a operar a fines del año 1934 y presenta una capacidad de 100 millones de m³. Esta obra se abastece de las escorrentías del río Hurtado y el río Higuierillas.

2 ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES

2.1 ESTUDIO HIDROLÓGICO VILLALÓN

En el estudio hidrológico realizado para la zona del canal Villalón dentro del contexto de estudio "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", se identificaron 14 quebradas laterales aportantes al canal Villalón y se realizó la estimación de caudales afluentes para cada una de ellas.

El resumen de la identificación de las 14 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 Villalón

Código	Km	A (km ²)	T=2 años
			Q (m ³ /s)
MC Q01	27,50	0,05	0,05
MC Q02	27,81	0,30	0,26
MC Q03	28,68	0,15	0,16
MC Q04	28,95	0,31	0,26
MC Q05	29,10	0,04	0,04
MC Q06	29,49	0,03	0,04
MC Q07-08	30,31	0,17	0,15
MC Q09	31,01	0,06	0,06
MC Q10	34,79	0,15	0,12
MC Q11	35,56	0,06	0,06
MC Q12	36,41	0,06	0,07
MC Q13	36,93	0,30	0,26
MC Q14	39,09	0,18	0,19

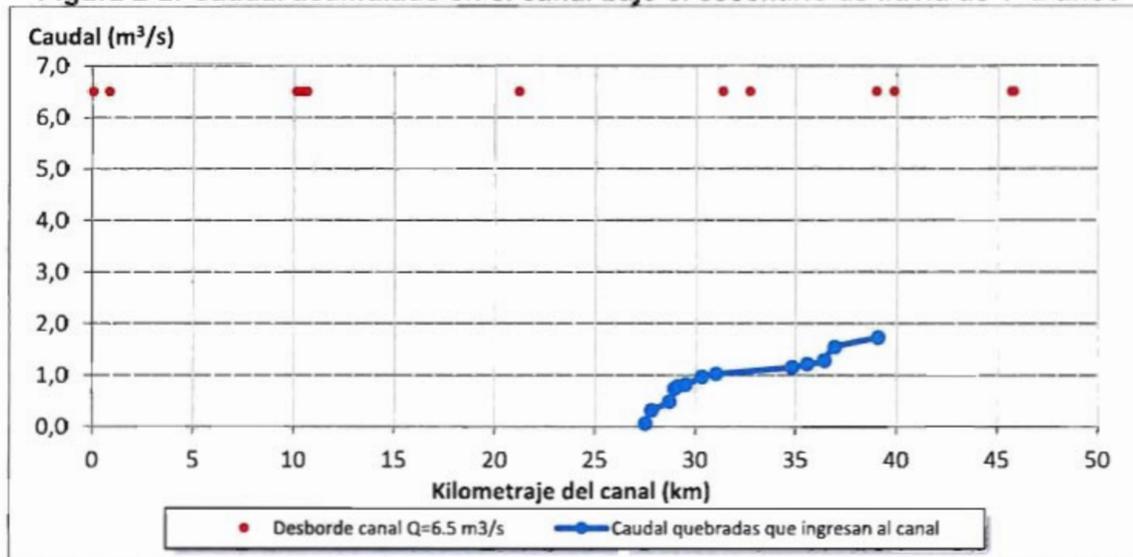
Figura 2-1. Quebradas aportantes al canal Villalón



2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO CANAL VILLALÓN

En el análisis hidráulico del Canal Villalón se modelaron los niveles de escurrimiento en el canal para el caudal de derecho de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$. De este análisis, se identificaron aquellas secciones críticas donde se produce desbordes. En la Figura 2-2 además se indica el comportamiento de los caudales acumulados de las quebradas aportantes al canal, bajo condiciones de lluvias de 2 años de periodo de retorno.

Figura 2-2: Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años



Se observa que el canal tiene una capacidad máxima de escurrimiento de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en casi la totalidad de su recorrido y que el caudal acumulado en el canal a partir de las quebradas laterales alcanza un caudal máximo de menos de $2 \text{ m}^3/\text{s}$. La modelación se efectuó sin considerar el caudal base del canal, dado que para eventos de crecidas se cierra la bocatoma hacia el canal para evitar rebases y mantener la estabilidad del canal.

3 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS QUEBRADAS LATERALES

Como se aprecia en la Figura 2-2, los caudales aportantes por las quebradas laterales al canal no generan aumentos violentos de caudal y no afectan a la capacidad del canal en ninguno de sus tramos.

Por lo expuesto anteriormente, se determinó que ninguna de la 14 quebradas aportantes al canal Villalón presentadas en el estudio hidrológico requiere una obra de cruce para resguardar la estabilidad del canal.

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-2000-IH-MEC-006_1

**ANEXO 14.1.5 - MEMORIA DE CÁLCULO CAPACIDAD HIDRÁULICA
CANAL VILLALÓN**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Muñoz	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.11.14	10.11.14	10.11.14	
0	Nombre Firma	D. Raddatz/J. Garín	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	23.04.15	23.04.15	23.04.15	
1	Nombre Firma	F. De la Fuente	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Aprobado Cliente
	Fecha	28.07.2015	28.07.2015	28.07.2015	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 14.1.5 - MEMORIA DE CÁLCULO CAPACIDAD HIDRÁULICA CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	OBJETIVOS.....	3
1.2	REFERENCIAS.....	3
2	DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA	4
3	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN OPERACIÓN NORMAL	5
4	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN CONDICIÓN DE CRECIDAS ...	10
5	DISEÑO DE OBRAS	12
5.1	CUBICACIONES.....	13

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1	Identificación de puntos de desborde en operación normal.....	6
Tabla 4-1	Caudales afluentes al canal Villalón.....	10
Tabla 5-1	Sectores propuestos para obras de mejoramiento	12
Tabla 5-2	Cubicación de obras	13

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1	Capacidad de porteo y Puntos de desborde canal Villalón	4
Figura 3-1	Identificación de puntos de desborde en operación normal	5
Figura 3-2:	Sector de desborde del canal Villalón km 0,81 (Perfil HECRAS 46265.86).....	6
Figura 3-3:	Sector de desborde del canal Villalón km 4,31 (Perfil HECRAS 42768.99).....	7
Figura 3-4:	Sector de desborde del canal Villalón km 10,41 (Perfil HECRAS 36668,78).....	8
Figura 3-5:	Sector de desborde del canal Villalón km 10,51 (Perfil HECRAS 36565,46).....	8
Figura 3-6:	Sector de desborde del canal Villalón km 10,62 (Perfil HECRAS 36461,92).....	9
Figura 4-1:	Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años. Canal Villalón.....	11
Figura 5-1:	Esquema del peralte proyectado en el canal Villalón	12

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 Villalón, considerando su operación normal y su comportamiento ante eventos de crecida.

Adicionalmente se proponen mejoras con el fin de evitar los desbordes en condición de operación normal y se identifican, si es que existen, 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.

1.2 REFERENCIAS

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

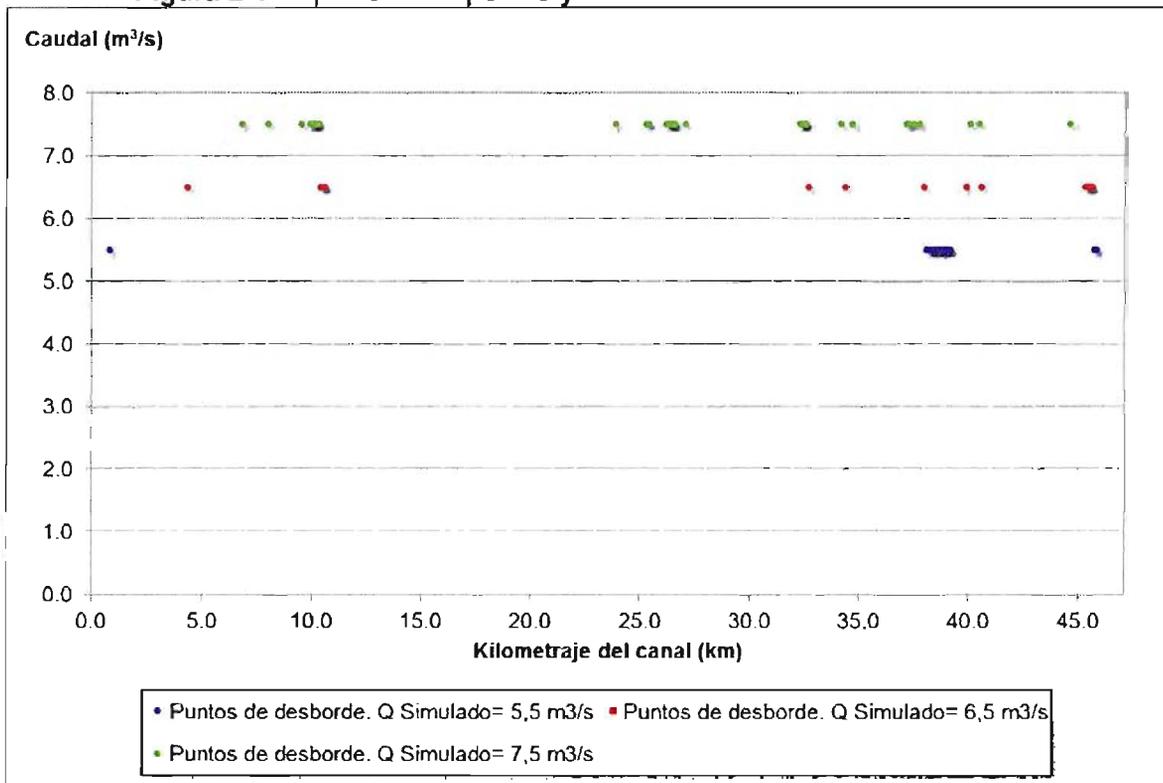
Ref 2 US Army Corps of Engineers, hydrologic Engineering Center (2014). Sitio web <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>

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-002.

Se modeló el eje hidráulico del canal considerando que éste portea caudales de 5,5 m³/s, 6,5 m³/s y 7,5 m³/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 Villalón

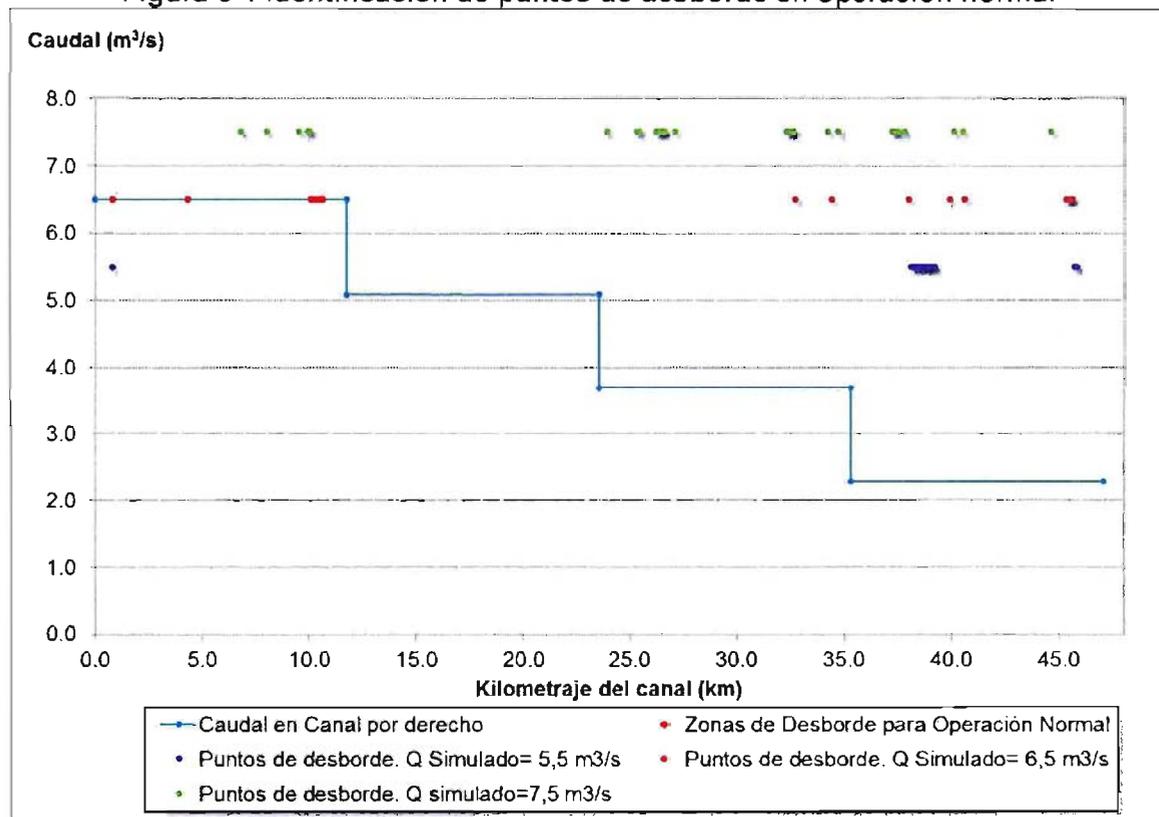


3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN OPERACIÓN NORMAL

Para definir la operación normal del canal Villalón, se consideró que las entregas de caudal se realizan en 4 puntos del canal, dividiéndose de manera equitativa el caudal porteado en cada una de dichas entregas. Con la suposición anterior se tienen 4 tramos de canal con caudal constante, los que varían entre a 6,5 m³/s en bocatoma (caudal por derecho de aprovechamiento de aguas) y 2,8 m³/s al final de su trazado (35% del caudal en bocatoma). La caracterización anterior se realiza debido a que se desconoce el diagrama unifilar del canal por lo que no es posible especificar en detalle el caudal y ubicación (kilometraje) de cada entrega.

En la Figura 3-1 se presenta el caudal de operación normal del canal y los puntos de desborde identificados en el numeral anterior, obteniéndose que existen 3 zonas donde el caudal de operación supera la capacidad del canal, generándose desbordes (puntos de color rojo localizados sobre la línea de color celeste en la Figura 3-1).

Figura 3-1 Identificación de puntos de desborde en operación normal



El kilometraje de las zonas de desborde se especifican en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1 Identificación de puntos de desborde en operación normal

Zona de desborde	Perfil HECRAS	Km
1	46265,86	0,81
2	42768,99	4,31
3	36976,95	10,10
	36668,78	10,41
	36565,46	10,51
	36461,92	10,62

Los perfiles que presentan desborde en la modelación realizada se presentan entre la Figura 3-2 y la Figura 3-7.

Figura 3-2: Sector de desborde del canal Villalón km 0,81 (Perfil HECRAS 46265.86)

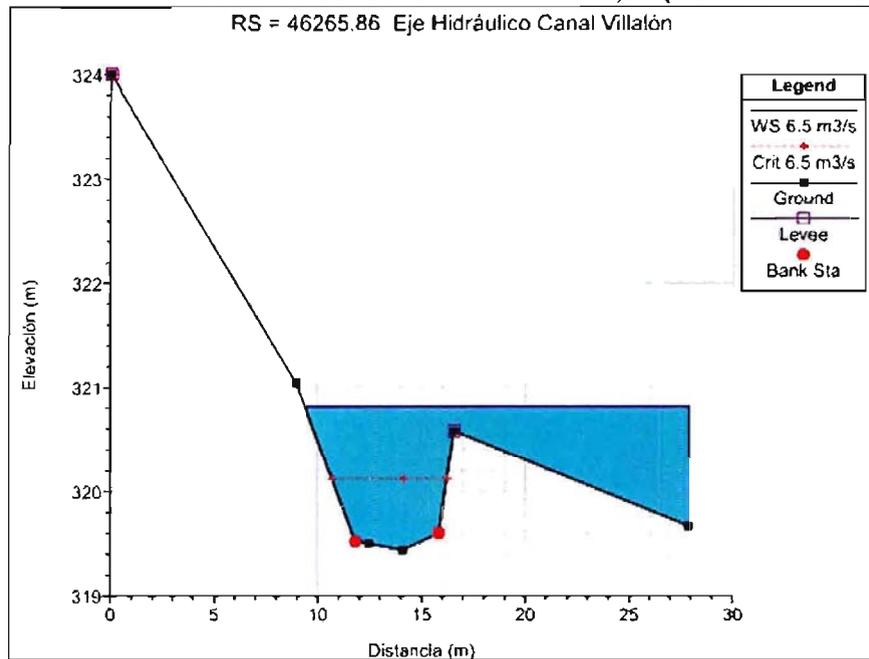


Figura 3-3: Sector de desborde del canal Villalón km 4,31 (Perfil HECRAS 42768.99)

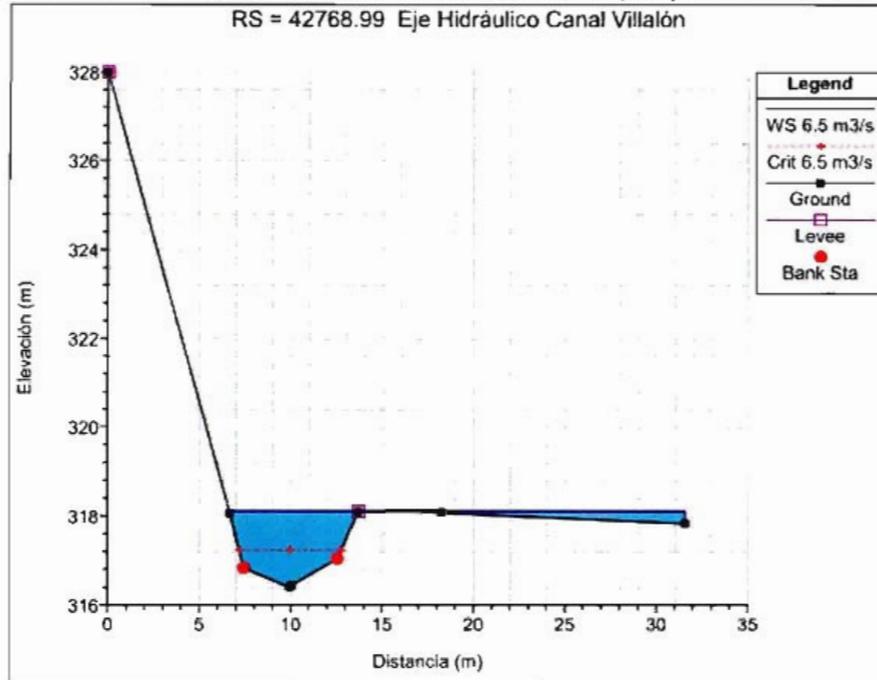


Figura 3-4: Sector de desborde del canal Villalón km 10,10 (Perfil HECRAS 36976.95)

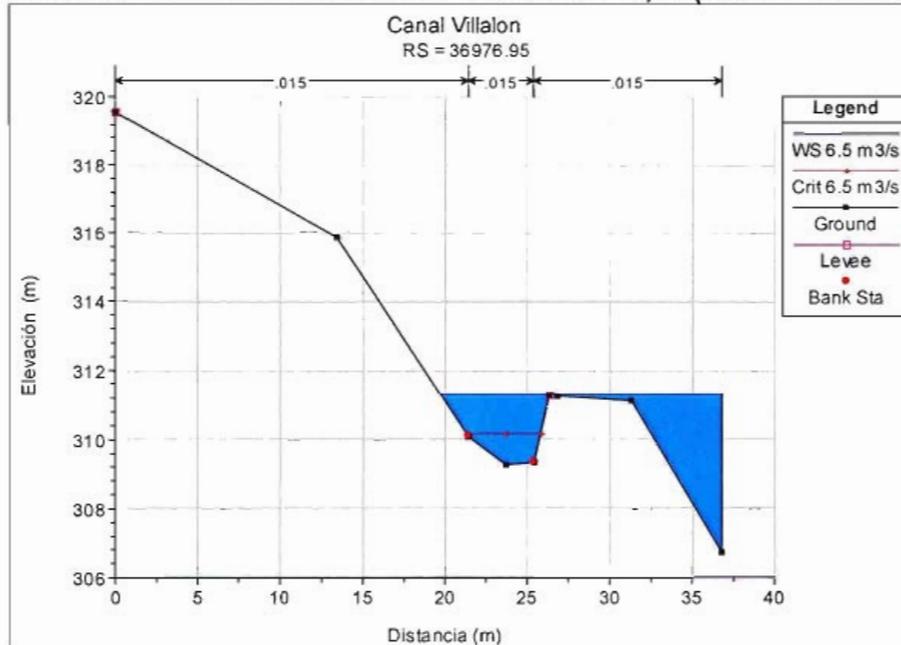


Figura 3-5: Sector de desborde del canal Villalón km 10,41 (Perfil HECRAS 36668,78)

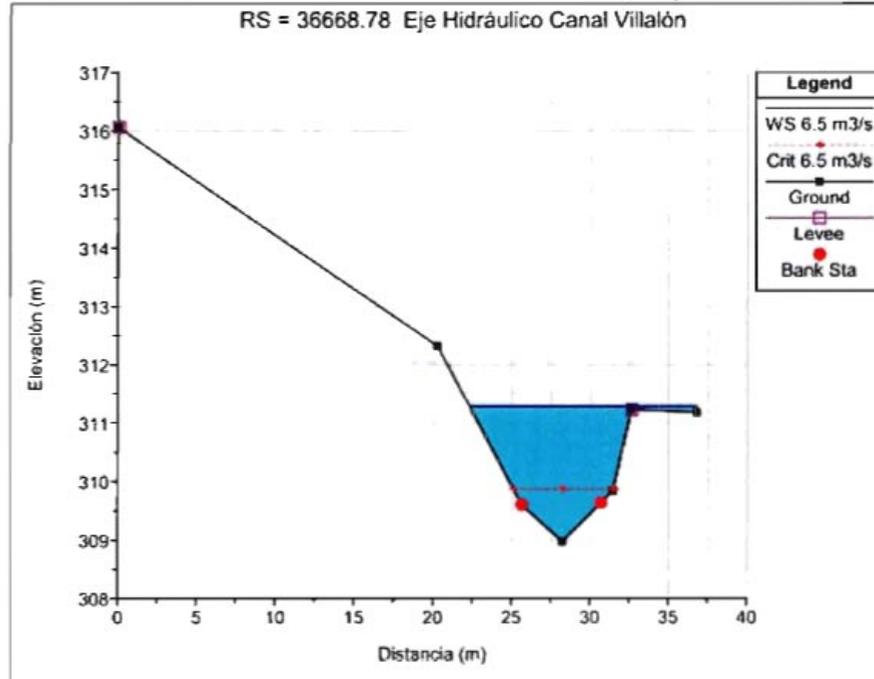


Figura 3-6: Sector de desborde del canal Villalón km 10,51 (Perfil HECRAS 36565,46)

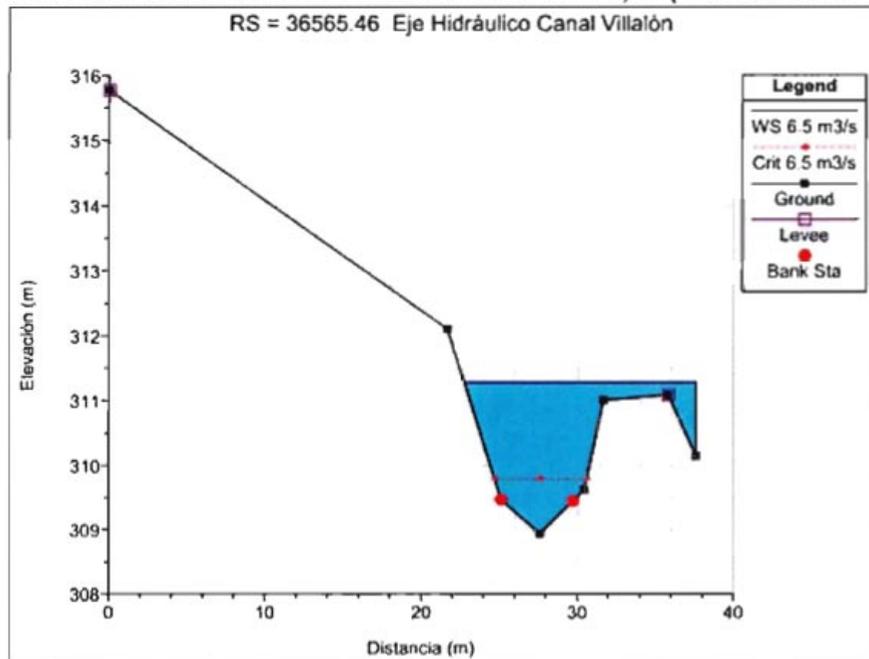
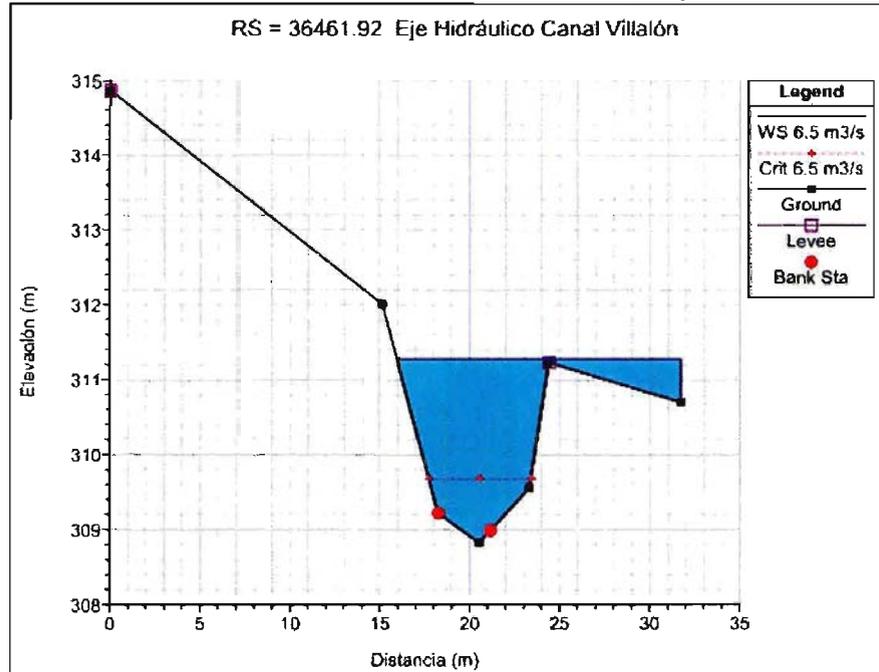


Figura 3-7: Sector de desborde del canal Villalón km 10,62 (Perfil HECRAS 36461,92)



4 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DESBORDE EN CONDICIÓN DE CRECIDAS

Para analizar el comportamiento de canal Villalón 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 diseño una crecida de mayor periodo de retorno, puesto que el canal Villalón tiene como objeto realizar la distribución de los caudales de riego, no el control de crecidas.

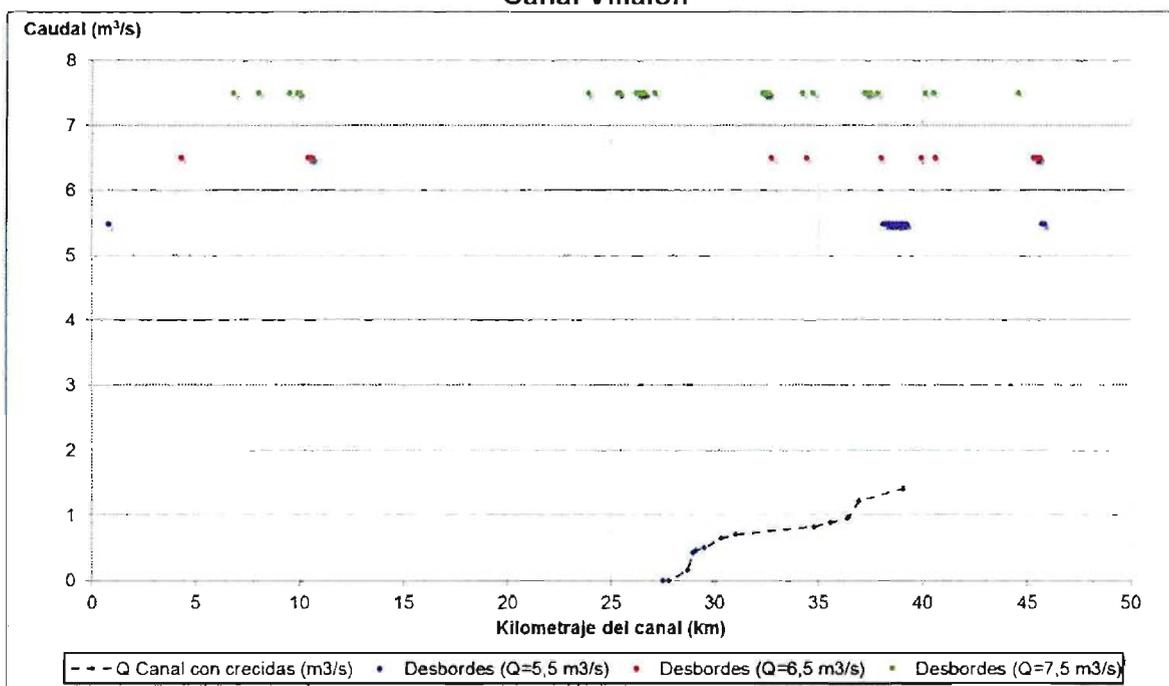
Las quebradas laterales aportantes al canal Villalón fueron identificadas en el estudio hidrológico de código 4184-2000-IH-MEC-001 y corresponden a las listadas en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1 Caudales afluentes al canal Villalón

Código	Km	A (km ²)	T=2 años
			Q (m ³ /s)
MC Q01	27,50	0,05	0,05
MC Q02	27,81	0,30	0,26
MC Q03	28,68	0,15	0,16
MC Q04	28,95	0,31	0,26
MC Q05	29,10	0,04	0,04
MC Q06	29,49	0,03	0,04
MC Q07-08	30,31	0,17	0,15
MC Q09	31,01	0,06	0,06
MC Q10	34,79	0,15	0,12
MC Q11	35,56	0,06	0,06
MC Q12	36,41	0,06	0,07
MC Q13	36,93	0,30	0,26
MC Q14	39,09	0,18	0,19

En la Figura 4-1 se contrastan los caudales de crecida acumulados en el canal Villalón (aportes de las quebradas laterales), con la capacidad hidráulica del mismo (ver puntos de desborde en numeral 2).

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

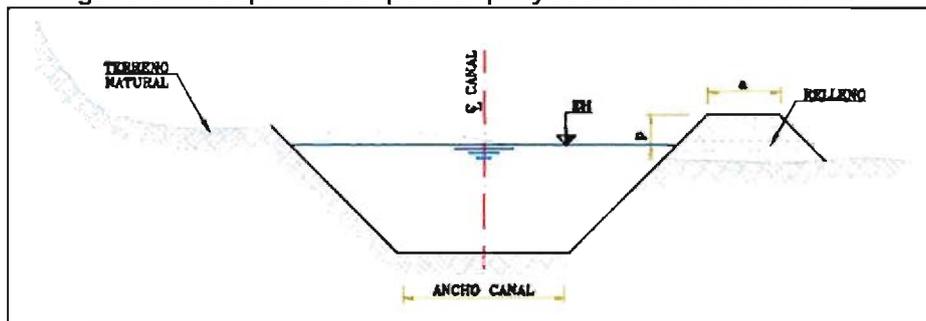


En la Figura anterior se observa que el caudal acumulado en el canal proveniente de las quebradas laterales alcanza un máximo del orden de $1,5 m^3/s$, por lo que es posible inferir que no existirían problemas de desbordes asociados a los caudales de crecidas que ingresan al canal.

5 DISEÑO DE OBRAS

Para evitar los desbordes identificados en la conducción de los caudales asociados a la operación normal del canal, se proyecta realizar un peralte de sus riberas en las zonas críticas, de modo de proporcionar una mayor sección de conducción. Estos peraltes serán materializados mediante la inclusión de un pequeño terraplén de relleno consolidado ubicado en la ribera izquierda del canal (visto desde aguas arriba hacia aguas abajo). En la Figura 5-1 se presenta un esquema de la obra propuesta.

Figura 5-1: Esquema del peralte proyectado en el canal Villalón



Para verificar que la longitud y altura requerida para los peraltes se incluyó en el modelo del canal en HECRAS la modificación de las secciones correspondientes, considerándose una revancha equivalente al 15% de la altura de escurrimiento, con una revancha mínima de 0,2 m. Los resultados extraídos del modelo se resumen en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Sectores propuestos para obras de mejoramiento

Zona de Desborde	Km Inicio	Km Fin	Perfil HECRAS	Long. (m)	Altura Esc. (m)	Altura Canal (sin obra) (m)	Peralte (m)	Revancha (m)	Ancho Coronam. (m)
1	0,79	0,84	46265,86	50	1,34	1,14	0,45	0,25	1,55
2	4,28	4,33	42768,99	50	1,7	1,69	0,30	0,29	1,70
3	10,07	10,64	36976,95	570	2,28	2,19	0,45	0,36	1,55

5.1 CUBICACIONES

En la Tabla 5-2 se resumen el listado de partidas y cubicaciones relacionadas a las obras de peralte de la sección con fines de evitar desbordes en el canal Villalón.

Tabla 5-2 Cubicación de obras

Zona de desborde	Km inicio	Km Fin	Longitud (m)	Peralte (m)	Ancho medio Peralte (m)	Volumen de Relleno Consolidado (m ³)
1	0,79	0,84	50	0,45	2	45
2	4,28	4,33	50	0,30	2	30
3	10,07	10,64	570	0,45	2	513
Total						588

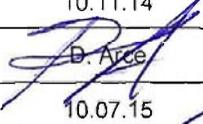
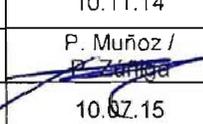
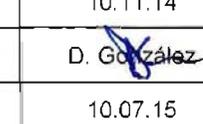
14.2. DISEÑO AFORO REMOTO

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-2000-IH-MEC-005-C

ANEXO 14.2 – AFORO REMOTO DE CAUDALES CANAL VILLALÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre e Firma	D. Arce	P. Muñoz / P. Zúñiga	D. González	Coordinación Interna
	Fecha	03.11.14	04.11.14	05.11.14	
B	Nombre e 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 e Firma	 D. Arce	 P. Muñoz / P. Zúñiga	 D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	10.07.15	10.07.15	10.07.15	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 14.2 – AFORO REMOTO DE CAUDALES CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	INTRODUCCIÓN GENERAL	3
1.2	REFERENCIAS	3
1.3	ANTECEDENTES	3
2	RECOMENDACIONES DE CALIBRACIÓN OBRAS DE ENTREGA	4
3	SISTEMA DE MEDICIÓN ACTUAL.....	6
4	CONCLUSIONES.....	8

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1	Estimación de valores experimentales	5
Tabla 3-1	Diagnóstico sistema de aforos en canal Villalón.....	6

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1	Diseño tipo de compuertas de entrega en canal Villalón	3
Figura 2-1	Esquema en planta compuerta lateral.....	4
Figura 3-1	Ubicación de Aforadores.....	6

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1	Aforadores canal Villalón	7
----------------	---------------------------------	---

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 Villalón, 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.
- Evaluación del sistema actual de aforos en el canal.

1.2 REFERENCIAS

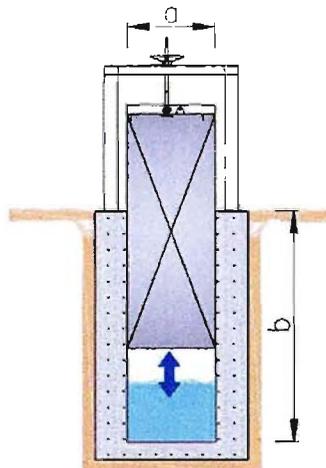
Ref. 1: Horacio Mery Mery, (2007): Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras.

1.3 ANTECEDENTES

El canal Villalón se emplaza al norte de la ciudad de Ovalle, en la IV región de Coquimbo y cuyo trazado se extiende por una longitud de aproximadamente 47,07 km.

El canal Villalón posee a lo largo de su extensión, un total de 54 compuertas de regadío y descarga. La Figura 1-1 muestra el esquema tipo de las compuertas instaladas.

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



En la actualidad el 46,3% de las compuertas se encuentran en buenas condiciones, las que no requieren de especial atención; un 29,6% en condiciones regulares, a las cuales debe realizarse una mantención periódica o el despeje de ella por interferencias (ramas, sedimentos o vegetación); y un 24,1% se encuentra en condiciones deficientes, donde es necesario realizar un cambio de la hoja o reparación total del hormigón. A estas últimas será necesario efectuar una calibración de la compuerta para la regulación del caudal pasante por ella, tema que es abordado en este documento.

2 RECOMENDACIONES DE CALIBRACIÓN OBRAS DE ENTREGA

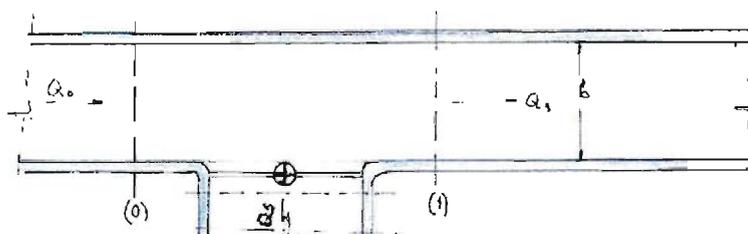
En el catastro realizado en terreno se encontró que existen una variedad de compuertas de entrega en estado deficiente, por lo tanto se recomienda la reparación parcial o completa del sistema, lo cual conlleva a una calibración de la curva de descarga asociada a la apertura y cierre de la misma.

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. 1

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 (m³/s)
- C_Q : Coeficiente de gasto
- b_s : Ancho de la compuerta (m)
- g : Aceleración de gravedad, igual 9.81 (m/s²)
- 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	h_1/a	$C_Q(0,1,0)$	b_s/a	β
0	1	1,5	0,43	0	1,007
0,1	0,998	2	0,502	0,5	1,006
0,2	0,993	2,5	0,532	1	0,999
0,3	0,983	3	0,55	1,5	0,989
0,4	0,967	3,5	0,562	2	0,983
0,5	0,943	4	0,572	2,5	0,98
0,6	0,907	4,5	0,58	3	0,98
0,7	0,84	5	0,585	>3	0,98
0,8	-	5,5	0,589		
0,9	-	6	0,593		
		6,5	0,596		
		7	0,598		
		7,5	0,6		
		8	0,602		
		9	0,604		
		10	0,606		

Fuente: Ref. 1

3 SISTEMA DE MEDICIÓN ACTUAL

La Tabla 3-1 presenta el diagnóstico de la situación actual del sistema de registro de caudal en el canal Villalón. De ella se rescata que el actual sistema de medición actuaría en condiciones óptimas, sin necesidad de un recalibrado de los aforadores ni mantenciones adicionales. Es importante señalar que el Aforador 3AF corresponde solo a un limnómetro instalado a la entrada de la cámara de carga del sifón 2SF, a 26,7 km del inicio del canal, muy próximo al aforador 2AF.

Tabla 3-1 Diagnóstico sistema de aforos en canal Villalón

Nomenclatura	Lugar Aforador		Estado	Solución
	N (m)	E (m)		
1AF	6.612.825,9	282.324,1	Bueno y con sistema remoto	No requiere intervención
2AF	6.613.645,9	281.133,9	Bueno y con sistema remoto	No requiere intervención
3AF	6.613.649,5	281.118,9	Limnómetro a la entrada de sifón	No requiere intervención
4AF	6.613.734,0	271.571,0	Bueno y con sistema remoto	No requiere intervención

La Figura 3-1 muestra en planta la ubicación de los aforadores, donde adicionalmente se presenta la ubicación de la obra de toma del canal derivador, el cual posee compuertas de control.

Figura 3-1 Ubicación de Aforadores



La Fotografía 3-1 muestra un set de imágenes de los aforadores actualmente instalados a lo largo del canal Villalón.

Fotografía 3-1 Aforadores canal Villalón



a) 1AF



b) 2AF



c) 3AF



d) 4AF

4 CONCLUSIONES

Se observa que las obras de medición de caudales en el canal Villalón se encuentran en óptimas condiciones, el cual además dispone de un sistema de medición remoto de caudales.

El canal Villalón recibe las aguas de un canal derivador con compuertas, donde se presume que el caudal entrante ya se encontraría regulado y controlado por éstas, mientras que aguas abajo las obras de medición existentes sirven como un medio de control automatizado dado el funcionamiento del sistema de aforo remoto instalado.

Conforme a lo anterior, se concluye que el canal Villalón no requiere de obras de medición de caudales adicionales, ni tampoco un sistema de medición remoto adicional.

14.3. EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

4184-2000-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	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	

“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 VILLALON.....	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 Villalón. Los sectores a expropiar se encuentran referidos a las necesidades de las siguientes obras:

- Obras para Mejorar Optimización del Riego
- Obras para Mejorar Seguridad Física 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 VILLALON

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”**

4184-2000-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	04.11.2014	05.11.14	
C	Nombre Firma	P. Zúñiga	P. Muñoz / P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	11.07.15	1.07.15	11.07.15	

“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 Villalon, 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 VILLALÓN

Anexo 16

Santiago, mayo de 2015



**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-1000-GA-INF-006_0

ANEXO 16 – EVALUACIÓN ECONÓMICA CANAL VILLALÓN

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	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

ANEXO 16 – EVALUACIÓN ECONÓMICA CANAL VILLALÓN

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 EVALUACIÓN ECONÓMICA	7
3.1	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN	7
3.2	CRITERIOS ESPECÍFICOS	8
3.2.1	<i>Método de la Productividad Marginal (o Método del Presupuesto)</i>	8
3.2.2	<i>Método del Valor Incremental de la Tierra</i>	9
3.2.3	<i>Método de las Transacciones de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas</i>	9
3.3	LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS	11
3.3.1	<i>Método del Presupuesto</i>	11
3.3.2	<i>Método Valor Incremental de la Tierra</i>	11
3.3.3	<i>Método Valor Incremental de la Tierra</i>	12
4	APLICACIÓN MÉTODO DE LA PRODUCTIVIDAD MARGINAL	13
4.1	BENEFICIOS AGRONÓMICOS	14
4.2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	27
4.3	COSTOS DE OBRAS (CAPEX)	28
4.4	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEX)	30
4.5	COSTOS AMBIENTALES	32
4.6	RENTABILIDAD DEL PROYECTO RIEGO	32
5	APLICACIÓN MÉTODO VALOR DEL AGUA	35
6	APLICACIÓN MÉTODO VALOR DE LA TIERRA	36
7	RECOMENDACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DEL PROYECTO RIEGO	37
8	MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN	37
9	ANÁLISIS FINANCIERO	38
9.1	DISPOSICIÓN A PAGO	38
9.2	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	43
9.2.1	<i>Análisis Determinístico Riesgo</i>	43

9.2.2	<i>Análisis Estocástico de Riesgo</i>	44
10	INDICADORES ADICIONALES	49
10.1	RELACIÓN BENEFICIO-COSTO	49
10.2	RENTABILIDAD POR HECTÁREA REGADA.....	49
10.3	INGRESO PER CÁPITA ASIGNABLE AL SECTOR AGROPECUARIO.....	50
10.4	GENERACIÓN DE EXPORTACIONES	50
10.5	GENERACIÓN DE IMPUESTOS	50
11	CONCLUSIONES	51

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

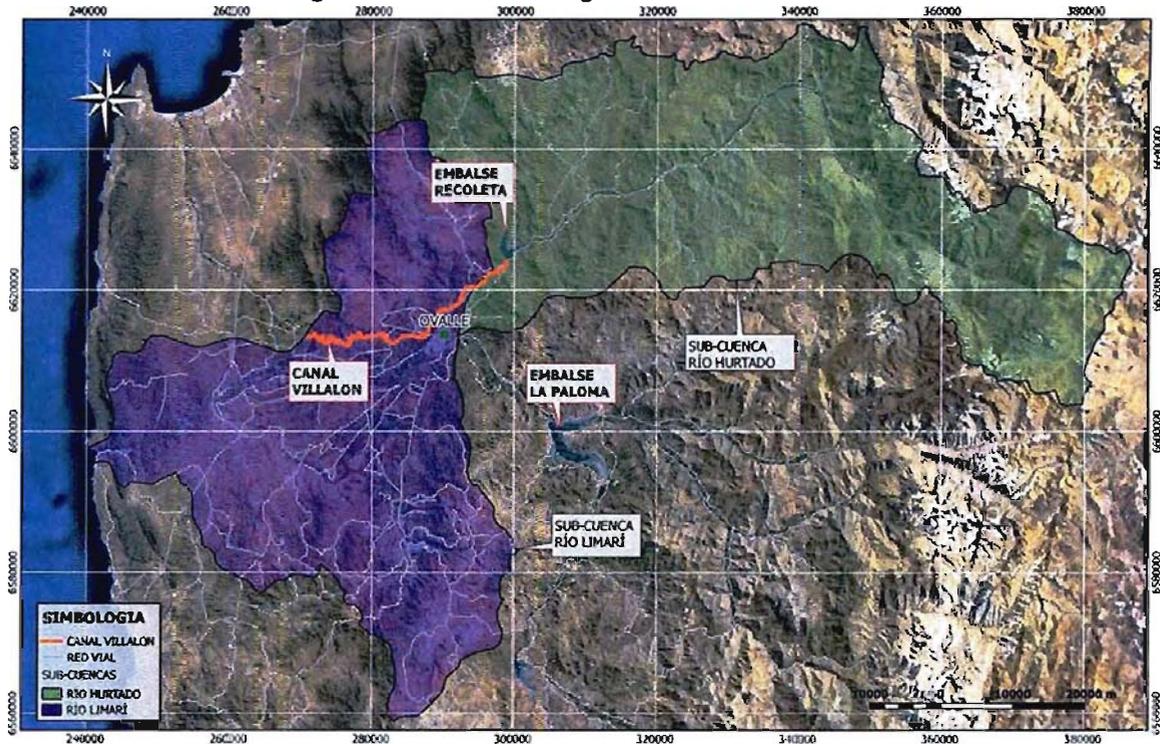
1 INTRODUCCIÓN

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 Villalón se ubica en la cuenca del río Limarí, en la IV región. Esta hoya hidrográfica se encuentra entre los valles de los ríos Elqui por el norte y Choapa por el sur, abarcando una superficie aproximada de 11.800 km². El canal Villalón nace a 2 km aguas abajo del embalse Recoleta, el cual abarca tres subcuencas: río Hurtado, río Limarí y Quebrada Camarones. Su tramo de mayor extensión se encuentra en la subcuenca del río Limarí, la cual se forma por la confluencia de los ríos Hurtado y río Grande Bajo. La porción aportante del río Hurtado se encuentra regulado por el embalse Recoleta, donde aguas abajo se une el río Grande Bajo, siendo este también regulado aguas arriba por el embalse La Paloma. La superficie de la subcuenca del río Limarí es de aproximadamente 2.350 km². En la Figura 1-1 se presenta la ubicación general del área de estudio.

Figura 1-1: Ubicación general área de estudio



En particular, este documento corresponde a la evaluación económica del proyecto de las 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 Buzeta, Noviembre 2014. Arcadis, codificación 4184-1000-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 Villalón. 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	671,60
Frutales y Vides	4.918,73
Praderas y Forrajes	19,04
Total	5.609,37

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 EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.1 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN

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 con 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 atributos 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 la 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 la 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 APLICACIÓN 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 10.1-1 a la 10.1-39 la gradualidad porcentual y los valores ponderados para los ingresos y costos de frutales asignados.

Tabla 4-1: Gradualidad Porcentual Ingresos en Almendro 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
3	15,0	1.250.000						82.500,0	1,5
4	20,0	1.250.000	1.250.000					187.500,0	4,4
5	25,0	2.500.000	1.250.000	1.250.000				437.500,0	10,3
6	25,0	3.000.000	2.500.000	1.250.000	1.250.000			837.500,0	19,7
7		3.500.000	3.000.000	2.500.000	1.250.000	1.250.000	0	1.412.500,0	33,2
8		4.250.000	3.500.000	3.000.000	2.500.000	1.250.000	1.250.000	2.137.500,0	50,3
9		4.250.000	4.250.000	3.500.000	3.000.000	2.500.000	1.250.000	2.700.000,0	63,5
10		4.250.000	4.250.000	4.250.000	3.500.000	3.000.000	2.500.000	3.350.000,0	78,8
11		4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000	3.500.000	3.000.000	3.750.000,0	88,2
12		4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000	3.500.000	4.062.500,0	95,6
13		4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000,0	100,0

Tabla 4-2: Gradualidad Porcentual Costos en Almendro 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	4.094.460						204.723,0	7,6
2	10,0	863.561	4.094.460					452.824,0	16,8
3	15,0	1.584.724	863.561	4.094.460				779.761,3	28,9
4	20,0	1.584.724	1.584.724	863.561	4.094.460			1.186.134,7	44,0
5	25,0	2.032.779	1.584.724	1.584.724	863.561	4.094.460		1.694.147,0	62,8
6	25,0	2.242.984	2.032.779	1.584.724	1.584.724	863.561	4.094.460	2.109.585,6	78,2
7		2.408.537	2.242.984	2.032.779	1.584.724	1.584.724	863.561	1.578.658,1	58,5
8		2.697.411	2.408.537	2.242.984	2.032.779	1.584.724	1.584.724	1.911.089,5	70,8
9		2.697.411	2.697.411	2.408.537	2.242.984	2.032.779	1.584.724	2.118.864,7	78,6
10		2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.408.537	2.242.984	2.032.779	2.359.871,4	87,5
11		2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.408.537	2.242.984	2.511.585,7	93,1
12		2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.408.537	2.625.192,4	97,3
13		2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.410,7	100,0

Tabla 4-3: Gradualidad Porcentual Ingresos en Granado 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	1.200.000	0	0				60.000,0	0,8
4	20,0	3.200.000	1.200.000	0	0			280.000,0	3,5
5	25,0	4.800.000	3.200.000	1.200.000	0	0		740.000,0	9,3
6	25,0	7.200.000	4.800.000	3.200.000	1.200.000	0	0	1.580.000,0	19,8
7		8.000.000	7.200.000	4.800.000	3.200.000	1.200.000	0	2.780.000,0	34,8
8		8.000.000	8.000.000	7.200.000	4.800.000	3.200.000	1.200.000	4.340.000,0	54,3
9		8.000.000	8.000.000	8.000.000	7.200.000	4.800.000	3.200.000	5.840.000,0	73,0
10		8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	7.200.000	4.800.000	7.000.000,0	87,8
11		8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	7.200.000	7.800.000,0	97,8
12		8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000,0	100,0

Tabla 4-4: Gradualidad Porcentual Costos en Granado 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	2.536.446						126.822,3	4,2
2	10,0	514.271	2.536.446					279.358,1	9,2
3	15,0	1.085.258	514.271	2.536.446				486.158,8	16,9
4	20,0	1.708.380	1.085.258	514.271	2.536.446			778.374,6	26,5
5	25,0	2.218.649	1.708.380	1.085.258	514.271	2.536.446		1.181.524,8	38,7
6	25,0	2.684.733	2.218.649	1.708.380	1.085.258	514.271	2.536.446	1.592.089,3	62,2
7		3.049.209	2.684.733	2.218.649	1.708.380	1.085.258	514.271	1.495.289,5	49,0
8		3.049.209	3.049.209	2.684.733	2.218.649	1.708.380	1.085.258	2.002.230,8	66,7
9		3.049.209	3.049.209	3.049.209	2.684.733	2.218.649	1.708.380	2.433.466,9	79,8
10		3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	2.684.733	2.218.649	2.750.450,3	80,2
11		3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	2.684.733	2.958.090,5	97,0
12		3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209,5	100,0

Tabla 4-5: Gradualidad Porcentual Ingresos en Mandarina 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	814.004	0	0				40.700,2	0,4
4	20,0	2.321.144	814.004	0	0			197.457,6	1,7
5	25,0	4.352.145	2.321.144	814.004	0	0		571.822,2	4,9
6	25,0	8.704.289	4.352.145	2.321.144	814.004	0	0	1.381.401,3	11,9
7		11.605.719	8.704.289	4.352.145	2.321.144	814.004	0	2.771.266,4	23,9
8		11.605.719	11.605.719	8.704.289	4.352.145	2.321.144	814.004	4.700.717,2	40,5
9		11.605.719	11.605.719	11.605.719	8.704.289	4.352.145	2.321.144	6.890.895,7	59,4
10		11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719	8.704.289	4.352.145	9.066.968,0	78,1
11		11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719	8.704.289	10.880.361,6	93,8
12		11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719,1	100,0

Tabla 4-6: Gradualidad Porcentual Costos en Mandarina 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	2.366.722						118.336,1	2,5
2	10,0	614.599	2.366.722					267.402,1	5,7
3	15,0	1.250.143	614.599	2.366.722				478.975,4	10,1
4	20,0	2.152.093	1.250.143	614.599	2.366.722			798.153,2	16,9
5	25,0	2.864.401	2.152.093	1.250.143	614.599	2.366.722		1.260.551,2	26,7
6	25,0	4.043.975	2.864.401	2.152.093	1.250.143	614.599	2.366.722	1.806.811,8	38,3
7		4.720.548	4.043.975	2.864.401	2.152.093	1.250.143	614.599	1.966.689,4	41,7
8		4.720.548	4.720.548	4.043.975	2.864.401	2.152.093	1.250.143	2.738.117,9	58,0
9		4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.043.975	2.864.401	2.152.093	3.479.083,1	73,7
10		4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.043.975	2.864.401	4.087.368,2	86,6
11		4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.043.975	4.551.404,9	96,4
12		4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548,2	100,0

Tabla 4-7: Gradualidad Porcentual Ingresos en Naranja 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	653.095	0					32.654,7	0,5
3	15,0	902.515	653.095	0				110.435,2	1,7
4	20,0	1.933.960	902.515	653.095	0			284.913,7	4,4
5	25,0	3.867.920	1.933.960	902.515	653.095	0		652.788,2	10,0
6	25,0	5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	653.095		1.278.524,1	19,6
7		6.530.949	5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	653.095	2.198.152,7	33,7
8		6.530.949	6.530.949	5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	3.235.929,3	49,5
9		6.530.949	6.530.949	6.530.949	5.157.227	3.867.920	1.933.960	4.441.200,4	68,0
10		6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	5.157.227	3.867.920	5.521.761,6	84,5
11		6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	5.157.227	6.187.518,8	94,7
12		6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949,3	100,0

Tabla 4-8: Gradualidad Porcentual Costos en Naranja 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	2.408.598						120.429,9	3,9
2	10,0	1.105.073	2.408.598					296.113,5	9,5
3	15,0	1.330.401	1.105.073	2.408.598				538.317,1	17,3
4	20,0	1.762.041	1.330.401	1.105.073	2.408.598			868.622,8	27,8
5	25,0	2.326.780	1.762.041	1.330.401	1.105.073	2.408.598		1.315.267,5	42,2
6	25,0	2.702.741	2.326.780	1.762.041	1.330.401	1.105.073	2.408.598	1.776.619,3	56,9
7		3.120.345	2.702.741	2.326.780	1.762.041	1.330.401	1.105.073	1.736.585,3	55,7
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 Nogal 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	1.400.000	0	0				70.000,0	1,2
4	20,0	3.600.000	1.400.000	0	0			320.000,0	5,3
5	25,0	4.000.000	3.600.000	1.400.000	0	0		770.000,0	12,8
6	25,0	4.600.000	4.000.000	3.600.000	1.400.000	0	0	1.450.000,0	24,2
7		5.000.000	4.600.000	4.000.000	3.600.000	1.400.000	0	2.380.000,0	39,7
8		5.400.000	5.000.000	4.600.000	4.000.000	3.600.000	1.400.000	3.510.000,0	58,5
9		6.000.000	5.400.000	5.000.000	4.600.000	4.000.000	3.600.000	4.410.000,0	73,5
10		6.000.000	6.000.000	5.400.000	5.000.000	4.600.000	4.000.000	4.860.000,0	81,0
11		6.000.000	6.000.000	6.000.000	5.400.000	5.000.000	4.600.000	5.280.000,0	88,0
12		6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	5.400.000	5.000.000	5.600.000,0	93,3
13		6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	5.400.000	5.850.000,0	97,5
14		6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000,0	100,0

Tabla 4-10: Gradualidad Porcentual Costos en Nogal 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	1.983.691						99.184,5	4,9
2	10,0	668.993	1.983.691					231.818,8	11,5
3	15,0	1.064.103	668.993	1.983.691				417.658,1	20,7
4	20,0	1.443.715	1.064.103	668.993	1.983.691			675.683,2	33,5
5	25,0	1.583.559	1.443.715	1.064.103	668.993	1.983.691		1.012.886,3	50,3
6	25,0	1.626.643	1.583.559	1.443.715	1.064.103	668.993	1.983.691	1.332.236,9	66,1
7		1.716.875	1.626.643	1.583.559	1.443.715	1.064.103	668.993	1.208.059,0	60,0
8		1.857.594	1.716.875	1.626.643	1.583.559	1.443.715	1.064.103	1.452.230,0	72,1
9		2.015.037	1.857.594	1.716.875	1.626.643	1.583.559	1.443.715	1.626.189,8	80,7
10		2.015.037	2.015.037	1.857.594	1.716.875	1.626.643	1.583.559	1.726.820,3	85,7
11		2.015.037	2.015.037	2.015.037	1.857.594	1.716.875	1.626.643	1.811.909,5	89,9
12		2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	1.857.594	1.716.875	1.901.135,9	94,3
13		2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	1.857.594	1.975.676,2	98,0
14		2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.036,8	100,0

Tabla 4-11: Gradualidad Porcentual Ingresos en Olivo 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	84.000	0	0				4.200,0	0,2
4	20,0	420.000	84.000	0	0			29.400,0	1,1
5	25,0	845.000	420.000	84.000	0	0		101.850,0	3,7
6	25,0	1.680.000	845.000	420.000	84.000	0	0	258.300,0	9,3
7		2.205.000	1.680.000	845.000	420.000	84.000	0	525.000,0	18,9
8		2.730.000	2.205.000	1.680.000	845.000	420.000	84.000	924.000,0	33,3
9		2.772.000	2.730.000	2.205.000	1.680.000	845.000	420.000	1.419.600,0	51,2
10		2.772.000	2.772.000	2.730.000	2.205.000	1.680.000	845.000	1.922.550,0	69,4
11		2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.730.000	2.205.000	1.680.000	2.348.850,0	84,7
12		2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.730.000	2.205.000	2.619.750,0	94,5
13		2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.730.000	2.761.500,0	99,6
14		2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.772.000	2.772.000,0	100,0

Tabla 4-12: Gradualidad Porcentual Costos en Olivo 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	2.132.102						106.605,1	7,5
2	10,0	563.607	2.132.102					241.390,5	17,0
3	15,0	1.181.908	563.607	2.132.102				435.271,4	30,6
4	20,0	882.292	1.181.908	563.607	2.132.102			673.266,8	47,3
5	25,0	975.401	882.292	1.181.908	563.607	2.132.102		960.032,3	67,5
6	25,0	1.156.888	975.401	882.292	1.181.908	563.607	2.132.102	1.198.037,1	84,2
7		1.276.961	1.156.888	975.401	882.292	1.181.908	563.607	938.684,1	66,0
8		1.375.026	1.276.961	1.156.888	975.401	882.292	1.181.908	1.081.110,7	76,0
9		1.422.038	1.375.026	1.276.961	1.156.888	975.401	882.292	1.095.949,5	77,1
10		1.422.038	1.422.038	1.375.026	1.276.961	1.156.888	975.401	1.208.024,0	85,0
11		1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.375.026	1.276.961	1.156.888	1.310.078,9	92,1
12		1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.375.026	1.276.961	1.374.015,8	96,6
13		1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.375.026	1.410.285,1	99,2
14		1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.422.038	1.422.038,3	100,0

Tabla 4-13: 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	1.540.630	0	0	0			77.031,5	1,7
5	25,0	2.420.990	1.540.630	0	0	0		275.112,5	6,1
6	25,0	3.081.260	2.420.990	1.540.630	0	0	0	627.256,5	14,0
7		3.818.747	3.081.260	2.420.990	1.540.630	0	0	1.170.337,9	26,1
8		3.818.747	3.818.747	3.081.260	2.420.990	1.540.630	0	1.904.356,6	42,4
9		4.492.643	3.818.747	3.818.747	3.081.260	2.420.990	1.540.630	2.785.975,9	62,0
10		4.492.643	4.492.643	3.818.747	3.818.747	3.081.260	2.420.990	3.386.020,4	75,4
11		4.492.643	4.492.643	4.492.643	3.818.747	3.818.747	3.081.260	3.836.544,0	85,4
12		4.492.643	4.492.643	4.492.643	4.492.643	3.818.747	3.818.747	4.155.694,9	92,5
13		4.492.643	4.492.643	4.492.643	4.492.643	4.492.643	3.818.747	4.324.169,0	96,3
14		4.492.643	4.492.643	4.492.643	4.492.643	4.492.643	4.492.643	4.492.643,2	100,0

Tabla 4-14: 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	1.808.221						90.411,1	6,2
2	10,0	558.868	1.808.221					208.765,5	14,3
3	15,0	580.666	558.868	1.808.221				356.153,3	24,4
4	20,0	886.410	580.666	558.868	1.808.221			547.861,5	37,5
5	25,0	1.065.813	886.410	580.666	558.868	1.808.221		792.860,5	54,3
6	25,0	1.192.239	1.065.813	886.410	580.666	558.868	1.808.221	1.007.060,3	68,9
7		1.273.218	1.192.239	1.065.813	886.410	580.666	558.868	804.922,3	55,1
8		1.273.218	1.273.218	1.192.239	1.065.813	886.410	580.666	949.750,2	65,0
9		1.461.225	1.273.218	1.273.218	1.192.239	1.065.813	886.410	1.117.869,3	76,5
10		1.461.225	1.461.225	1.273.218	1.273.218	1.192.239	1.065.813	1.220.323,0	84,1
11		1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.273.218	1.273.218	1.192.239	1.309.375,3	89,6
12		1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.273.218	1.273.218	1.367.221,6	93,6
13		1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.273.218	1.414.225,5	96,8
14		1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225,5	100,0

Tabla 4-15: Gradualidad Porcentual Ingresos en Uva de Mesa 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	2.719.368	0	0			135.968,4	1,3	
4	20,0	2.719.368	2.719.368	0	0		407.905,2	3,9	
5	25,0	5.857.101	2.719.368	2.719.368	0	0	972.697,1	9,3	
6	25,0	10.459.109	5.857.101	2.719.368	2.719.368	0	2.060.444,4	19,7	
7		10.459.109	10.459.109	5.857.101	2.719.368	2.719.368	3.671.147,1	35,1	
8		10.459.109	10.459.109	10.459.109	5.857.101	2.719.368	5.668.836,9	54,2	
9		10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.109	5.857.101	7.373.671,6	70,5	
10		10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.109	9.308.605,7	89,0	
11		10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.108,6	100,0	

Tabla 4-16: Gradualidad Porcentual Costos en Uva de Mersa 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	6.327.201					316.360,0	9,4	
2	10,0	775.502	6.327.201				671.495,2	19,9	
3	15,0	576.148	775.502	6.327.201			1.055.437,7	31,3	
4	20,0	576.148	576.148	775.502	6.327.201		1.468.187,6	43,5	
5	25,0	2.484.926	576.148	576.148	775.502	6.327.201	2.004.183,9	59,4	
6	25,0	3.376.547	2.484.926	576.148	576.148	775.502	2.392.647,4	70,9	
7		3.376.547	3.376.547	2.484.926	576.148	775.502	1.329.363,0	39,4	
8		3.376.547	3.376.547	3.376.547	2.484.926	576.148	1.794.023,2	53,1	
9		3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	2.484.926	2.448.542,0	72,5	
10		3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.148.641,8	93,3	
11		3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547,0	100,0	

Tabla 4-17: Gradualidad Porcentual Ingresos en V. Vinífera 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	1.200.000	0	0			60.000,0	1,7	
4	20,0	2.100.000	1.200.000	0	0		225.000,0	6,3	
5	25,0	3.600.000	2.100.000	1.200.000	0	0	570.000,0	15,8	
6	25,0	3.600.000	3.600.000	2.100.000	1.200.000	0	1.095.000,0	30,4	
7		3.600.000	3.600.000	3.600.000	2.100.000	1.200.000	1.600.000,0	50,0	
8		3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	2.100.000	2.625.000,0	72,9	
9		3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.225.000,0	89,6	
10		3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000,0	100,0	

Tabla 4-18: Gradualidad Porcentual Costos en V. Vinífera 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	3.980.458					199.022,9	18,8	
2	10,0	972.671	3.980.458				446.679,4	42,3	
3	15,0	973.619	972.671	3.980.458			743.016,7	70,3	
4	20,0	1.003.890	973.619	972.671	3.980.458		1.089.548,7	103,1	
5	25,0	1.056.558	1.003.890	973.619	972.671	3.980.458	1.488.908,5	140,9	
6	25,0	1.056.558	1.056.558	1.003.890	973.619	972.671	1.742.073,3	164,9	
7		1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.003.890	973.619	1.004.318,0	95,1	
8		1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.003.890	1.022.656,5	96,8	
9		1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.043.391,4	98,8	
10		1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558,4	100,0	

Tabla 4-19: 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	2.500.000					125.000,0	4,3	
2	10,0	3.000.000	2.500.000				400.000,0	13,7	
3	15,0	3.000.000	3.000.000	2.500.000			825.000,0	28,2	
4	20,0	3.000.000	3.000.000	3.000.000	2.500.000		1.400.000,0	47,9	
5	25,0	2.500.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	2.500.000	2.100.000,0	71,8	
6	25,0	3.000.000	2.500.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	2.825.000,0	96,6	
7		3.000.000	3.000.000	2.500.000	3.000.000	3.000.000	2.925.000,0	100,0	

Tabla 4-20: Gradualidad Porcentual Costos en Alcachofa 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	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 4-21: Gradualidad Porcentual Ingresos en Almendro 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	1.250.000	0	0		125.000,0	2,9
4	40,0	1.250.000	1.250.000	0	0	375.000,0	8,8
5		2.500.000	1.250.000	1.250.000	0	875.000,0	20,6
6		3.000.000	2.500.000	1.250.000	1.250.000	1.675.000,0	39,4
7		3.500.000	3.000.000	2.500.000	1.250.000	2.200.000,0	51,8
8		4.250.000	3.500.000	3.000.000	2.500.000	3.025.000,0	71,2
9		4.250.000	4.250.000	3.500.000	3.000.000	3.525.000,0	82,9
10		4.250.000	4.250.000	4.250.000	3.500.000	3.950.000,0	92,9
11		4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000	4.250.000,0	100,0

Tabla 4-22: Gradualidad Porcentual Costos en Almendro 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	4.094.460				409.446,0	15,2
2	20,0	863.561	4.094.460			905.248,1	33,6
3	30,0	1.584.724	863.561	4.094.460		1.559.522,5	67,8
4	40,0	1.584.724	1.584.724	863.561	4.094.460	2.372.269,3	87,9
5		2.032.779	1.584.724	1.584.724	863.561	1.341.064,2	49,7
6		2.242.984	2.032.779	1.584.724	1.584.724	1.740.160,7	64,5
7		2.408.537	2.242.984	2.032.779	1.584.724	1.933.173,7	71,7
8		2.697.411	2.408.537	2.242.984	2.032.779	2.237.455,3	82,9
9		2.697.411	2.697.411	2.408.537	2.242.984	2.428.978,0	90,0
10		2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.408.537	2.581.861,4	95,7
11		2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.411	2.697.410,7	100,0

Tabla 4-23: Gradualidad Porcentual Ingresos en Granado 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	1.200.000	0	0		120.000,0	1,5
4	40,0	3.200.000	1.200.000	0	0	560.000,0	7,0
5		4.800.000	3.200.000	1.200.000	0	1.480.000,0	18,5
6		7.200.000	4.800.000	3.200.000	1.200.000	3.120.000,0	39,0
7		8.000.000	7.200.000	4.800.000	3.200.000	4.960.000,0	62,0
8		8.000.000	8.000.000	7.200.000	4.800.000	6.480.000,0	81,0
9		8.000.000	8.000.000	8.000.000	7.200.000	7.680.000,0	96,0
10		8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000,0	100,0

Tabla 4-24: Gradualidad Porcentual Costos en Granado 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	2.536.446				253.644,6	8,3
2	20,0	514.271	2.536.446			558.716,2	18,3
3	30,0	1.085.258	514.271	2.536.446		972.313,6	31,9
4	40,0	1.708.380	1.085.258	514.271	2.536.446	1.556.749,1	51,1
5		2.218.649	1.708.380	1.085.258	514.271	1.094.826,7	35,9
6		2.684.733	2.218.649	1.708.380	1.085.258	1.658.820,5	54,4
7		3.049.209	2.684.733	2.218.649	1.708.380	2.190.814,5	71,8
8		3.049.209	3.049.209	2.684.733	2.218.649	2.607.642,5	85,5
9		3.049.209	3.049.209	3.049.209	2.684.733	2.903.419,1	95,2
10		3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209,5	100,0

Tabla 4-25: Gradualidad Porcentual Ingresos en Mandarina 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	814.004	0	0		81.400,4	0,7
4	40,0	2.321.144	814.004	0	0	394.915,2	3,4
5		4.352.145	2.321.144	814.004	0	1.143.644,5	9,9
6		8.704.289	4.352.145	2.321.144	814.004	2.762.802,7	23,8
7		11.605.719	8.704.289	4.352.145	2.321.144	5.135.530,7	44,3
8		11.605.719	11.605.719	8.704.289	4.352.145	7.833.860,4	67,5
9		11.605.719	11.605.719	11.605.719	8.704.289	10.445.147,2	90,0
10		11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719	11.605.719,1	100,0

Tabla 4-26: Gradualidad Porcentual Costos en Mandarina 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	2.366.722				236.672,2	5,0
2	20,0	614.599	2.366.722			534.804,3	11,3
3	30,0	1.250.143	614.599	2.366.722		957.950,7	20,3
4	40,0	2.152.093	1.250.143	614.599	2.366.722	1.596.306,5	33,8
5		2.864.401	2.152.093	1.250.143	614.599	1.337.741,5	28,3
6		4.043.975	2.864.401	2.152.093	1.250.143	2.122.963,1	45,0
7		4.720.548	4.043.975	2.864.401	2.152.093	3.001.007,5	63,6
8		4.720.548	4.720.548	4.043.975	2.864.401	3.775.117,5	80,0
9		4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.043.975	4.449.918,9	94,3
10		4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548	4.720.548,2	100,0

Tabla 4-27: Gradualidad Porcentual Ingresos en Naranja 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	653.095	0			65.309,5	1,0
3	30,0	902.515	653.095	0		220.870,5	3,4
4	40,0	1.933.960	902.515	653.095	0	569.827,5	8,7
5		3.867.920	1.933.960	902.515	653.095	1.305.576,5	20,0
6		5.157.227	3.867.920	1.933.960	902.515	2.230.500,8	34,2
7		6.530.949	5.157.227	3.867.920	1.933.960	3.618.500,6	65,4
8		6.530.949	6.530.949	5.157.227	3.867.920	5.053.621,1	77,4
9		6.530.949	6.530.949	6.530.949	5.157.227	5.981.460,5	91,6
10		6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949,3	100,0

Tabla 4-28: Gradualidad Porcentual Costos en Naranja 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	2.408.598				240.859,8	7,7
2	20,0	1.105.073	2.408.598			592.226,9	19,0
3	30,0	1.330.401	1.105.073	2.408.598		1.076.634,2	34,5
4	40,0	1.762.041	1.330.401	1.105.073	2.408.598	1.737.245,5	55,7
5		2.326.780	1.762.041	1.330.401	1.105.073	1.426.236,0	45,7
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 4-29: Gradualidad Porcentual Ingresos en Nogal 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	2.000.000	0	0		200.000,0	2,9
4	40,0	4.400.000	2.000.000	0	0	840.000,0	12,0
5		4.400.000	4.400.000	2.000.000	0	1.920.000,0	27,4
6		6.000.000	4.400.000	4.400.000	2.000.000	3.600.000,0	51,4
7		6.200.000	6.000.000	4.400.000	4.400.000	4.900.000,0	70,0
8		6.800.000	6.200.000	6.000.000	4.400.000	5.480.000,0	78,3
9		7.000.000	6.800.000	6.200.000	6.000.000	6.320.000,0	90,3
10		7.000.000	7.000.000	6.800.000	6.200.000	6.620.000,0	94,6
11		7.000.000	7.000.000	7.000.000	6.800.000	6.920.000,0	98,9
12		7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000,0	100,0

Tabla 4-30: Gradualidad Porcentual Costos en Nogal 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	2.003.158				200.315,8	7,4
2	20,0	1.046.935	2.003.158			505.325,1	18,6
3	30,0	1.715.604	1.046.935	2.003.158		981.894,9	36,1
4	40,0	2.096.729	1.715.604	1.046.935	2.003.158	1.668.137,6	61,3
5		2.096.729	2.096.729	1.715.604	1.046.935	1.562.474,1	57,4
6		2.399.024	2.096.729	2.096.729	1.715.604	1.974.508,4	72,5
7		2.451.728	2.399.024	2.096.729	2.096.729	2.192.687,5	80,5
8		2.634.161	2.451.728	2.399.024	2.096.729	2.312.160,2	84,9
9		2.722.817	2.634.161	2.451.728	2.399.024	2.494.241,7	91,6
10		2.722.817	2.722.817	2.634.161	2.451.728	2.587.784,6	95,0
11		2.722.817	2.722.817	2.722.817	2.634.161	2.687.354,6	98,7
12		2.722.817	2.722.817	2.722.817	2.722.817	2.722.817,3	100,0

Tabla 4-31: Gradualidad Porcentual Ingresos en Olivo 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	105.000	0	0		10.500,0	0,3
4	40,0	525.000	105.000	0	0	73.500,0	2,4
5		945.000	525.000	105.000	0	231.000,0	7,6
6		2.310.000	945.000	525.000	105.000	619.500,0	20,3
7		2.415.000	2.310.000	945.000	525.000	1.197.000,0	39,3
8		2.835.000	2.415.000	2.310.000	945.000	1.837.500,0	60,3
9		3.045.000	2.835.000	2.415.000	2.310.000	2.520.000,0	82,8
10		3.045.000	3.045.000	2.835.000	2.415.000	2.730.000,0	89,7
11		3.045.000	3.045.000	3.045.000	2.835.000	2.961.000,0	97,2
12		3.045.000	3.045.000	3.045.000	3.045.000	3.045.000,0	100,0

Tabla 4-32: Gradualidad Porcentual Costos en Olivo 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	2.151.569				215.156,9	16,2
2	20,0	597.774	2.151.569			490.091,2	36,8
3	30,0	1.058.621	597.774	2.151.569		870.887,5	65,5
4	40,0	1.102.826	1.058.621	597.774	2.151.569	1.361.966,5	102,4
5		1.125.411	1.102.826	1.058.621	597.774	889.802,3	66,9
6		1.236.601	1.125.411	1.102.826	1.058.621	1.103.038,4	82,9
7		1.254.645	1.236.601	1.125.411	1.102.826	1.151.538,5	86,6
8		1.304.531	1.254.645	1.236.601	1.125.411	1.202.527,0	90,4
9		1.330.350	1.304.531	1.254.645	1.236.601	1.264.975,2	95,1
10		1.330.350	1.330.350	1.304.531	1.254.645	1.292.322,5	97,1
11		1.330.350	1.330.350	1.330.350	1.304.531	1.320.022,5	99,2
12		1.330.350	1.330.350	1.330.350	1.330.350	1.330.350,3	100,0

Tabla 4-33: 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	1.320.540	0	0		132.054,0	2,5
4	40,0	1.760.720	1.320.540	0	0	440.180,0	8,3
5		2.641.080	1.760.720	1.320.540	0	1.012.414,0	19,2
6		3.521.440	2.641.080	1.760.720	1.320.540	1.936.792,1	36,7
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 4-34: 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	1.030.338	491.269	1.773.119		733.223,2	43,0
4	40,0	1.111.110	1.030.338	491.269	1.773.119	1.173.806,8	68,8
5		1.326.294	1.111.110	1.030.338	491.269	860.460,3	50,4
6		1.423.461	1.326.294	1.111.110	1.030.338	1.153.073,3	67,6
7		1.578.646	1.423.461	1.326.294	1.111.110	1.284.889,2	75,3
8		1.578.646	1.578.646	1.423.461	1.326.294	1.431.149,8	83,9
9		1.706.247	1.578.646	1.578.646	1.423.461	1.529.332,1	89,6
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 4-35: Gradualidad Porcentual Ingresos en Uva de Mesa 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	2.719.368	0	0		271.936,8	2,6
4	40,0	2.719.368	2.719.368	0	0	815.810,5	7,8
5		5.857.101	2.719.368	2.719.368	0	1.945.394,2	18,6
6		10.459.109	5.857.101	2.719.368	2.719.368	4.120.888,8	39,4
7		10.459.109	10.459.109	5.857.101	2.719.368	5.982.610,1	57,2
8		10.459.109	10.459.109	10.459.109	5.857.101	8.618.305,5	82,4
9		10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.109	10.459.108,6	100,0

Tabla 4-36: Gradualidad Porcentual Costos en Uva de Mersa 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	6.327.201				632.720,1	18,7
2	20,0	775.502	6.327.201			1.342.990,4	39,8
3	30,0	576.148	775.502	6.327.201		2.110.875,4	62,5
4	40,0	576.148	775.502	775.502	6.327.201	2.936.375,2	87,0
5		2.464.926	576.148	576.148	775.502	844.767,3	25,0
6		3.376.547	2.464.926	576.148	576.148	1.233.943,3	36,5
7		3.376.547	3.376.547	2.464.926	576.148	1.982.901,1	58,7
8		3.376.547	3.376.547	3.376.547	2.464.926	3.011.898,8	89,2
9		3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547,0	100,0

Tabla 4-37: Gradualidad Porcentual Ingresos en V. Vinífera 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	1.200.000	0	0		120.000,0	3,3
4	40,0	2.100.000	1.200.000	0	0	450.000,0	12,5
5		3.600.000	2.100.000	1.200.000	0	1.140.000,0	31,7
6		3.600.000	3.600.000	2.100.000	1.200.000	2.190.000,0	60,8
7		3.600.000	3.600.000	3.600.000	2.100.000	3.000.000,0	83,3
8		3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000,0	100,0

Tabla 4-38: Gradualidad Porcentual Costos en V. Vinífera 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	3.980.458				398.045,8	37,7
2	20,0	972.671	3.980.458			893.358,7	84,6
3	30,0	973.619	972.671	3.980.458		1.486.033,5	140,6
4	40,0	1.003.890	973.619	972.671	3.980.458	2.179.097,3	206,2
5		1.056.558	1.003.890	973.619	972.671	987.587,9	93,5
6		1.056.558	1.056.558	1.003.890	973.619	1.007.582,2	95,4
7		1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.003.890	1.035.491,2	98,0
8		1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558	1.056.558,4	100,0

Tabla 4-39: 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	2.500.000				250.000,0	8,5
2	20,0	3.000.000	2.500.000			800.000,0	27,1
3	30,0	3.000.000	3.000.000	2.500.000		1.650.000,0	55,9
4	40,0	3.000.000	3.000.000	3.000.000	2.500.000	2.800.000,0	94,9
5		2.500.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	2.950.000,0	100,0

Tabla 4-40: 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	2.426.989				242.698,9	12,6
2	20,0	1.863.789	2.426.989			671.776,7	36,0
3	30,0	1.863.789	1.863.789	2.426.989		1.287.233,5	67,0
4	40,0	1.863.789	1.863.789	1.863.789	2.426.989	2.089.069,2	108,8
5		2.426.989	1.863.789	1.863.789	1.863.789	1.920.109,3	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 asistencia tecnológica.

En el caso específico de la situación actual el área máxima de riego en un año de 85% de excedencia es de 1.251 ha. Esta 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 11.749,8 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 10.1-28.

Tabla 4-41: Factores de Ajuste

Situación	Superficies		Factor Ajuste
	Real	85%	
Actual	5.609,366	1.251,000	0,223
Futura	11.749,883	1.866,000	0,159

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 10.1-1 y 10.1-2 se presenta un resumen de los flujos por total área en situación actual a actual sin proyecto y actual a futura.

Tabla 4-42: Resumen de Flujos Situación Actual a Sin Proyecto

Años	Precio Mercado (\$ CLP)	Precio Social (\$ CLP)
0	2.347.251.008	2.777.421.046
1	2.360.772.661	2.791.633.143
2	2.387.815.379	2.820.057.687
3	2.363.236.801	2.797.552.209
4	2.421.038.124	2.858.116.291
5	2.432.354.169	2.870.429.567
6	2.443.669.855	2.882.742.556
7	2.443.669.855	2.882.742.556
8	2.443.669.840	2.882.742.677
9	2.505.096.535	2.944.169.372
10	2.505.096.535	2.944.169.372
11	2.505.096.535	2.944.169.372
12	2.505.096.535	2.944.169.372
13	2.477.995.294	2.915.439.671
14	1.597.941.646	1.943.951.421
15	765.794.251	1.044.898.764
16	1.297.455.042	1.582.602.555
17	133.901.970	399.243.879
18	751.784.116	984.419.221
19	1.227.459.937	1.546.781.656
20	-522.675.574	-147.585.754
21	644.163.836	1.118.460.759
22	1.273.272.030	1.704.202.204
23	1.680.558.092	2.026.320.319
24	1.920.171.964	2.287.495.057
25	2.434.977.111	2.817.295.253
26	2.437.346.586	2.838.066.570
27	2.472.780.777	2.885.702.164
28	2.483.479.612	2.904.728.981
29	2.497.186.828	2.928.415.891
30	2.501.403.090	2.933.184.989
VAN	19.898.412.549	36.476.931.590

Tabla 4-43: Resumen de Flujos Situación Flujos Situación Futura

Años	Precio Mercado (\$ CLP)	Precio Social (\$ CLP)
0	2.347.251.008	2.777.421.046
1	2.360.772.661	2.791.633.143
2	2.370.705.587	2.802.947.895
3	2.252.164.475	2.708.344.140
4	2.137.085.994	2.629.422.617
5	2.050.176.838	2.593.463.139
6	2.046.040.580	2.656.405.831
7	2.351.497.554	2.990.813.660
8	2.640.243.477	3.324.985.671
9	3.389.780.253	4.061.268.596
10	3.856.616.437	4.554.682.551
11	4.327.063.300	5.045.018.174
12	4.590.613.843	5.324.619.682
13	4.793.873.865	5.537.790.696
14	4.893.271.807	5.642.209.174
15	4.956.707.538	5.720.557.909
16	4.979.841.975	5.744.516.482
17	4.974.646.761	5.737.121.298
18	4.969.757.124	5.730.161.144
19	4.964.867.487	5.723.200.961
20	2.804.899.475	3.561.291.847
21	4.954.899.767	5.709.351.069
22	4.974.259.547	5.739.684.631
23	4.795.059.643	5.537.435.697
24	4.595.591.448	5.317.831.085
25	4.369.580.961	5.078.676.992
26	4.121.743.016	4.827.536.287
27	4.186.480.743	4.882.230.866
28	3.805.349.639	4.491.020.238
29	3.747.761.380	4.423.786.558
30	3.511.787.839	4.196.388.758
VAN	22.965.392.670	53.625.144.796

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 análisis 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 10 km aprox. La Tabla 4-44 da cuenta de tales estimaciones.

Tabla 4-44: Costos de mejoramiento del canal Villalón

	Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$	
1	OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO					2.028.308.561	
1,1	MANTENCIÓN DE OBRAS					187.337.229	
1.1.1	Mantencción compuertas					3.051.976	
	Reemplazo sistema compuerta 0,2x2,0 m	un	1	1,0	1	204.379	204.379
	Reemplazo sistema compuerta 0,3x2,2 m	un	1	1,0	1	311.225	311.225
	Reemplazo sistema compuerta 1,0x2,2 m	un	1	1,0	1	944.085	944.085
	Reemplazo sistema compuerta 1,0x2,6 m	un	1	1,0	1	1.108.464	1.108.464
	Reemplazo sistema compuerta 0,6x1,8 m	un	1	1,0	1	483.823	483.823
1.1.2	Sellos de fondo					4.975.410	
	Excavación en Material Común	m³	21	1,1	24	4.013	94.687
	Hormigón H-25	m³	20	1,1	21	175.185	3.757.709
	Enfierradura (50 Kg/m³)	kg	975	1,1	1.073	1.047	1.123.014
1.1.3	Reperfilamiento					171.684.843	
	Excavación abierta mat. Común	m³	15510	1,1	17.061	4.013	68.465.793
	Retiro Excedentes	m³	15510	1,1	17.061	6.050	103.219.050
1.1.4	Sifón El Ingenio					7.625.000	
	Estudio Espesor y estado Tubería Sifón	un	1	1,0	1	7.625.000	7.625.000
1,2	SISTEMA CONTROL DE CAUDALES					0	
	No aplica						
1,3	CAPACIDAD HIDRÁULICA					6.372.274	
1.3.1	Operación normal					6.372.274	
	Peralte sección del canal					6.372.274	
	Relleno compactado	m³	588	1,2	706	9.031	6.372.274
1,4	REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN					1.834.599.058	
1.4.1	Revestimientos					1.834.599.058	
	Mampostería de piedra	m²	75623	1,1	83.185	21.542	1.791.972.439
	Excavación abierta mat. Común	m³	15125	1,1	16.637	4.013	42.626.619
2	MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL					3.295.265	
2,1	TUNEL 4 - RETENCIÓN DE MATERIAL DE LADERA EN PORTAL DE ENTRADA					1.665.070	
2.1.1	Barrera de gaviones					1.665.070	

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
	Malla galvanizada	m ²	36	1,1	40	6.419	254.184
	Mampostería de piedra	m ³	30	1,1	33	21.542	710.886
	Mano de Obra	gl	1	1,0	1	700.000	700.000
2,2	TUNEL 4 - REPARACIÓN DE FRACTURA EN PORTAL DE SALIDA						1.630.195
2.2.1	Inyección de aditivo para reparación de fracturas						1.630.195
	Sikadur 31	kg	15	1,1	17	7.030	115.995
	Sikadur 52	kg	50,0	1,1	55	18.440	1.014.200
	Mano de Obra	gl	1,0	1,0	1	500.000	500.000
2,3	CRUCE DE QUEBRADAS						0
	No aplica						

Total costos directos \$	2.031.603.826
Total costos indirectos \$	609.481.148
TOTAL \$	2.641.084.974

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 4-45 muestra los costos de operación y mantenimiento anualizados, considerando un mejoramiento de 10 km.

Tabla 4-45: Costos de operación y mantenimiento canal Villalón

	Costos de operación y mantenimiento (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	
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	
Costos operacionales - limpieza del canal																														
Desembarque del fondo (manual y maquinaria)	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
Limpieza del canal y 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	
Reconstrucción de bermas	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
Costos mantención - mejoramiento obras de hormigón																														
Mejoramiento por desgastes, grietas, abertura de juntas. Obras hidráulicas	2,8				2,8				2,8				2,8				2,8				2,8				2,8				2,8	
Mejoramiento por desgastes, grietas. Revestimientos existentes (10,8 km)						265,3																			265,3					
Costos mantención - revestimientos en mampostería																														
Reemplazo mampostería existente (5,16 km)		132,3					132,3					132,3					132,3						132,3					132,3		
Reemplazo mampostería nueva (10 km)					256,5					256,5					256,5					256,5					256,5				256,5	
Costos mantención - revestimientos en geomembrana																														
Reemplazo geomembrana existente (1,2 km) por mampostería			51,29					51,29					51,29				51,29					51,29					51,29			
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	
Reemplazo compuerta de acero (5)	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
Subtotal costos de operación	42,9	170,9	91,4	38,6	299,3	303,9	172,4	89,9	42,9	295,1	40,1	170,9	94,2	38,6	296,6	38,6	175,2	89,9	40,1	295,1	42,9	170,9	91,4	38,6	299,3	303,9	172,4	89,9	42,9	295,1
Contingencia 10%	4,3	17,1	9,1	3,9	29,9	30,4	17,2	9,0	4,3	29,5	4,0	17,1	9,4	3,9	29,7	3,9	17,5	9,0	4,0	29,5	4,3	17,1	9,1	3,9	29,9	30,4	17,2	9,0	4,3	29,5
Total costos de operación	47,2	188,0	100,5	42,4	329,3	334,3	189,7	98,9	47,2	324,6	44,1	188,0	103,6	42,4	326,2	42,4	192,7	98,9	44,1	324,6	47,2	188,0	100,5	42,4	329,3	334,3	189,7	98,9	47,2	324,6

Fuente: Elaboración propia.

4.5 COSTOS AMBIENTALES

Dado que los mejoramientos del canal Villalón 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 hacer una serie de supuestos dado que no se tiene información de las pérdidas totales. Para obtener una relación entre las pérdidas totales y el revestimiento, se tomó como supuesto una relación lineal, basada en las proporciones de los canales Bellavista y Buzeta, donde se estimó que para un revestimiento de 10 km las pérdidas de caudal se reducirían en un 30%. El segundo punto para la relación fue considerar un mejoramiento completo del canal en los lugares sin revestir (21 km), lo cual implicaría un 0% de pérdidas. Luego con esta curva es posible calcular una relación entre el VAN y la longitud de revestimiento.

Con este set de datos estimados, se calcularon nuevos costos de inversión (CAPEX) y costos de operación y mantenimiento (OPEX) para cada longitud a revestir. Para los CAPEX se simplificó mediante un multiplicador, estimado como la razón entre la longitud a revestir y los 10 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.

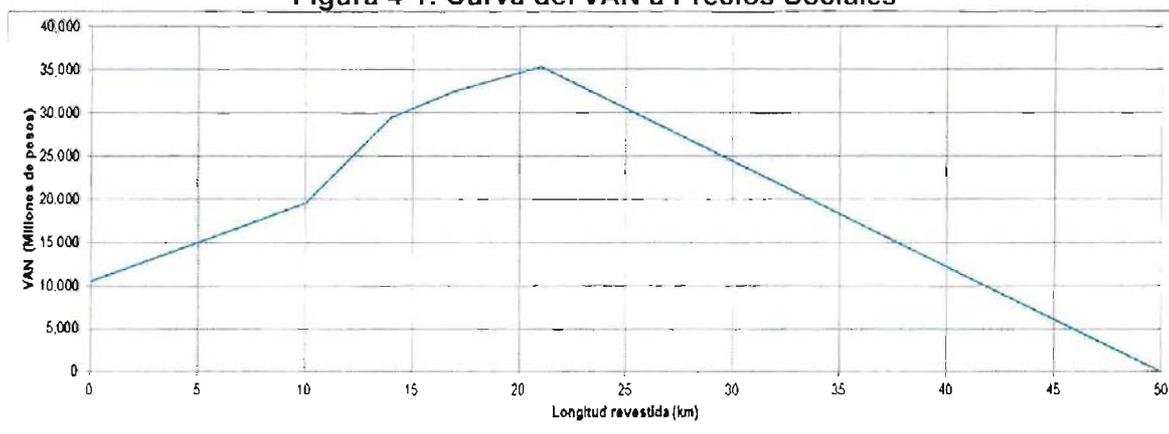
Las Figura 4-1 y Figura 4-2 muestran de manera gráfica el comportamiento del VAN en función de la longitud a revestir.

Los indicadores VAN, TIR y IVAN según precio social y privado se presentan en la Tabla 4 46 y Tabla 4 47 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,. Las cifras del precio social son bastante mayores, con un orden de magnitud mayor del VAN en comparación con el precio privado.

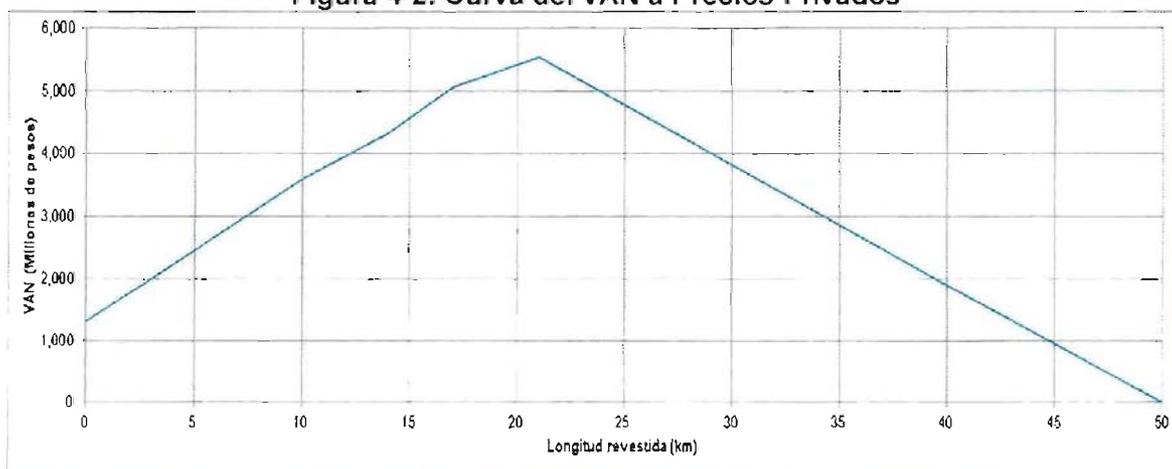
Del indicador TIR se desprende que, considerando una tasa de descuento del 12%, la inversión dejaría de ser atractiva al momento de invertir en un revestimiento con una longitud menor a 20 km. De los gráficos se puede observar que entre los 10 y los 20 km de revestimiento se encuentra el óptimo del proyecto, 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 4-46 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)	(%)	(-)
10	1.587	2.641	10.766	19.609	17,7%	7,42
14	1.697	3.698	19.052	29.479	21,9%	7,97
17	1.792	4.490	21.920	32.536	21,7%	7,25
21	1.886	5.546	24.788	35.329	21,1%	6,37

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-47 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)	(%)	(-)
10	1.587	2.641	5.123	3.596	16,0%	1,36
14	1.697	3.698	6.939	4.321	16,1%	1,17
17	1.792	4.490	8.502	5.061	16,3%	1,13
21	1.886	5.546	10.065	5.537	16,1%	1,00

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 transacciones entre 2006 y 2013:

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

RUT COMPRADOR	NOMBRE COMPRADOR	CAUDAL	UNIDAD CAUDAL	FUENTE	VALOR TRANSACCION	UNIDAD
79778640-3	SOCIEDAD FRUTICOLA RIO COPIAPO LIMITADA	50,00	ACCIONES	CANAL VILLALON	125.353.000,0	PESOS

Fuente CBR.

Luego, se fija un valor de 3.941 US/l/s lo que al valor de la US a Noviembre de 2014 equivale a 2.467.060 \$/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 ($Q= 300$ l/s). Se presentan en la Tabla

Tabla 5-2: Beneficio de Proyecto Utilizando Método de Las Transacciones

Canal	Beneficio por venta de agua (US\$)
Villalón	1.182.297

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 perteneciente a la comuna de Salamanca, son los que se presentan en la Tabla 6-1:

Tabla 6-1: Precio de la tierra Agrícola Comuna de Salamanca

Mes	Predio	Año	Precio
			(\$ha)
12	Agrícola	2014	5.000.000
11	Agrícola	2014	1.250.000
8	Agrícola	2013	1.458.000
7	Agrícola	2013	5.640.000
5	Agrícola	2013	8.400.000
11	Agrícola	2013	2.000.000
4	Agrícola	2013	1.850.000
		Promedio	3.656.857
10	Secano-Urbano	2014	1.650.000
7	Secano	2014	3.080.000
8	Secano	2013	950.000
		Promedio	1.893.333

Fuente: Publicaciones de Venta de Predios

Se consideró que el precio de la ha de secano es de \$ 1.893.333, mientras que el valor de una hectárea de suelo con riego sin seguridad 85% se estimó en \$ 3.656.857 asociados al promedio simple de los datos presentados anteriormente. Finalmente, el precio de una ha con riego seguro se estima en \$ 4.000.000

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 (435 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\$)
Villalón	1.475.685

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 10 y 30 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.

De la información desarrollada anteriormente como parte de este proyecto, no se ha podido ejecutar la campaña de aforos debido a que la zona se encuentra en un periodo de sequía. Según lo indicado por la Administración del Embalse Recoleta, los periodos de riego se limitan a una entrega de agua cada 18 días, por lo que el canal se encuentra sin el recurso hídrico, imposibilitando los trabajos de aforo.

Considerando que el canal tiene una longitud cercana a los 50 km, los tramos donde existen mejoras en Villalón son bastantes, quedando sin revestir solo un 20,9 km del canal. Con ello y a partir del análisis económico, este consultor considera que al menos de estos 20 km se deben revestir 10 km

8 MOMENTO 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 costado 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 DISPOSICION 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:

$$\begin{aligned} &+ \quad \text{Costo directo del proyecto} \\ &- \quad \text{Subsidio} \\ &= \quad \text{Costo total del proyecto neto de cobro indirecto (CTNCI)} \end{aligned}$$

$$\text{CUnT} = \frac{\text{CTNCI}}{\text{Ha}} \times 100$$

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 tipos 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 del Canal Villalón asciende a un monto total de \$1.142.451.941. Según lo anterior el valor anual equivalente por hectárea beneficiada (1.866 ha totales regadas en un año de 85% de excedencia) de los costos de obras civiles es de \$44.867. 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 106-1 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	Nº Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Disponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Ubi - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	220	0,020	8.249	44.867	897	7.351	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	6	0,094	-7.288	44.867	4.217	-11.455	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	29	0,327	159.859	44.867	14.671	145.188	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	7	0,282	-9.322	44.867	12.652	-21.974	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	7	0,469	-20.533	44.867	21.042	-41.576	100,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	11	1,585	79.923	44.867	71.114	8.810	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	11	1,674	560.667	44.867	75.107	485.561	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	14	1,020	245.953	44.867	45.764	200.189	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	66	3,901	1.070.745	44.867	175.025	695.720	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio	48	3,811	496.502	44.867	170.987	325.515	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Alto	147	3,963	1.437.763	44.867	177.806	1.259.957	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Bajo	3	8,840	5.596.323	44.867	396.621	5.199.702	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	24	8,419	3.685.472	44.867	377.732	3.287.741	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Medio	3	13,379	2.600.533	44.867	600.270	2.000.263	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	18	28,185	8.107.717	44.867	1.264.744	6.842.972	0,0%

Como se observa en las Tabla 10.6-1 sólo tres predios promedios no tienen la capacidad suficiente para el pago de las obras. De esta manera el otorgamiento de subsidios por parte del Estado es necesario sólo en estos tres casos, calculándose un subsidio ponderado anual de \$25.688 por predio y cuya suma de montos no supera el 0,6% del total de costos de obras de riego.

Ahora bien, si se consideran tres alternativas de subsidio, aunque son muy pocos los agricultores que lo requieren, la utilidad ponderada del área se incrementa. En las Tabla 9-2 - Tabla 9-4se 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	Nº Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Disponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Ubi - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	220	0,020	8.249	33.650	673	7.576	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	6	0,094	-7.288	33.650	3.163	-10.431	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	29	0,327	159.859	33.650	11.004	148.856	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	7	0,282	-9.322	33.650	9.489	-18.811	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	7	0,469	-20.533	33.650	15.782	-36.315	100,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	11	1,585	79.923	33.650	53.325	26.598	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	11	1,674	560.667	33.650	56.330	504.337	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	14	1,020	245.953	33.650	34.323	211.630	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	66	3,901	1.070.745	33.650	121.269	939.476	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio	48	3,811	496.502	33.650	128.240	368.262	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Alto	147	3,963	1.437.763	33.650	133.355	1.304.406	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Bajo	3	8,840	5.596.323	33.650	297.426	5.298.897	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	24	8,419	3.685.472	33.650	283.269	3.287.173	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Medio	3	13,379	2.600.533	33.650	450.203	2.150.330	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	18	28,189	8.107.717	33.650	948.560	7.159.157	0,0%

Tabla 9-3: Disposición de Pago por Predio Promedio 50% de Subsidio

Predio Promedio	Nº Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Disponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Ubi - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	220	0,020	8.249	22.433	449	7.899	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	6	0,094	-7.288	22.433	2.109	-9.117	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	29	0,327	159.859	22.433	7.338	152.524	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	7	0,282	-9.322	22.433	6.326	-15.648	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	7	0,469	-20.533	22.433	10.521	-31.054	100,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	11	1,585	79.923	22.433	35.556	44.367	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	11	1,674	560.667	22.433	37.553	523.115	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	14	1,020	245.953	22.433	22.882	223.071	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	66	3,901	1.070.745	22.433	87.511	683.233	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio	48	3,811	496.502	22.433	85.492	411.010	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Alto	147	3,963	1.437.763	22.433	88.902	1.348.861	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Bajo	3	8,840	5.596.323	22.433	198.306	5.398.015	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	24	8,419	3.685.472	22.433	188.863	3.476.609	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Medio	3	13,379	2.600.533	22.433	350.131	2.250.402	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	18	28,189	8.107.717	22.433	632.364	7.475.353	0,0%

Tabla 9-4: Disposición de Pago por Predio Promedio 75% de Subsidio

Predio Promedio	Nº Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Disponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Utili - Costo	Necesidad Subsidio
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Bajo	220	0,020	8.245	11.217	224	8.024	0,0%
Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Nivel Medio	6	0,094	-7.268	11.217	1.054	-8.322	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Bajo	29	0,327	159.856	11.217	3.688	156.168	0,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Medio	7	0,282	-9.322	11.217	3.163	-12.485	100,0%
Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto	7	0,469	-20.533	11.217	5.261	-25.794	100,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Bajo	11	1,585	78.923	11.217	17.779	61.144	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Medio	11	1,674	560.667	11.217	18.777	541.890	0,0%
Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto	14	1,020	245.953	11.217	11.441	234.512	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Bajo	68	3,901	1.070.745	11.217	43.758	1.026.987	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio	48	3,811	496.502	11.217	42.748	453.754	0,0%
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Alto	147	3,963	1.437.763	11.217	44.453	1.393.310	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Bajo	3	8,840	5.596.323	11.217	99.158	5.497.165	0,0%
Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Medio-Alto	24	8,419	3.665.472	11.217	94.436	3.571.036	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Medio	3	13,379	2.600.533	11.217	150.072	2.450.461	0,0%
Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Alto	18	28,188	8.107.717	11.217	316.196	7.791.521	0,0%

Al subsidiar un 25% de la obra, se requiere un subsidio ponderado anual de \$22.424 por predio, cuya suma de montos no supera el 0,5% del total de costos de obras de riego. En cuanto al diferencial Utilidad-Costo total del área, éste pasa de 497,2 millones a 518,2 millones, lo que significa un incremento del 4,22%.

Con un subsidio de 50% de la obra, se requiere un subsidio ponderado anual de \$19.159 por predio, cuya suma de montos no supera el 0,5% del total de costos de obras de riego. En cuanto al diferencial Utilidad-Costo total del área, éste pasa de 497,2 millones a 539,2 millones, lo que significa un incremento del 8,43%.

Finalmente, al subsidiar un 75% de la obra, se requiere un subsidio ponderado anual de \$15.894 por predio, cuya suma de montos no supera el 0,4% del total de costos de obras de riego. En cuanto al diferencial Utilidad-Costo total del área, éste pasa de 497,2 millones a 560,1 millones, lo que significa un incremento del 12,65%.

9.2 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

9.2.1 Análisis Determinístico Riesgo

Se realizó un análisis de la sensibilidad en torno al revestimiento de 10 km, adoptado inicialmente para la estimación del CAPEX y OPEX.

Se sensibilizaron las siguientes variables bajo un primer esquema:

- Costos de Mantenimiento y Operación: $\pm 25\%$ del valor real.
- Inversión en obras de mejoramiento: $\pm 30\%$ del valor real.
- Beneficios agronómicos: $\pm 10\%$ 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 Mantenimiento	25	21,8%	19,7%	-2,8%	-6,2%
	-25	23,1%	21,0%	2,8%	6,2%
Inversión	30	20,9%	30,0%	-1,8%	-7,0%
	-30	24,5%	22,1%	1,8%	7,0%
Beneficios	10	28,8%	25,5%	29,2%	50,5%
	-10	17,2%	15,8%	-29,2%	-50,5%

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados anteriores se desprende que, el proyecto presenta un riesgo asociado a los beneficios agronómicos, en donde una variación del 10% de este valor incide en un cambio en la rentabilidad del 51% y 29% para el PM y PS respectivamente.

En el ítem de Operación y Mantenimiento, la rentabilidad presenta una sensibilidad del 6% para el PM, mientras que en el PS resulta en menor riesgo con un 3% de variación.

La Inversión de las obras incide de manera similar que el ítem de Operación y Mantenimiento, donde puede destacarse que para el PM la sensibilidad del VAN alcanza un 7%.

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 en mampostería en un 30% (incluye hormigón asociado a este ítem).
- 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%.

Dentro del CAPEX se consideró solo la mampostería como parámetro de sensibilidad, lo cual responde a que las demás partidas representan solo un 1% del total de la inversión.

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 (%)
Mampostería	21,3%	19,3%	-1,3%	-5,2%
Salarios Admin. y supervisores	22,3%	20,2%	-0,7%	-1,5%
Mantención Mampostería	22,1%	20,0%	-1,6%	-3,4%
Mantención obras de hormigón	22,4%	20,3%	-0,4%	-0,9%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se concluye que variaciones en los costos de mantención e inversión no son significativas

9.2.2 Análisis Estocástico de Riesgo

Considerando el tamaño óptimo del proyecto, que corresponde a realizar un revestimiento de 20 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 distribución 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.

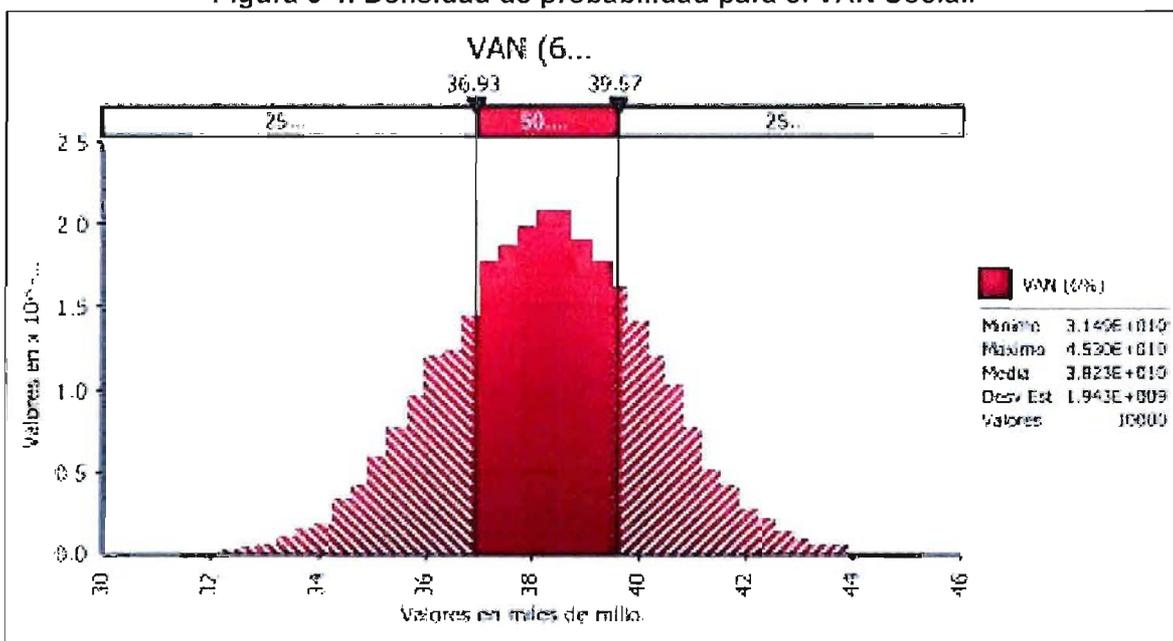
Las variables de riesgo a considerar corresponden a los costos de mantención y operación, inversión de las obras y beneficios agronómicos, cuyos valores variarán estocásticamente a través del software @Risk utilizando 10.000 iteraciones.

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:

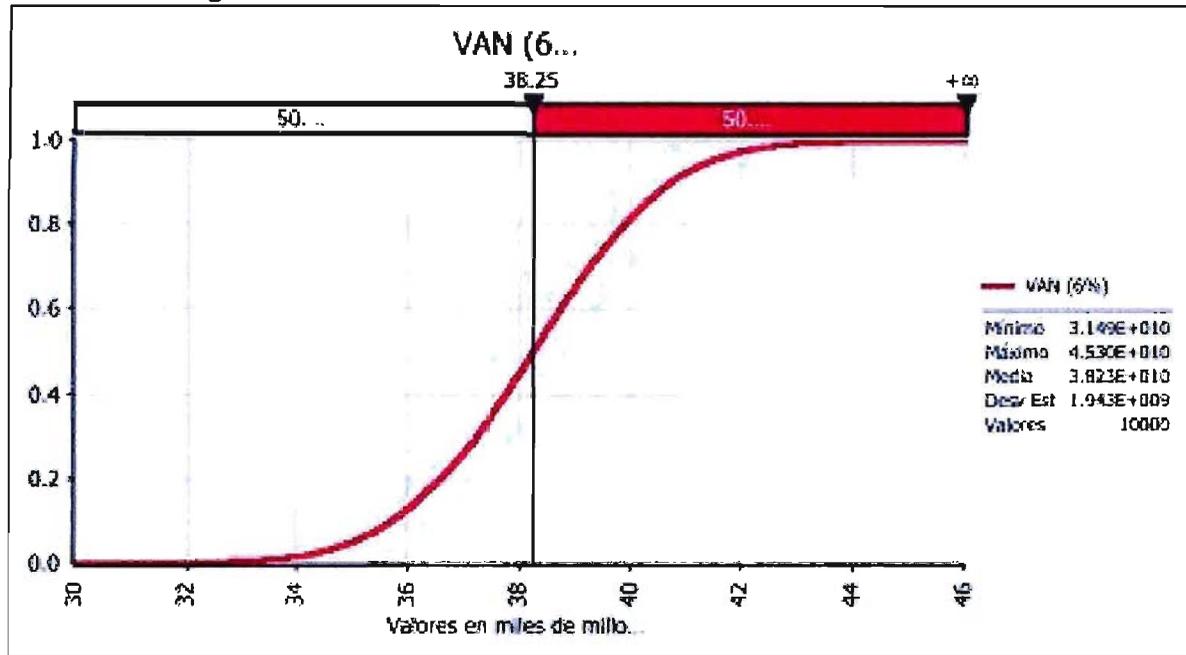
Figura 9-1. Densidad de probabilidad para el VAN Social.



Como se observa en la Figura 9-1 el VAN social del proyecto para un revestimiento de 10 km, tiene aproximadamente un 50% de probabilidad de encontrarse entre 36 mil y 39 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 38 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 8 mil y 9 mil millones de pesos, tal como lo muestra la Figura 9-3. Por otra parte, la Figura 9-4 muestra que existe un 50% de probabilidad de que el VAN Privado se encuentre sobre los 8 mil millones de pesos.

Además, a partir del análisis estadístico realizado y de las respectivas figuras presentadas, se puede concluir que para las longitudes óptimas de revestimiento, tanto el VAN Social como el VAN Privado se mantienen con valores sobre cero para todo el rango de variabilidad estudiado.

Figura 9-3. Densidad de probabilidad para el VAN Privado.

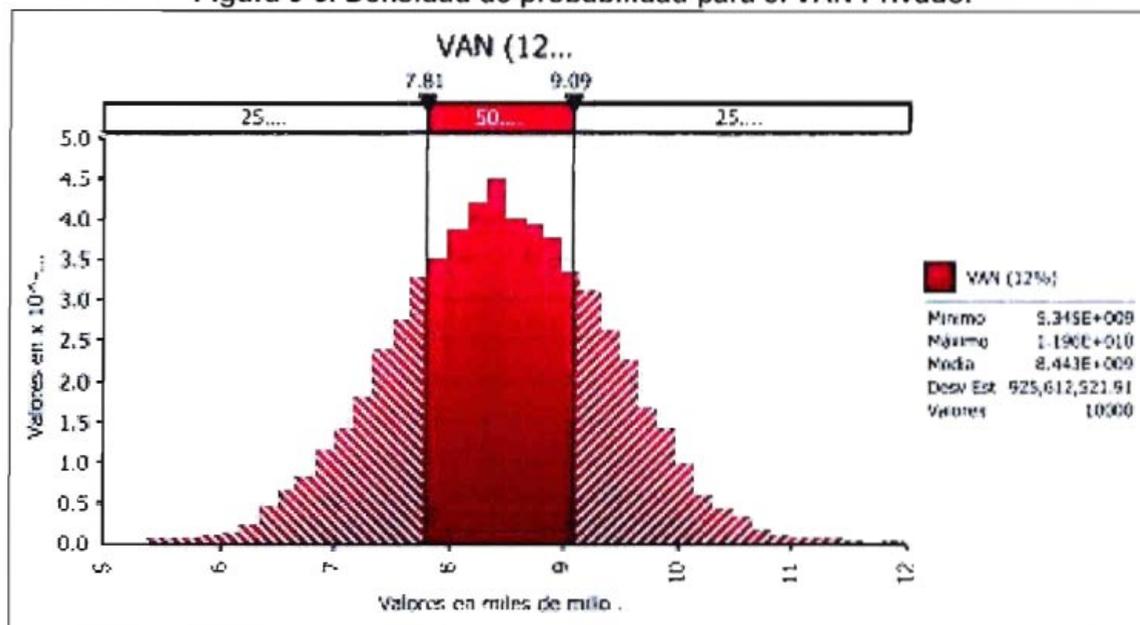


Figura 9-4. Curva de Probabilidad Acumulada del VAN Privado.

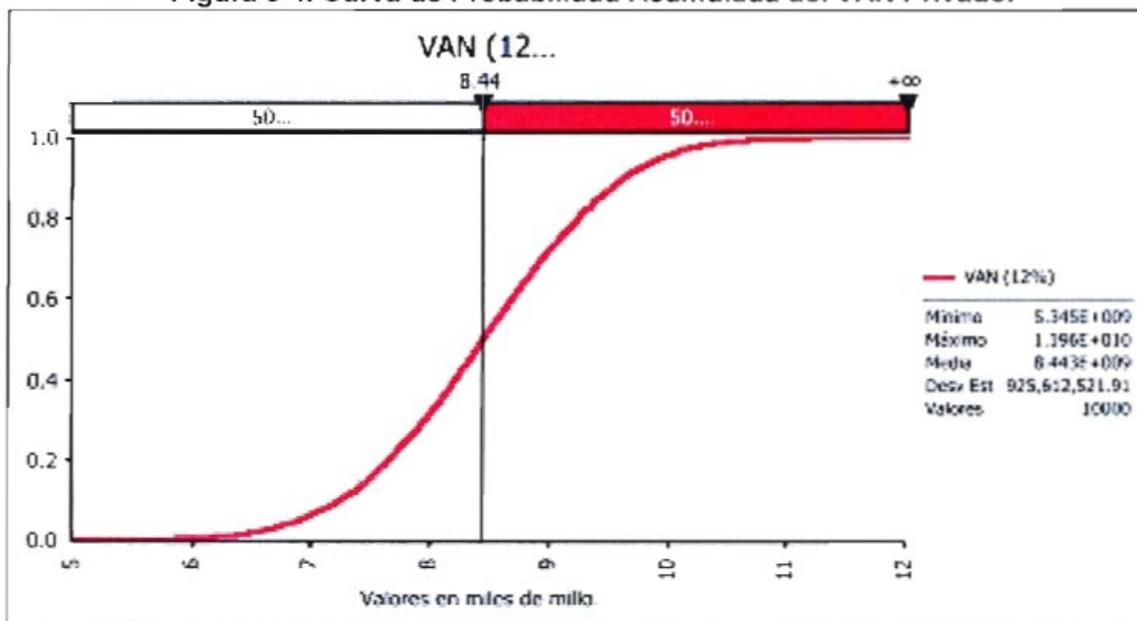


Tabla 9-7. Resumen Resultados VAN Precio Privado y Social.

Estadísticos resumen para VAN (12%)			Estadísticos resumen para VAN (6%)				
Estadísticos	Percentil		Estadísticos	Percentil			
Mínimo	5,344,774,738	5%	6,903,955,004	Mínimo	30,332,934,080	5%	35,031,640,220
Máximo	11,961,231,744	10%	7,246,756,005	Máximo	45,850,527,511	10%	35,735,929,679
Media	8,442,850,755	15%	7,475,831,572	Media	38,234,647,540	15%	36,186,805,130
Desv Est	925,612,522	20%	7,658,401,739	Desv Est	1,965,423,036	20%	36,556,392,066
Varianza	8.56759E+17	25%	7,806,215,400	Varianza	3.86289E+18	25%	36,917,991,358
Índice de sesg	-0.021788349	30%	7,960,772,957	Índice de sesgo	-0.006912935	30%	37,229,906,716
Curtosis	2.917678143	35%	8,090,668,844	Curtosis	3.089610809	35%	37,489,346,690
Mediana	8,438,097,672	40%	8,207,277,195	Mediana	38,243,600,977	40%	37,750,468,924
Moda	8,197,270,340	45%	8,329,409,780	Moda	38,870,854,455	45%	38,007,307,188
X izquierda	6,903,955,004	50%	8,438,097,672	X izquierda	35,031,640,220	50%	38,243,600,977
P izquierda	5%	55%	8,560,123,163	P izquierda	5%	55%	38,500,165,064
X derecha	9,941,866,127	60%	8,680,807,697	X derecha	41,475,699,720	60%	38,749,119,539
P derecha	95%	65%	8,807,772,867	P derecha	95%	65%	38,996,886,083
Diff X	3,037,911,123	70%	8,940,195,689	Diff X	6,444,059,500	70%	39,252,275,111
Diff P	90%	75%	9,086,049,755	Diff P	90%	75%	39,545,959,808
#Errores	0	80%	9,240,250,288	#Errores	0	80%	39,866,800,379
Filtro mín	Apagado	85%	9,415,590,322	Filtro mín	Apagado	85%	40,240,172,948
Filtro máx	Apagado	90%	9,627,620,720	Filtro máx	Apagado	90%	40,728,478,022
#Filtrado	0	95%	9,941,866,127	#Filtrado	0	95%	41,475,699,720

En la Tabla anterior de resultados de VAN, se presentan los valores esperados (media), en riesgo (máximos y mínimos), con lo cual se tiene un valor en riesgo de 6 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)	(-)
21	12.310	3.625	3,40

Tabla 10-2. Relación B/C Óptimo Precios Sociales

Longitud de revestimiento	Beneficios	Costos	Relación Beneficio/Costo
(km)	(\$MM pesos)	(\$MM pesos)	(-)
10	38.704	2.641	14,65

10.2 RENTABILIDAD POR HECTÁREA REGADA

La rentabilidad por hectárea regada consiste en el cociente 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 32,6% en relación a la rentabilidad de la situación sin proyecto. En esta última (optimizada) en relación a la actual sólo sufre un incremento del 6,7%.

Tabla 10-3: Rentabilidad por Hectárea Regada

Situación	Superficie Regada (ha)	Rentabilidad por ha regada (\$)	Incrementos %
Actual	1.251,00	1.876.300	0
Optimizada	1.251,00	2.002.475	6,7
Futura	1.866,00	2.655.359	32,6

Nota: Este cálculo no considera las pérdidas ocasionadas por la variabilidad hidrológica

10.3 INGRESO PER CÁPITA ASIGNABLE AL SECTOR AGROPECUARIO

El ingreso per cápita asignable al sector agropecuario consiste en el cociente 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 111,1% 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	614	3.822.884	0
Futura	614	8.069.869	111,1

10.4 GENERACIÓN DE EXPORTACIONES

La generación de exportaciones corresponde a la utilidad generada por producto exportable en el área de estudio y beneficiada por el embalse.

Al respecto la generación de exportaciones producto de la construcción de obras se incrementa en un 32,6% al pasar de US\$106.708 en situación actual a US\$141.503 en situación futura.

Tabla 10-5: Generación exportaciones (\$US)

Situación	Exportaciones en \$US	Incrementos %
Actual	106.708	0
Futura	141.503	32,6

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 embalse.

Al respecto la generación de impuestos producto de la construcción de obras se incrementa en un 96% al pasar de \$14,7 millones en situación actual a más de \$28,7 millones en situación futura.

Tabla 10-6: Generación Impuestos

Situación	Impuestos en \$	Incrementos %
Actual	14.659.008	0
Futura	28.726.507	96,0

11 CONCLUSIONES

A partir de la evaluación económica realizada, se puede concluir que el proyecto de mejoramiento del canal Villalón es rentable y cuenta con mínimos riesgos de inversión, a nivel social.

De acuerdo a la evaluación social se logra un máximo VAN cercano a los 35 mil millones de pesos para una inversión en revestimiento del canal de entre los 10 y 30 km. Con ello se alcanza una TIR cercana al 20%. En el caso más desfavorable (riesgo), este VAN se reduciría un 15%, 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 óptima de 21 km.

Este consultor, recomienda en base a los resultados obtenidos, que la inversión sea ejecutada en una alianza público privada, en donde por ejemplo el sector privado ejecute las obras de mejoramiento de pérdidas (21 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 más 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 seco 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 10.5-15 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	176	176	0	0	0	8.249
1	195	195	0	0	0	8.249
2	49	232	-183	0	-183	8.249
3	-4.872	182	-5.054	0	-5.054	8.249
4	712	262	450	45	405	8.249
5	3.332	355	2.977	298	2.679	8.249
6	7.125	447	6.678	668	6.010	8.249
7	11.735	447	11.288	1.129	10.159	8.249
8	16.882	447	16.435	1.644	14.791	8.249
9	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
10	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
11	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
12	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
13	20.143	428	19.715	1.972	17.743	8.249
14	20.143	182	19.961	1.996	17.965	8.249
15	20.143	-9	20.152	2.015	18.137	8.249
16	20.143	111	20.032	2.003	18.029	8.249
17	20.143	213	19.930	1.993	17.937	8.249
18	20.143	275	19.868	1.987	17.881	8.249
19	20.143	393	19.750	1.975	17.775	8.249
20	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
21	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
22	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
23	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
24	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
25	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
26	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
27	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
28	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
29	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249
30	20.143	545	19.598	1.960	17.638	8.249

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	156.850	156.850	0	0	0	-7.268
1	157.547	157.547	0	0	0	-7.268
2	158.079	158.940	-861	0	-861	-7.268
3	170.133	154.207	15.926	1.593	14.333	-7.268
4	165.849	157.382	8.467	847	7.620	-7.268
5	167.278	160.866	6.412	641	5.771	-7.268
6	168.783	164.349	4.434	443	3.991	-7.268
7	168.705	164.349	4.356	436	3.920	-7.268
8	164.664	164.349	315	32	283	-7.268
9	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
10	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
11	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
12	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
13	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
14	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
15	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
16	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
17	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
18	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
19	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
20	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
21	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
22	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
23	146.774	170.784	-24.010	0	-24.010	-7.268
24	149.678	170.784	-21.106	0	-21.106	-7.268
25	152.581	170.784	-18.203	0	-18.203	-7.268
26	155.485	170.784	-15.299	0	-15.299	-7.268
27	158.388	170.784	-12.396	0	-12.396	-7.268
28	158.388	170.784	-12.396	0	-12.396	-7.268
29	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268
30	143.871	170.784	-26.913	0	-26.913	-7.268

Tabla 10.5-3: 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	14.677	14.677	0	0	0	159.859
1	15.003	15.003	0	0	0	159.859
2	12.659	15.653	-2.994	0	-2.994	159.859
3	-87.353	15.481	-102.834	0	-102.834	159.859
4	-45.327	16.847	-62.174	0	-62.174	159.859
5	-54.661	18.474	-73.135	0	-73.135	159.859
6	-40.774	20.100	-60.874	0	-60.874	159.859
7	-12.730	20.100	-32.830	0	-32.830	159.859
8	62.033	20.100	41.933	4.193	37.740	159.859
9	268.483	21.181	247.302	24.730	222.572	159.859
10	375.660	21.181	354.479	35.448	319.031	159.859
11	480.089	21.181	458.908	45.891	413.017	159.859
12	536.734	21.181	515.553	51.555	463.998	159.859
13	582.001	20.830	561.171	56.117	505.054	159.859
14	611.826	20.092	591.734	59.173	532.561	159.859
15	673.517	19.522	653.995	65.400	588.595	159.859
16	701.990	19.879	682.111	68.211	613.900	159.859
17	691.968	20.186	671.782	67.178	604.604	159.859
18	682.536	20.372	662.164	66.216	595.948	159.859
19	673.103	20.724	652.379	65.238	587.141	159.859
20	662.762	21.181	641.581	64.158	577.423	159.859
21	653.919	21.181	632.738	63.274	569.464	159.859
22	691.620	21.181	670.439	67.044	603.395	159.859
23	701.990	21.181	680.809	68.081	612.728	159.859
24	691.968	21.181	670.787	67.079	603.708	159.859
25	682.536	21.181	661.355	66.136	595.219	159.859
26	673.103	21.181	651.922	65.192	586.730	159.859
27	662.762	21.181	641.581	64.158	577.423	159.859
28	556.339	21.181	535.158	53.516	481.642	159.859
29	496.525	21.181	475.344	47.534	427.810	159.859
30	398.209	21.181	377.028	37.703	339.325	159.859

Tabla 10.5-4: 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	722.353	722.353	0	0	0	-9.322
1	716.570	716.570	0	0	0	-9.322
2	702.417	704.999	-2.582	0	-2.582	-9.322
3	697.401	668.266	29.135	2.914	26.221	-9.322
4	675.600	646.233	29.367	2.937	26.430	-9.322
5	651.087	617.310	33.777	3.378	30.399	-9.322
6	622.235	588.387	33.848	3.385	30.463	-9.322
7	584.091	588.387	-4.296	0	-4.296	-9.322
8	549.842	588.387	-38.545	0	-38.545	-9.322
9	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
10	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
11	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
12	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
13	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
14	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
15	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
16	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
17	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
18	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
19	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
20	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
21	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
22	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
23	562.467	606.659	-44.192	0	-44.192	-9.322
24	556.236	606.659	-50.423	0	-50.423	-9.322
25	550.006	606.659	-56.653	0	-56.653	-9.322
26	543.776	606.659	-62.883	0	-62.883	-9.322
27	537.545	606.659	-69.114	0	-69.114	-9.322
28	537.545	606.659	-69.114	0	-69.114	-9.322
29	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322
30	568.697	606.659	-37.962	0	-37.962	-9.322

Tabla 10.5-5: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio (\$)

Estrato de Tamaño 1,01 a 5 ha Nivel Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponibile	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	1.169.351	1.169.351	0	0	0	-20.533
1	1.189.889	1.189.889	0	0	0	-20.533
2	1.226.673	1.230.967	-4.294	0	-4.294	-20.533
3	1.212.386	1.271.696	-59.310	0	-59.310	-20.533
4	1.149.344	1.355.043	-205.699	0	-205.699	-20.533
5	1.089.190	1.355.043	-265.853	0	-265.853	-20.533
6	1.024.556	1.355.043	-330.487	0	-330.487	-20.533
7	1.127.477	1.355.043	-227.566	0	-227.566	-20.533
8	1.175.426	1.355.042	-179.616	0	-179.616	-20.533
9	1.257.192	1.374.739	-117.547	0	-117.547	-20.533
10	1.371.236	1.374.739	-3.503	0	-3.503	-20.533
11	1.498.848	1.374.739	124.109	12.411	111.698	-20.533
12	1.563.814	1.374.739	189.075	18.908	170.167	-20.533
13	1.576.649	1.358.920	217.729	21.773	195.956	-20.533
14	1.591.435	1.351.670	239.765	23.977	215.788	-20.533
15	1.591.435	1.321.068	270.367	27.037	243.330	-20.533
16	1.591.435	1.336.687	254.748	25.475	229.273	-20.533
17	1.591.435	1.331.197	260.238	26.024	234.214	-20.533
18	1.591.435	1.174.383	417.052	41.705	375.347	-20.533
19	1.591.435	1.216.191	375.244	37.524	337.720	-20.533
20	952.118	600.003	352.115	35.212	316.903	-20.533
21	1.591.435	676.084	915.351	91.535	823.816	-20.533
22	1.591.435	967.741	623.694	62.369	561.325	-20.533
23	1.493.776	1.014.508	479.268	47.927	431.341	-20.533
24	1.387.612	1.177.103	210.509	21.051	189.458	-20.533
25	1.278.407	1.312.179	-33.772	0	-33.772	-20.533
26	1.156.015	1.319.087	-163.072	0	-163.072	-20.533
27	1.251.628	1.331.734	-80.106	0	-80.106	-20.533
28	1.258.019	1.347.830	-89.811	0	-89.811	-20.533
29	1.298.460	1.360.724	-62.264	0	-62.264	-20.533
30	1.361.355	1.361.173	182	18	164	-20.533

Tabla 10.5-6: 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	-374.714	-374.714	0	0	0	79.923
1	-374.900	-374.900	0	0	0	79.923
2	-389.785	-375.274	-14.511	0	-14.511	79.923
3	-897.411	-392.606	-504.805	0	-504.805	79.923
4	-876.819	-392.396	-484.423	0	-484.423	79.923
5	-1.163.520	-393.329	-770.191	0	-770.191	79.923
6	-1.468.346	-394.262	-1.074.084	0	-1.074.084	79.923
7	-1.782.784	-394.262	-1.388.522	0	-1.388.522	79.923
8	-1.861.492	-394.262	-1.467.230	0	-1.467.230	79.923
9	-876.790	-378.446	-498.344	0	-498.344	79.923
10	-433.645	-378.446	-55.199	0	-55.199	79.923
11	275.530	-378.446	653.976	65.398	588.578	79.923
12	814.951	-378.446	1.193.397	119.340	1.074.057	79.923
13	1.261.203	-378.446	1.639.649	163.965	1.475.684	79.923
14	1.547.789	-378.446	1.926.235	192.624	1.733.611	79.923
15	1.692.869	-378.446	2.071.315	207.132	1.864.183	79.923
16	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
17	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
18	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
19	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
20	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
21	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
22	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
23	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
24	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
25	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
26	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
27	1.694.870	-378.446	2.073.316	207.332	1.865.984	79.923
28	1.310.904	-378.446	1.689.350	168.935	1.520.415	79.923
29	931.940	-378.446	1.310.386	131.039	1.179.347	79.923
30	422.121	-378.446	800.567	80.057	720.510	79.923

Tabla 10.5-7: 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	558.453	558.453	0	0	0	560.667
1	544.775	544.775	0	0	0	560.667
2	502.095	517.420	-15.325	0	-15.325	560.667
3	-146.484	440.393	-586.877	0	-586.877	560.667
4	-53.846	387.734	-441.580	0	-441.580	560.667
5	-263.401	319.345	-582.746	0	-582.746	560.667
6	-406.250	250.956	-657.206	0	-657.206	560.667
7	-481.573	250.956	-732.529	0	-732.529	560.667
8	-239.480	250.956	-490.436	0	-490.436	560.667
9	1.251.587	284.897	966.690	96.669	870.021	560.667
10	1.834.104	284.897	1.549.207	154.921	1.394.286	560.667
11	2.323.286	284.897	2.038.389	203.839	1.834.550	560.667
12	2.655.273	284.897	2.370.376	237.038	2.133.338	560.667
13	2.915.761	284.897	2.630.864	263.086	2.367.778	560.667
14	3.106.446	284.897	2.821.549	282.155	2.539.394	560.667
15	3.237.343	284.897	2.952.446	295.245	2.657.201	560.667
16	3.289.970	284.897	3.005.073	300.507	2.704.566	560.667
17	3.289.970	284.897	3.005.073	300.507	2.704.566	560.667
18	3.289.970	284.897	3.005.073	300.507	2.704.566	560.667
19	3.289.970	284.897	3.005.073	300.507	2.704.566	560.667
20	3.289.970	284.897	3.005.073	300.507	2.704.566	560.667
21	3.289.970	284.897	3.005.073	300.507	2.704.566	560.667
22	3.289.970	284.897	3.005.073	300.507	2.704.566	560.667
23	3.094.749	284.897	2.809.852	280.985	2.528.867	560.667
24	2.894.938	284.897	2.610.041	261.004	2.349.037	560.667
25	2.641.059	284.897	2.356.162	235.616	2.120.546	560.667
26	2.328.523	284.897	2.043.626	204.363	1.839.263	560.667
27	2.008.443	284.897	1.723.546	172.355	1.551.191	560.667
28	1.483.992	284.897	1.199.095	119.910	1.079.185	560.667
29	1.931.065	284.897	1.646.168	164.617	1.481.551	560.667
30	1.735.190	284.897	1.450.293	145.029	1.305.264	560.667

Tabla 10.5-8: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio (\$)

Estrato de Tamaño 5,01 a 15 ha Nivel Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponibile	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	3.038.751	3.038.751	0	0	0	245.953
1	3.043.557	3.043.557	0	0	0	245.953
2	3.043.832	3.053.170	-9.338	0	-9.338	245.953
3	3.063.721	3.021.075	42.646	4.265	38.381	245.953
4	3.010.949	3.042.955	-32.006	0	-32.006	245.953
5	2.980.930	3.042.955	-62.025	0	-62.025	245.953
6	2.989.092	3.042.955	-53.863	0	-53.863	245.953
7	3.093.856	3.042.955	50.901	5.090	45.811	245.953
8	3.188.709	3.042.954	145.755	14.576	131.179	245.953
9	3.281.629	3.086.817	194.812	19.481	175.331	245.953
10	3.237.293	3.086.817	150.476	15.048	135.428	245.953
11	3.238.069	3.086.817	151.252	15.125	136.127	245.953
12	3.263.178	3.086.817	176.361	17.636	158.725	245.953
13	3.296.713	3.070.998	225.715	22.572	203.143	245.953
14	3.301.977	2.856.414	445.563	44.556	401.007	245.953
15	3.301.977	-95.531	3.397.508	339.751	3.057.757	245.953
16	3.301.977	1.149.790	2.152.187	215.219	1.936.968	245.953
17	3.301.977	1.614.624	1.687.353	168.735	1.518.618	245.953
18	3.301.977	1.664.629	1.637.348	163.735	1.473.613	245.953
19	3.301.977	2.058.980	1.242.997	124.300	1.118.697	245.953
20	1.902.534	1.574.460	328.074	32.807	295.267	245.953
21	3.301.977	2.990.505	311.472	31.147	280.325	245.953
22	3.301.977	3.029.389	272.588	27.259	245.329	245.953
23	3.418.280	3.030.714	387.566	38.757	348.809	245.953
24	3.557.945	3.050.565	507.380	50.738	456.642	245.953
25	3.711.682	3.070.139	641.543	64.154	577.389	245.953
26	3.871.262	3.072.198	799.064	79.906	719.158	245.953
27	3.749.677	3.075.175	674.502	67.450	607.052	245.953
28	3.437.449	3.080.881	356.568	35.657	320.911	245.953
29	3.137.653	3.083.155	54.498	5.450	49.048	245.953
30	2.775.857	3.084.193	-308.336	0	-308.336	245.953

Tabla 10.5-9: 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	14.219	14.219	0	0	0	1.070.745
1	14.498	14.498	0	0	0	1.070.745
2	-20.657	15.057	-35.714	0	-35.714	1.070.745
3	-1.827.884	12.977	-1.840.861	0	-1.840.861	1.070.745
4	-1.521.879	14.260	-1.536.139	0	-1.536.139	1.070.745
5	-2.146.242	15.656	-2.161.898	0	-2.161.898	1.070.745
6	-2.633.353	17.052	-2.650.405	0	-2.650.405	1.070.745
7	-2.944.294	17.052	-2.961.346	0	-2.961.346	1.070.745
8	-2.352.597	17.053	-2.369.650	0	-2.369.650	1.070.745
9	1.309.727	19.804	1.289.923	128.992	1.160.931	1.070.745
10	2.940.365	19.804	2.920.561	292.056	2.628.505	1.070.745
11	4.609.271	19.804	4.589.467	458.947	4.130.520	1.070.745
12	5.929.205	19.804	5.909.401	590.940	5.318.461	1.070.745
13	6.917.822	18.515	6.899.307	689.931	6.209.376	1.070.745
14	7.468.373	15.812	7.452.561	745.256	6.707.305	1.070.745
15	7.827.142	13.718	7.813.424	781.342	7.032.082	1.070.745
16	7.960.767	15.031	7.945.736	794.574	7.151.162	1.070.745
17	7.942.385	16.156	7.926.229	792.623	7.133.606	1.070.745
18	7.925.083	16.836	7.908.247	790.825	7.117.422	1.070.745
19	7.907.782	18.131	7.889.651	788.965	7.100.686	1.070.745
20	7.888.754	19.804	7.868.950	786.895	7.082.055	1.070.745
21	7.872.534	19.804	7.852.730	785.273	7.067.457	1.070.745
22	7.941.222	19.804	7.921.418	792.142	7.129.276	1.070.745
23	7.379.657	19.804	7.359.853	735.985	6.623.868	1.070.745
24	6.775.879	19.804	6.756.075	675.608	6.080.467	1.070.745
25	6.044.762	19.804	6.024.958	602.496	5.422.462	1.070.745
26	5.219.872	19.804	5.200.068	520.007	4.680.061	1.070.745
27	4.405.443	19.804	4.385.639	438.564	3.947.075	1.070.745
28	3.051.431	19.804	3.031.627	303.163	2.728.464	1.070.745
29	3.630.074	19.804	3.610.270	361.027	3.249.243	1.070.745
30	3.367.402	19.804	3.347.598	334.760	3.012.838	1.070.745

Tabla 10.5-10: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio (\$)
Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Medio

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	1.319.864	1.319.864	0	0	0	496.502
1	1.362.259	1.362.259	0	0	0	496.502
2	1.412.159	1.447.049	-34.890	0	-34.890	496.502
3	3.530	1.497.714	-1.494.184	0	-1.494.184	496.502
4	136.411	1.671.660	-1.535.249	0	-1.535.249	496.502
5	-389.516	1.883.637	-2.273.153	0	-2.273.153	496.502
6	-803.996	2.095.612	-2.899.608	0	-2.899.608	496.502
7	-1.090.544	2.095.612	-3.186.156	0	-3.186.156	496.502
8	-630.449	2.095.612	-2.726.061	0	-2.726.061	496.502
9	2.771.768	2.167.768	604.000	60.400	543.600	496.502
10	4.090.138	2.167.768	1.922.370	192.237	1.730.133	496.502
11	5.398.790	2.167.768	3.231.022	323.102	2.907.920	496.502
12	6.427.516	2.167.768	4.259.748	425.975	3.833.773	496.502
13	7.165.903	2.076.957	5.088.946	508.895	4.580.051	496.502
14	7.591.750	1.886.552	5.705.198	570.520	5.134.678	496.502
15	7.852.703	1.739.052	6.113.651	611.365	5.502.286	496.502
16	7.960.574	1.831.587	6.128.987	612.899	5.516.088	496.502
17	7.942.050	1.910.797	6.031.253	603.125	5.428.128	496.502
18	7.924.616	1.958.683	5.965.933	596.593	5.369.340	496.502
19	7.907.181	2.049.853	5.857.328	585.733	5.271.595	496.502
20	7.320.403	1.600.185	5.720.218	572.022	5.148.196	496.502
21	7.871.641	2.167.768	5.703.873	570.387	5.133.486	496.502
22	7.940.670	2.167.768	5.772.902	577.290	5.195.612	496.502
23	7.364.112	2.167.768	5.196.344	519.634	4.676.710	496.502
24	6.760.404	2.167.768	4.592.636	459.264	4.133.372	496.502
25	6.065.016	2.167.768	3.897.248	389.725	3.507.523	496.502
26	5.293.148	2.167.768	3.125.380	312.538	2.812.842	496.502
27	4.548.750	2.167.768	2.380.982	238.098	2.142.884	496.502
28	3.398.889	2.167.768	1.231.121	123.112	1.108.009	496.502
29	4.409.712	2.167.768	2.241.944	224.194	2.017.750	496.502
30	4.042.426	2.167.768	1.874.658	187.466	1.687.192	496.502

Tabla 10.5-11: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio (\$)

Estrato de Tamaño 15,01 a 50 ha Nivel Alto

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	5.068.145	5.068.145	0	0	0	1.437.763
1	5.092.813	5.092.813	0	0	0	1.437.763
2	5.105.870	5.142.151	-36.281	0	-36.281	1.437.763
3	4.685.375	5.015.607	-330.232	0	-330.232	1.437.763
4	5.365.357	5.125.721	239.636	23.964	215.672	1.437.763
5	5.733.238	5.125.721	607.517	60.752	546.765	1.437.763
6	6.259.941	5.125.721	1.134.220	113.422	1.020.798	1.437.763
7	6.153.611	5.125.721	1.027.890	102.789	925.101	1.437.763
8	6.284.176	5.125.721	1.158.455	115.846	1.042.609	1.437.763
9	6.710.225	5.314.829	1.395.396	139.540	1.255.856	1.437.763
10	7.091.078	5.314.829	1.776.249	177.625	1.598.624	1.437.763
11	7.606.022	5.314.829	2.291.193	229.119	2.062.074	1.437.763
12	7.784.437	5.314.829	2.469.608	246.961	2.222.647	1.437.763
13	7.939.449	5.270.302	2.669.147	266.915	2.402.232	1.437.763
14	7.972.390	4.612.530	3.359.860	335.986	3.023.874	1.437.763
15	7.972.390	1.508.737	6.463.653	646.365	5.817.288	1.437.763
16	7.972.390	3.137.046	4.835.344	483.534	4.351.810	1.437.763
17	7.972.390	115.526	7.856.864	785.686	7.071.178	1.437.763
18	7.972.390	1.827.015	6.145.375	614.538	5.530.837	1.437.763
19	7.972.390	2.624.653	5.347.737	534.774	4.812.963	1.437.763
20	1.438.515	-3.045.323	4.483.838	448.384	4.035.454	1.437.763
21	7.972.390	415.228	7.557.162	755.716	6.801.446	1.437.763
22	7.972.390	1.691.386	6.281.004	628.100	5.652.904	1.437.763
23	7.887.508	2.829.135	5.058.373	505.837	4.552.536	1.437.763
24	7.796.164	3.502.873	4.293.291	429.329	3.863.962	1.437.763
25	7.705.368	4.987.725	2.717.643	271.764	2.445.879	1.437.763
26	7.597.115	4.993.521	2.603.594	260.359	2.343.235	1.437.763
27	7.647.900	5.186.084	2.461.816	246.182	2.215.634	1.437.763
28	7.309.180	5.223.051	2.086.129	208.613	1.877.516	1.437.763
29	7.051.436	5.288.720	1.762.716	176.272	1.586.444	1.437.763
30	6.849.799	5.307.440	1.542.359	154.236	1.388.123	1.437.763

Tabla 10.5-12: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio (\$)

Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Nivel Bajo

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	0	0	0	0	0	5.596.323
1	0	0	0	0	0	5.596.323
2	-80.930	0	-80.930	0	-80.930	5.596.323
3	-3.252.693	0	-3.252.693	0	-3.252.693	5.596.323
4	434.891	0	434.891	43.489	391.402	5.596.323
5	2.309.098	0	2.309.098	230.910	2.078.188	5.596.323
6	5.006.605	0	5.006.605	500.661	4.505.944	5.596.323
7	8.186.366	0	8.186.366	818.637	7.367.729	5.596.323
8	11.816.971	0	11.816.971	1.181.697	10.635.274	5.596.323
9	14.268.537	0	14.268.537	1.426.854	12.841.683	5.596.323
10	13.628.864	0	13.628.864	1.362.886	12.265.978	5.596.323
11	13.026.818	0	13.026.818	1.302.682	11.724.136	5.596.323
12	12.424.771	0	12.424.771	1.242.477	11.182.294	5.596.323
13	11.761.002	0	11.761.002	1.176.100	10.584.902	5.596.323
14	11.196.584	0	11.196.584	1.119.658	10.076.926	5.596.323
15	13.572.750	0	13.572.750	1.357.275	12.215.475	5.596.323
16	14.268.537	0	14.268.537	1.426.854	12.841.683	5.596.323
17	13.628.864	0	13.628.864	1.362.886	12.265.978	5.596.323
18	13.026.818	0	13.026.818	1.302.682	11.724.136	5.596.323
19	12.424.771	0	12.424.771	1.242.477	11.182.294	5.596.323
20	11.761.002	0	11.761.002	1.176.100	10.584.902	5.596.323
21	11.196.584	0	11.196.584	1.119.658	10.076.926	5.596.323
22	13.572.750	0	13.572.750	1.357.275	12.215.475	5.596.323
23	14.268.537	0	14.268.537	1.426.854	12.841.683	5.596.323
24	13.628.864	0	13.628.864	1.362.886	12.265.978	5.596.323
25	13.026.818	0	13.026.818	1.302.682	11.724.136	5.596.323
26	12.424.771	0	12.424.771	1.242.477	11.182.294	5.596.323
27	11.761.002	0	11.761.002	1.176.100	10.584.902	5.596.323
28	11.196.584	0	11.196.584	1.119.658	10.076.926	5.596.323
29	13.572.750	0	13.572.750	1.357.275	12.215.475	5.596.323
30	14.268.537	0	14.268.537	1.426.854	12.841.683	5.596.323

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	9.252.476	9.252.476	0	0	0	3.665.472
1	9.182.733	9.182.733	0	0	0	3.665.472
2	8.966.173	9.043.249	-77.076	0	-77.076	3.665.472
3	8.282.039	8.364.586	-82.547	0	-82.547	3.665.472
4	8.663.743	8.112.393	551.350	55.135	496.215	3.665.472
5	8.576.678	8.112.393	464.285	46.429	417.856	3.665.472
6	8.731.223	8.112.393	618.830	61.883	556.947	3.665.472
7	9.322.968	8.112.393	1.210.575	121.058	1.089.517	3.665.472
8	10.680.881	8.112.392	2.568.489	256.849	2.311.640	3.665.472
9	12.755.691	8.555.052	4.200.639	420.064	3.780.575	3.665.472
10	14.738.006	8.555.052	6.182.954	618.295	5.564.659	3.665.472
11	16.848.169	8.555.052	8.293.117	829.312	7.463.805	3.665.472
12	17.657.847	8.555.052	9.102.795	910.280	8.192.515	3.665.472
13	18.048.213	8.555.052	9.493.161	949.316	8.543.845	3.665.472
14	18.169.295	8.555.052	9.614.243	961.424	8.652.819	3.665.472
15	18.169.295	8.555.052	9.614.243	961.424	8.652.819	3.665.472
16	18.169.295	8.555.052	9.614.243	961.424	8.652.819	3.665.472
17	18.169.295	3.840.095	14.329.200	1.432.920	12.896.280	3.665.472
18	18.169.295	4.969.994	13.199.301	1.319.930	11.879.371	3.665.472
19	18.169.295	3.017.230	15.152.065	1.515.207	13.636.858	3.665.472
20	1.389.007	-14.216.246	15.605.253	1.560.525	14.044.728	3.665.472
21	18.169.295	-9.558.628	27.727.923	2.772.792	24.955.131	3.665.472
22	18.169.295	-1.764.820	19.934.115	1.993.412	17.940.703	3.665.472
23	17.214.839	1.834.869	15.379.970	1.537.997	13.841.973	3.665.472
24	16.177.482	4.532.830	11.644.652	1.164.465	10.480.187	3.665.472
25	15.075.413	8.700.063	6.375.350	637.535	5.737.815	3.665.472
26	13.862.051	8.672.152	5.189.899	518.990	4.670.909	3.665.472
27	14.307.508	8.594.990	5.712.518	571.252	5.141.266	3.665.472
28	13.528.585	8.555.052	4.973.533	497.353	4.476.180	3.665.472
29	13.118.934	8.555.052	4.563.882	456.388	4.107.494	3.665.472
30	12.857.235	8.555.052	4.302.183	430.218	3.871.965	3.665.472

Tabla 10.5-14: Resumen de Flujos Financieros por Predio Promedio (\$)

Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Nivel Medio

Años	Flujos			Rentabilidad Predial	Utilidad Disponible	Anualidad Equivalente
	S. Futura	S. Actual	Diferencial			
0	0	0	0	0	0	2.600.533
1	0	0	0	0	0	2.600.533
2	-122.485	0	-122.485	0	-122.485	2.600.533
3	-7.661.512	0	-7.661.512	0	-7.661.512	2.600.533
4	-7.617.789	0	-7.617.789	0	-7.617.789	2.600.533
5	-10.853.677	0	-10.853.677	0	-10.853.677	2.600.533
6	-13.476.446	0	-13.476.446	0	-13.476.446	2.600.533
7	-15.281.333	0	-15.281.333	0	-15.281.333	2.600.533
8	-12.945.870	0	-12.945.870	0	-12.945.870	2.600.533
9	5.041.036	0	5.041.036	504.104	4.536.932	2.600.533
10	11.611.859	0	11.611.859	1.161.186	10.450.673	2.600.533
11	17.145.854	0	17.145.854	1.714.585	15.431.269	2.600.533
12	21.046.940	0	21.046.940	2.104.694	18.942.246	2.600.533
13	24.045.914	0	24.045.914	2.404.591	21.641.323	2.600.533
14	26.257.579	0	26.257.579	2.625.758	23.631.821	2.600.533
15	27.755.559	0	27.755.559	2.775.556	24.980.003	2.600.533
16	28.319.070	0	28.319.070	2.831.907	25.487.163	2.600.533
17	28.319.070	0	28.319.070	2.831.907	25.487.163	2.600.533
18	28.319.070	0	28.319.070	2.831.907	25.487.163	2.600.533
19	28.319.070	0	28.319.070	2.831.907	25.487.163	2.600.533
20	28.319.070	0	28.319.070	2.831.907	25.487.163	2.600.533
21	28.319.070	0	28.319.070	2.831.907	25.487.163	2.600.533
22	28.319.070	0	28.319.070	2.831.907	25.487.163	2.600.533
23	26.026.315	0	26.026.315	2.602.632	23.423.683	2.600.533
24	23.674.751	0	23.674.751	2.367.475	21.307.276	2.600.533
25	20.630.375	0	20.630.375	2.063.038	18.567.337	2.600.533
26	16.834.379	0	16.834.379	1.683.438	15.150.941	2.600.533
27	12.941.712	0	12.941.712	1.294.171	11.647.541	2.600.533
28	6.926.407	0	6.926.407	692.641	6.233.766	2.600.533
29	12.316.621	0	12.316.621	1.231.662	11.084.959	2.600.533
30	10.552.736	0	10.552.736	1.055.274	9.497.462	2.600.533

Tabla 10.5-15: 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	46.420.806	46.420.806	0	0	0	8.107.717
1	46.819.741	46.819.741	0	0	0	8.107.717
2	47.359.539	47.617.609	-258.070	0	-258.070	8.107.717
3	36.317.388	47.763.343	-11.445.955	0	-11.445.955	8.107.717
4	37.934.179	49.419.032	-11.484.853	0	-11.484.853	8.107.717
5	34.548.758	49.419.032	-14.870.274	0	-14.870.274	8.107.717
6	32.406.250	49.419.032	-17.012.782	0	-17.012.782	8.107.717
7	49.465.776	49.419.032	46.744	4.674	42.070	8.107.717
8	56.218.589	49.419.030	6.799.559	679.956	6.119.603	8.107.717
9	63.087.027	50.410.153	12.676.874	1.267.687	11.409.187	8.107.717
10	67.613.499	50.410.153	17.203.346	1.720.335	15.483.011	8.107.717
11	70.950.591	50.410.153	20.540.438	2.054.044	18.486.394	8.107.717
12	71.765.124	50.410.153	21.354.971	2.135.497	19.219.474	8.107.717
13	72.832.184	49.791.463	23.040.721	2.304.072	20.736.649	8.107.717
14	73.206.688	15.274.590	57.932.098	5.793.210	52.138.888	8.107.717
15	73.206.688	4.963.096	68.243.592	6.824.359	61.419.233	8.107.717
16	73.206.688	14.952.450	58.254.238	5.825.424	52.428.814	8.107.717
17	73.206.688	-9.563.462	82.770.150	8.277.015	74.493.135	8.107.717
18	73.206.688	4.583.975	68.622.713	6.862.271	61.760.442	8.107.717
19	73.206.688	22.034.710	51.171.978	5.117.198	46.054.780	8.107.717
20	32.091.887	-7.925.209	40.017.096	4.001.710	36.015.386	8.107.717
21	73.206.688	27.167.537	46.039.151	4.603.915	41.435.236	8.107.717
22	73.206.688	36.985.644	36.221.044	3.622.104	32.598.940	8.107.717
23	70.460.607	41.833.574	28.627.033	2.862.703	25.764.330	8.107.717
24	67.423.591	43.704.286	23.719.305	2.371.931	21.347.374	8.107.717
25	64.087.399	49.692.169	14.395.230	1.439.523	12.955.707	8.107.717
26	60.745.159	49.787.022	10.958.137	1.095.814	9.862.323	8.107.717
27	69.626.637	49.943.989	19.682.648	1.968.265	17.714.383	8.107.717
28	65.951.626	50.177.976	15.773.650	1.577.365	14.196.285	8.107.717
29	60.649.685	50.266.953	10.382.732	1.038.273	9.344.459	8.107.717
30	54.731.477	50.307.502	4.423.975	442.398	3.981.577	8.107.717

**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	

“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	<i>Movimientos de Tierra</i>	5
1.3.2	<i>Obras Civiles</i>	6
1.3.3	<i>Tuberías: Suministro, transporte interno, colocación y prueba de Cañerías y Piezas Especiales</i>	8
1.3.4	<i>Instalaciones eléctricas, Instrumentación y Control</i>	8
1.3.5	<i>Suministro y Montaje de Equipos</i>	9
1.3.6	<i>Rotura y Reposición de Pavimentos</i>	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	<i>Análisis de precios unitarios en UF</i>	14
2.4	ESTUDIO DE TENDENCIAS PARTIDAS RELEVANTES PERIODO 2007-2015.....	16
2.5	PRECIO EFICIENTE REVESTIMIENTO DEL CANAL.....	19
2.6	PRECIO EFICIENTE RETENCION MATERIAL DE LADERA EN PORTAL DE ENTRADA.....	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 Villalón**, 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 N° 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 construcción.

CONCEPTO	DEFINICIÓN
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
- Ingeniería 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 N° 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 N° 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 N° 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 N° 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.TU.AC.PB.RE.04.D	Tubería de acero punta biselada/soldar galvanizado	Tubería l 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 N° 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:

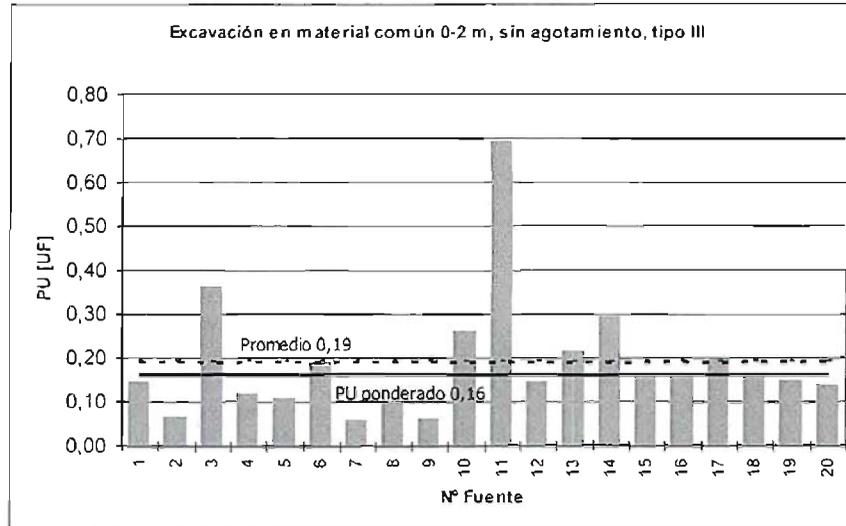
- Excavación en material común 0-2 m, sin agotamiento.
- Relleno de con material de la excavación compactado con vibrocompactador.
- Retiro y transporte de excedentes.

- 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

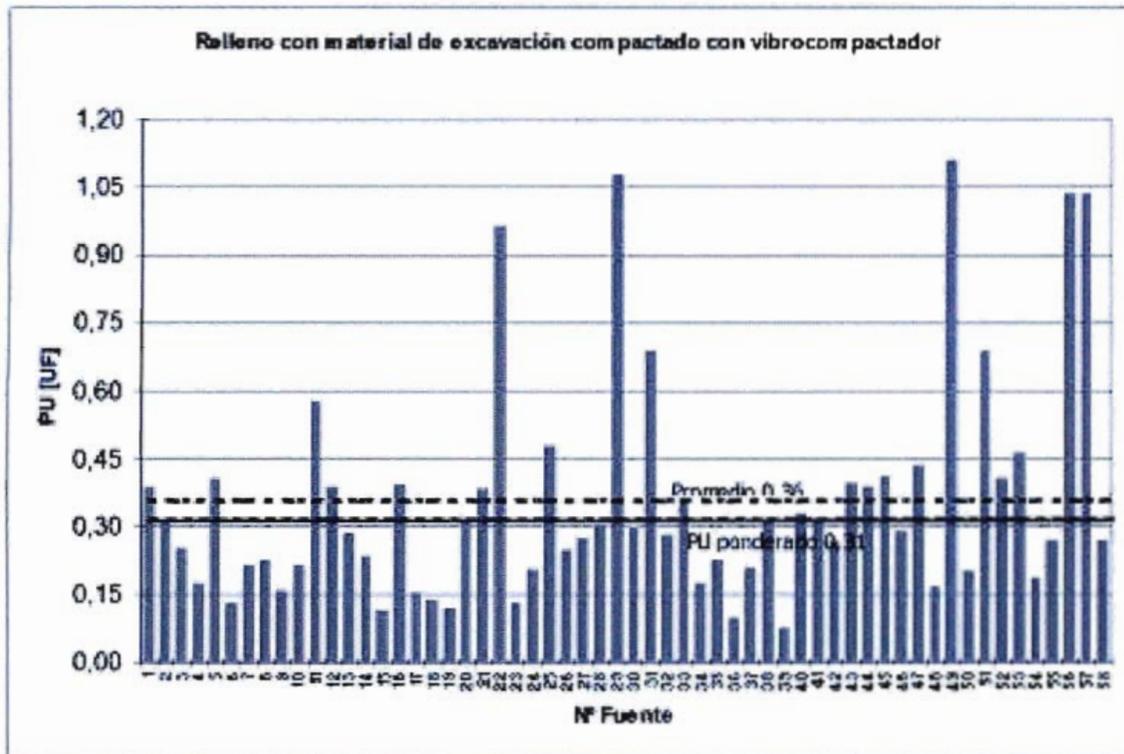


Para efecto de este estudio se ha utilizado 0,16 UF (4.016 \$clp/m3), valor levemente superior al indicado por ONDAC para excavación en zanja en la IV región.

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

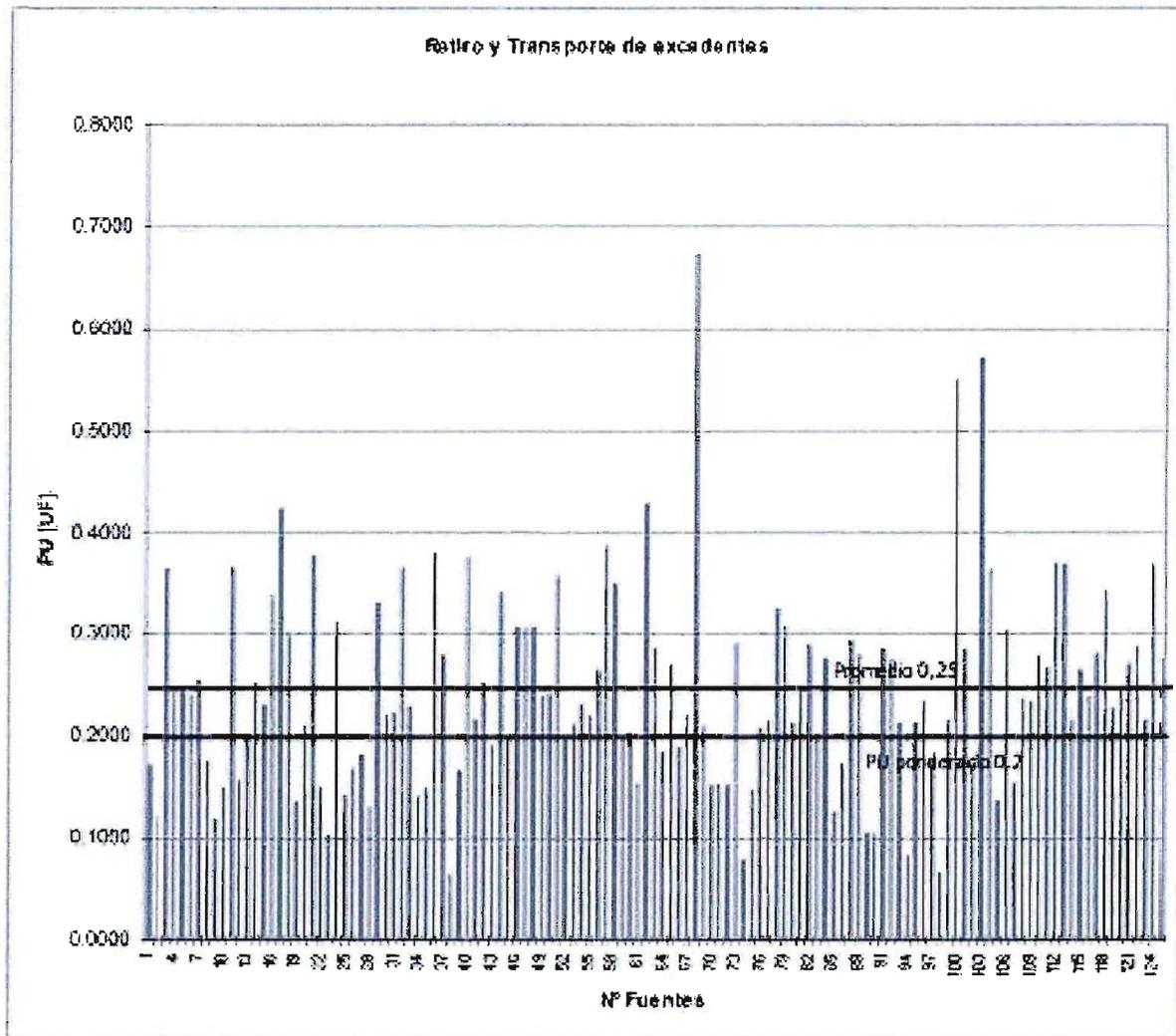


Para efecto de este estudio se ha utilizado 0,36 UF (9.031 \$CLP/m3).

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

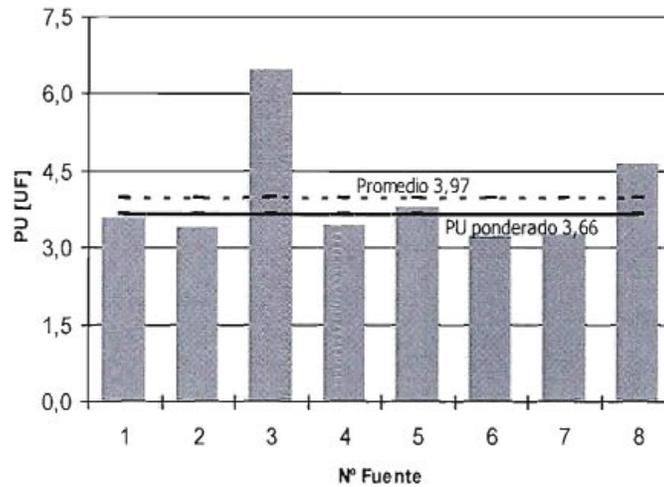


Para efecto de este estudio se ha utilizado 0,25 UF (6.271 \$clp/m³), valor levemente superior al indicado por ONDAC.

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%
LÉYES 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.

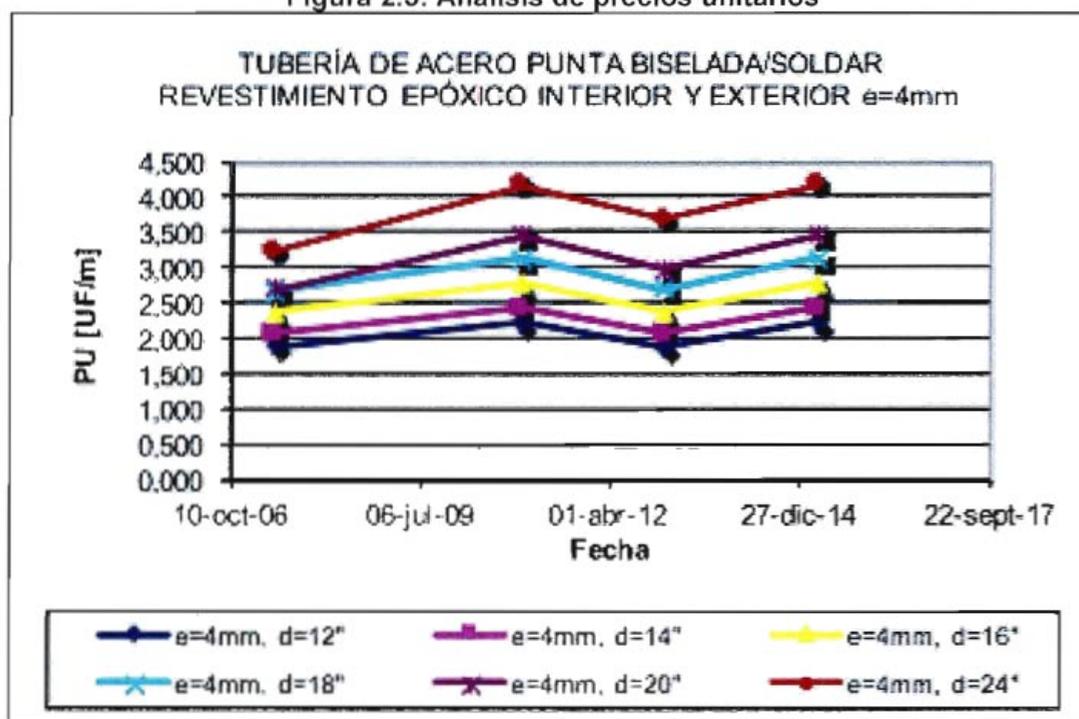
Dado lo anterior se ha establecido un precio de 6,9 UF/m³ de hormigón estructural H-25.(175.185 \$CLP/m³) a nivel de prefactibilidad.

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.

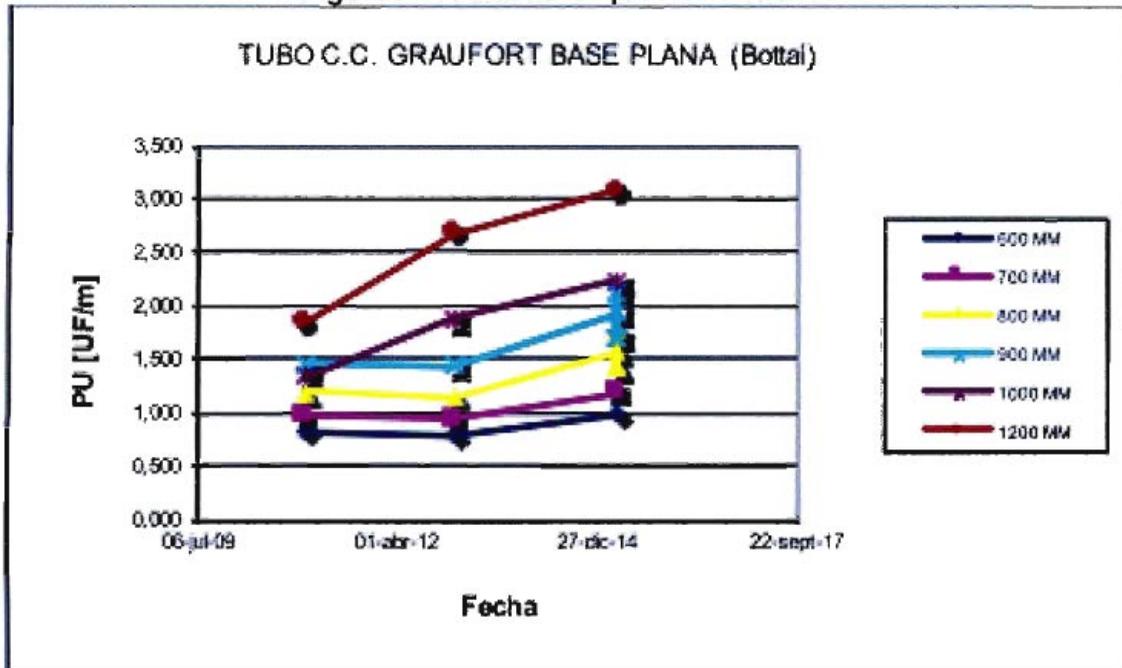
Figura 2.5: Análisis de precios unitarios



Como se observa en el gráfico anterior, los precios unitarios de las tuberías de acero tienden al alza en el periodo 2013-2015.

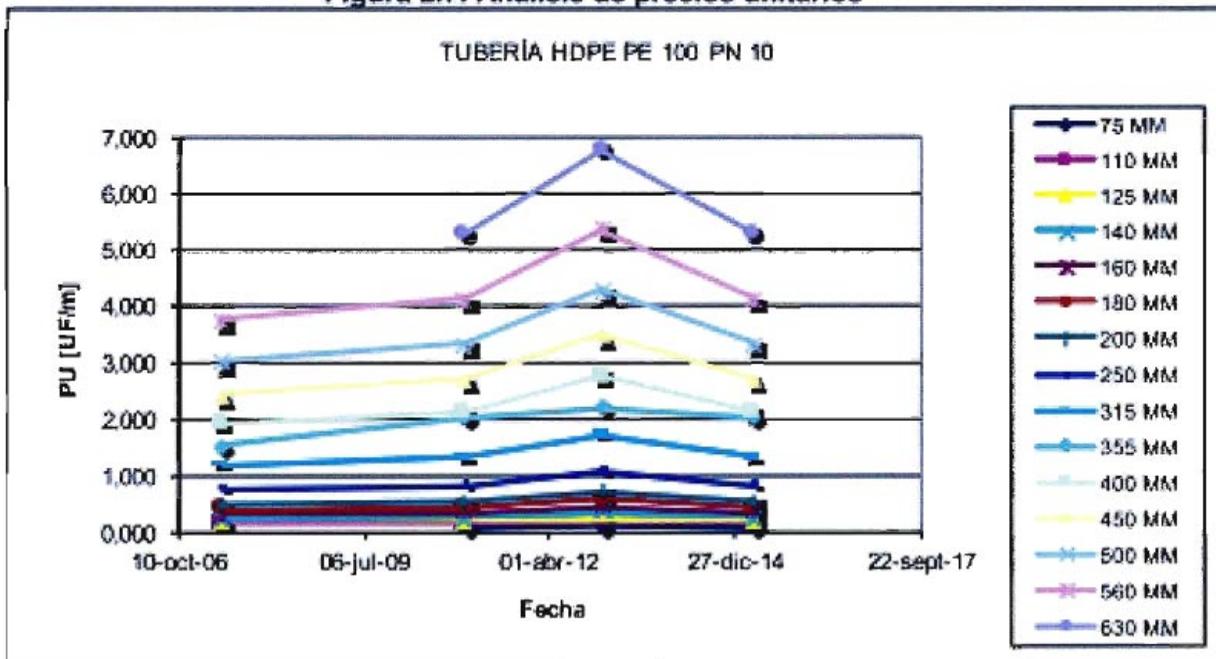
Según el gráfico siguiente, las tuberías de cemento comprimido graufort base plana presentan una tendencia al aumento en sus precios a través del tiempo.

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 sería 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

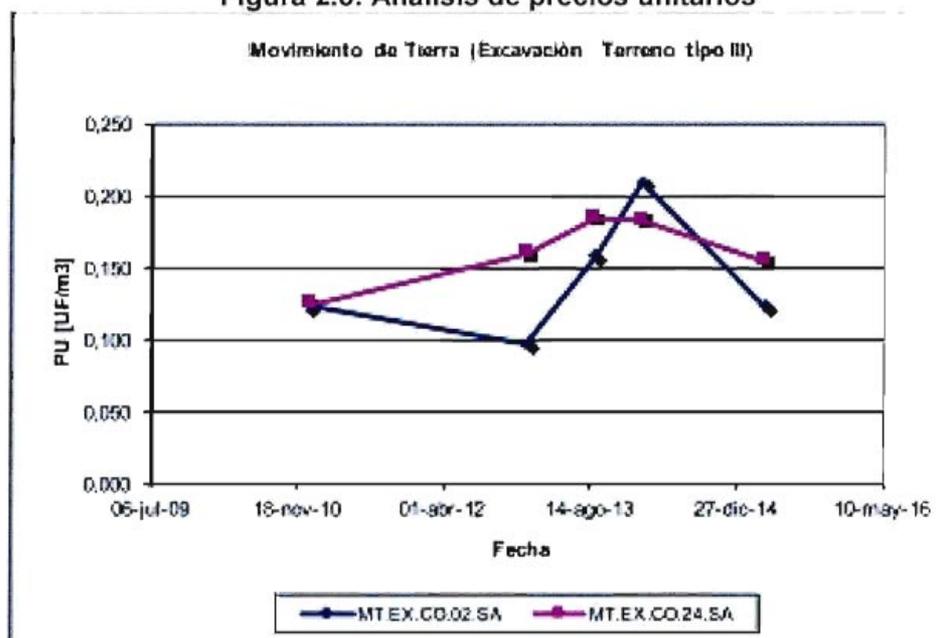


Figura 2.9: Análisis de precios unitarios

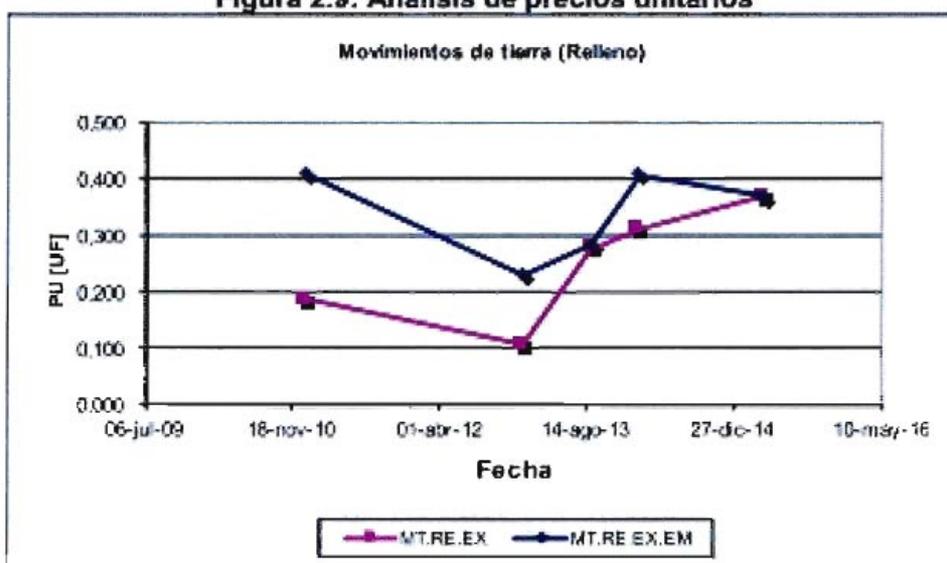
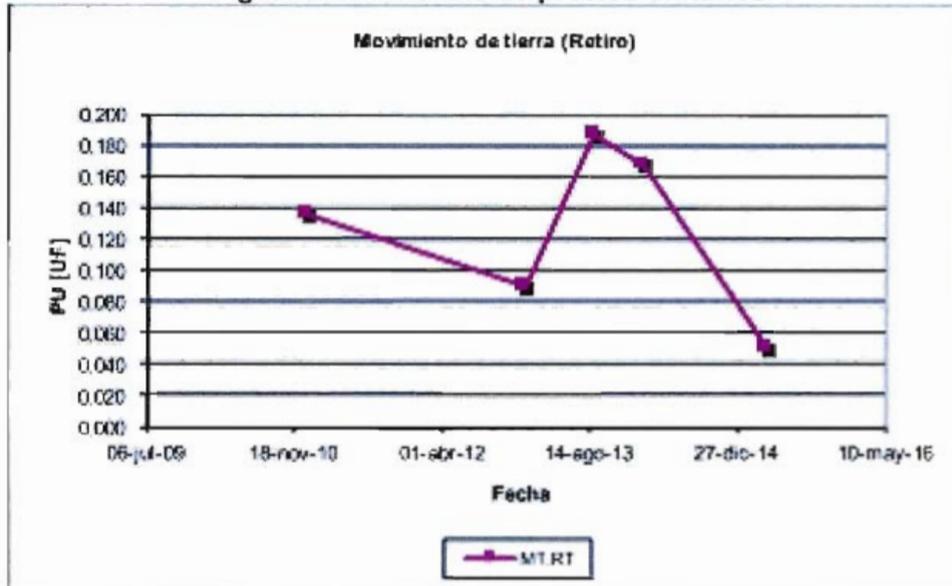
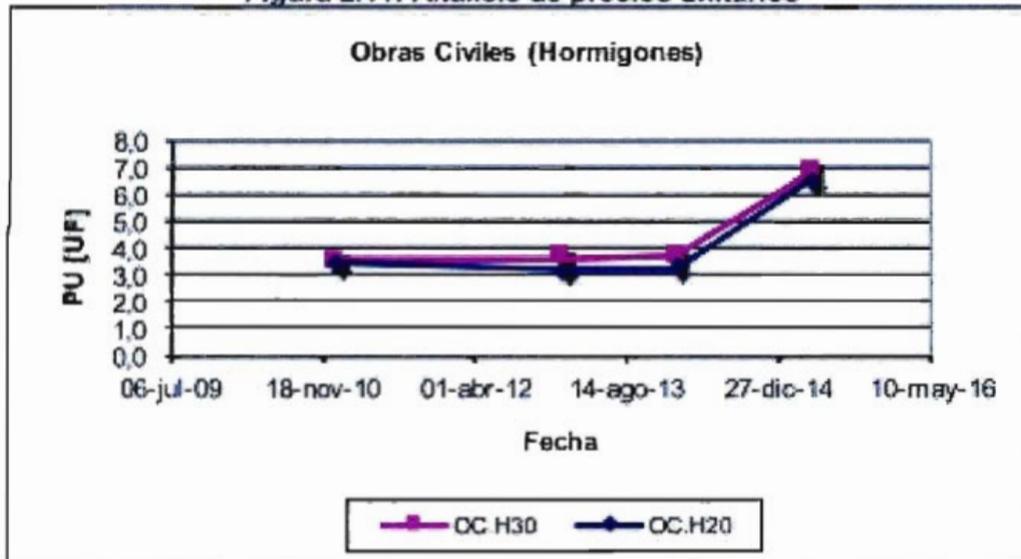


Figura 2.10: Análisis de precios unitarios



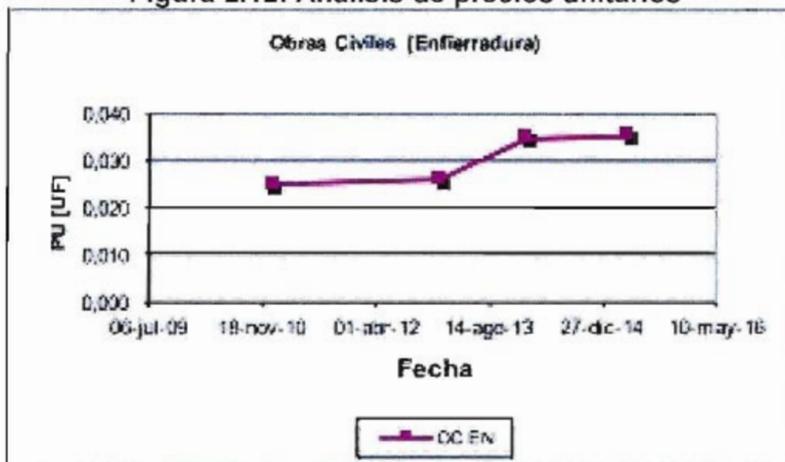
En los tres gráficos anteriores se incluye el precio estimado por Arcadis. Ahora respecto a los hormigones se tiene que:

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 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 10 km:

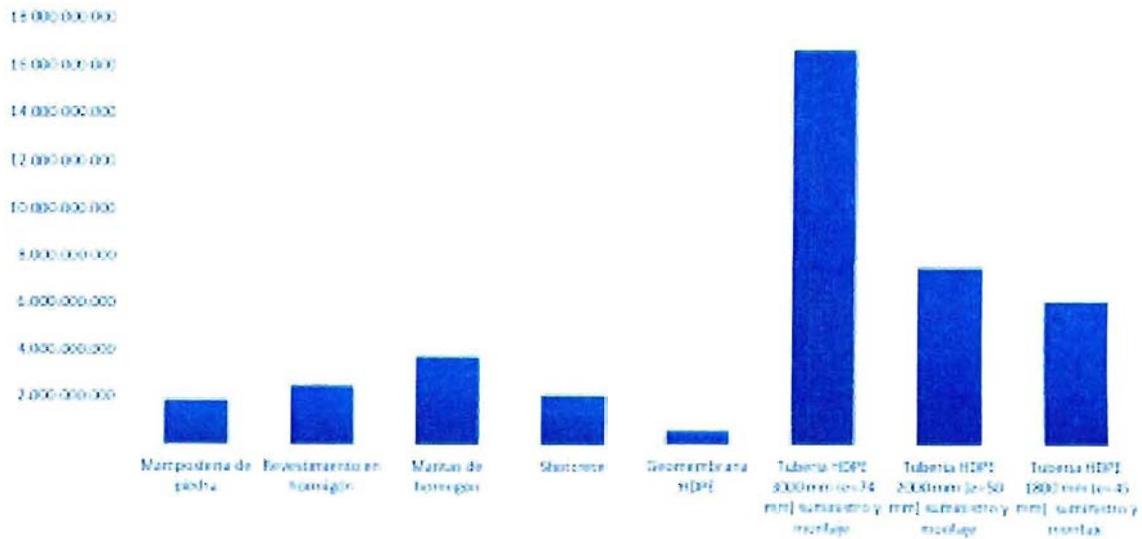
Tabla 2-1 Costos Alternativas de revestimiento para 10 km

Alternativa	Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Mampostería de piedra						1.858.736.763
Mampostería de piedra	m2	75623	1,1	83.185	21.542	1.791.972.439
Excavación abierta mat. Común	m ³	15125	1,1	16.637	4.013	66.764.325
Revestimiento en hormigón						2.486.816.241
Hormigón H-25	m ³	7562	1,1	8.319	175.185	1.457.273.966
Emplantillado H-5	m ³	3781	1,2	4.537	119.892	543.995.272
Enferradura (50 Kg/m3)	kg	378114	1,1	415.925	1.047	435.473.759
Excavación abierta mat. Común	m ³	11343	1,1	12.478	4.013	50.073.243
Mantas de hormigón						3.690.973.432
Mantas de hormigón	m ²	71623	1,1	78.785	46.648	3.675.165.211
Excavación abierta mat. Común	m ³	3581	1,1	3.939	4.013	15.808.221
Shotcrete						2.109.681.117
Shotcrete e=80 mm	m2	75623	1,1	83.185	24.960	2.076.298.954
Excavación abierta mat. Común	m ³	7562	1,1	8.319	4.013	33.382.162
Geomembrana HDPE						544.228.693
Geomembrana	m ²	99623	1,1	109.585	4.838	530.172.493
Zanja Geomembrana	m ³	900	1,2	1.080	13.015	14.056.200
Tubería HDPE 3000 mm (e=74 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	1.507.403	16.581.435.529
Tubería HDPE 2000 mm (e=50 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	679.231	7.471.544.874
Tubería HDPE 1800 mm (e=45 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	550.177	6.051.951.348
Tubería HDPE 1600 mm (e=40 mm) suministro y montaje	m	10000	1,1	11.000	434.708	4.781.788.719

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 RETENCION MATERIAL DE LADERA EN PORTAL DE ENTRADA

A continuación, en la Tabla 2-2 se presentan los costos económicos de las 2 alternativas propuestas anteriormente.

Tabla 2-2: Análisis económico

Número de Alternativa	Alternativa Propuesta	CAPEX MM\$
1	Barrera de gaviones	1,7
2	Barrera malla de alambres	0,8

De la Tabla 2-2 se desprende que alternativa 2 es la más económica. Adicionalmente, un análisis complementario, por ejemplo, desde el punto de vista de la disponibilidad de los materiales ayudaría a tomar una decisión respecto a la mejor alternativa.

Para la estimación de los OPEX (costos operacionales) de la barrera de gaviones 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) cada 5 años (años 5, 10, 15, 25 y 25).

Para la estimación de los OPEX (costos operacionales) de la barrera con malla de alambres 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) cada 10 años (años 10 y 20).

Incorporando este análisis a la inversión se obtiene que ambas alternativas tienen un costo total de 2 MM\$ aproximadamente. Por tanto, este consultor recomienda elegir la alternativa 1 dada la durabilidad de la inversión y menor costo operacional.

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						2.028.308.561
1,1	MANTENCIÓN DE OBRAS						187.337.229
1.1.1	Mantencción compuertas						3.051.976
	Reemplazo sistema compuerta 0,2x2,0 m	un	1	1,0	1	204.379	204.379
	Reemplazo sistema compuerta 0,3x2,2 m	un	1	1,0	1	311.225	311.225
	Reemplazo sistema compuerta 1,0x2,2 m	un	1	1,0	1	944.085	944.085
	Reemplazo sistema compuerta 1,0x2,6 m	un	1	1,0	1	1.108.464	1.108.464
	Reemplazo sistema compuerta 0,6x1,8 m	un	1	1,0	1	483.823	483.823
1.1.2	Sellos de fondo						4.975.410
	Excavacion en Material Comun	m³	21	1,1	24	4.013	94.687
	Hormigón H-25	m³	20	1,1	21	175.185	3.757.709
	Enfierradura (50 Kg/m³)	kg	975	1,1	1.073	1.047	1.123.014
1.1.3	Reperfilamiento						171.684.843
	Excavación abierta mat. Común	m³	15510	1,1	17.061	4.013	68.465.793
	Retiro Excedentes	m³	15510	1,1	17.061	6.050	103.219.050
1.1.4	Sifon El Ingenio						7.625.000
	Estudio Espesor y estado Tubería Sifon	un	1	1,0	1	7.625.000	7.625.000
1,2	SISTEMA CONTROL DE CAUDALES						0
	No aplica						
1,3	CAPACIDAD HIDRÁULICA						6.372.274
1.3.1	Operación normal						6.372.274
	Peralte sección del canal						6.372.274
	Rellenó compactado	m³	588	1,2	706	9.031	6.372.274
1,4	REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN						1.834.599.058
1.4.1	Revestimientos						1.834.599.058
	Mampostería de piedra	m²	75623	1,1	83.185	21.542	1.791.972.439
	Excavacion abierta mat. Común	m³	15125	1,1	16.637	4.013	42.626.619
2	MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL						3.295.265
2,1	TUNEL 4 - RETENCIÓN DE MATERIAL DE LADERA EN PORTAL DE ENTRADA						1.665.070
2.1.1	Barrera de gaviones						1.665.070
	Malla galvanizada	m²	36	1,1	40	6.419	254.184

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
	Mampostería de piedra	m ³	30	1,1	33	21.542	710.886
	Mano de Obra	gl	1	1,0	1	700.000	700.000
2,2	TUNEL 4 - REPARACIÓN DE FRACTURA EN PORTAL DE SALIDA						1.630.195
2.2.1	Inyección de aditivo para reparación de fracturas						1.630.195
	Sikadur 31	kg	15	1,1	17	7.030	115.995
	Sikadur 52	kg	50,0	1,1	55	18.440	1.014.200
	Mano de Obra	gl	1,0	1,0	1	500.000	500.000
2,3	CRUCE DE QUEBRADAS						0
	No aplica						

Total costos directos \$	2.031.603.826
Total costos indirectos \$	609.481.148
TOTAL \$	2.641.084.974

