

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

CANAL VILLALÓN

INFORME GENERAL

Santiago, diciembre de 2015



**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

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

N° 4184-2000-GA-INF-007_0

INFORME GENERAL CANAL VILLALÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	C. Sandoval/ S. Perez /P. Muñoz / S. Rivano /P. Murua / R. Suarez	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.02.15	27.02.15	27.02.15	
0	Nombre Firma	C. Sandoval/ S. Perez /P. Muñoz / S. Rivano /P. Murua / R. Suarez	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	17.12.15	17.12.15	17.12.15	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

BORRADOR INFORME FINAL CANAL VILLALON

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	REVISIÓN DE ANTECEDENTES EXISTENTES	12
2.1	ANTECEDENTES.....	12
2.2	ÁREA DE ESTUDIO	13
3	ANTECEDENTES BÁSICOS GENERADOS PARA EL ESTUDIO	14
3.1	CATASTRO Y ESTADO DE INFRAESTRUCTURA	14
3.2	TOPOGRAFÍA.....	16
3.3	CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA	17
3.3.1	<i>Desprendimientos Superficiales.....</i>	<i>17</i>
3.3.2	<i>Filtraciones en sector de quebradas</i>	<i>19</i>
3.4	DETERMINACION DE PERDIDAS POR FILTRACION	21
3.5	INSPECCIÓN DE TUNELES	22
3.5.1	<i>Túnel 1 Villalón</i>	<i>23</i>
3.5.2	<i>Túnel 2 Villalón</i>	<i>23</i>
3.5.3	<i>Túnel 3 Villalón</i>	<i>24</i>
3.5.4	<i>Túnel 4 Villalón</i>	<i>24</i>
3.5.5	<i>Túnel 5 Villalón</i>	<i>26</i>
3.5.6	<i>Túnel 6 Villalón</i>	<i>27</i>
3.5.7	<i>Túnel 7 Villalón.</i>	<i>27</i>
3.5.8	<i>Túnel 8 Villalón.</i>	<i>28</i>
3.5.9	<i>Túnel 9 Villalón.</i>	<i>28</i>
3.5.10	<i>Túnel 10 Villalón.</i>	<i>28</i>
3.5.11	<i>Túnel 11 Villalón.</i>	<i>29</i>
3.5.12	<i>Túnel 12 Villalón.</i>	<i>30</i>
3.5.13	<i>Túnel 13 Villalón (Gonzalez)</i>	<i>30</i>
3.5.14	<i>Túnel 14 Villalón (Marín 1).....</i>	<i>30</i>
3.5.15	<i>Túnel 15 Villalón (Marín 2).....</i>	<i>31</i>
3.5.16	<i>Túnel 16 Villalón (Marín 3).....</i>	<i>31</i>
3.5.17	<i>Túnel 17 Villalón (Valdivia 1).....</i>	<i>32</i>
3.5.18	<i>Túnel 18 Villalón (Valdivia 2).....</i>	<i>32</i>
3.5.19	<i>Túnel 19 Villalón (Valdivia 3).....</i>	<i>33</i>
3.5.20	<i>Túnel 20 Villalón (Ciruelo 1).....</i>	<i>33</i>
3.5.21	<i>Túnel 21 Villalón (Ciruelo 2).....</i>	<i>33</i>
3.5.22	<i>Túnel 22 Villalón (Ciruelo 3).....</i>	<i>34</i>
3.5.23	<i>Túnel 23 Villalón (El Sauce 1).....</i>	<i>34</i>
3.5.24	<i>Túnel 24 Villalón (El Sauce 2).....</i>	<i>34</i>
3.5.25	<i>Túnel 25 Villalón (Las Penitas 1).....</i>	<i>35</i>
3.5.26	<i>Túnel 26 Villalón (Las Penitas 2).....</i>	<i>35</i>
3.6	PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LOS REGANTES.....	36
4	ESTUDIOS BÁSICOS.....	37

4.1	HIDROLOGÍA.....	38
4.1.1	<i>Registro de precipitaciones.....</i>	42
4.1.2	<i>Caudales de Crecida.....</i>	44
4.2	ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	47
4.2.1	<i>Modelación en Operación Normal.....</i>	49
4.2.2	<i>Modelación de la Capacidad en Crecidas.....</i>	51
4.3	GEOTECNIA.....	52
4.3.1	<i>Campaña de prospecciones.....</i>	52
4.3.2	<i>Calicatas.....</i>	54
4.3.3	<i>Programa de Ensayos.....</i>	55
4.3.4	<i>Ensayos In situ.....</i>	59
4.3.5	<i>Parametrización y monografía geotécnica.....</i>	59
4.3.6	<i>Conclusiones.....</i>	63
4.4	GEOLÓGIA.....	63
5	DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.....	66
5.1	DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS.....	66
5.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DEL CANAL.....	67
5.3	DIAGNOSTICO GENERAL.....	67
5.3.1	<i>Estado general del canal y sus Obras.....</i>	67
5.3.2	<i>Diagnóstico Hidráulico.....</i>	72
5.3.3	<i>Problemas en la Seguridad Física.....</i>	74
5.3.4	<i>Proposición alternativa de Obras.....</i>	76
5.3.5	<i>Situación Ambiental.....</i>	77
6	DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DEL CANAL MATRIZ.....	79
6.1	MANTENCIÓN DE OBRAS.....	79
6.1.1	<i>Obras de Cruce.....</i>	79
6.1.2	<i>Obras de descarga.....</i>	81
6.1.3	<i>Compuertas.....</i>	81
6.1.4	<i>Obras faltantes.....</i>	82
6.1.5	<i>Diseño obras de mejoramiento.....</i>	83
6.1.6	<i>Identificación de Puntos de desborde en condición de crecidas.....</i>	83
6.1.7	<i>SIFÓN EL INGENIO.....</i>	83
7	DISEÑO DE OBRAS.....	89
7.1	REDUCCIÓN DE PERDIDAS.....	89
7.2	SEGURIDAD FÍSICA.....	91
7.2.1	<i>Portal de entrada Túnel 4.....</i>	91
7.2.2	<i>Portal de Salida Túnel 4.....</i>	92
7.2.3	<i>Recomendaciones.....</i>	92
7.3	CRUCE DE QUEBRADAS.....	93
7.4	DISEÑO DE UN SISTEMA DE AFORO REMOTO DE CAUDALES.....	93
7.5	ESTUDIO DE EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES.....	93
7.6	ANÁLISIS INTERFERENCIAS.....	93
8	POTENCIAL HIDROELÉCTRICO.....	94
9	SITUACIÓN AGROECONÓMICA.....	95
10	PRESUPUESTO DE OBRAS.....	97

10.1.1	<i>Análisis de precios Unitarios</i>	97
10.1.2	<i>Presupuesto</i>	98
11	EVALUACIÓN ECONÓMICA	100
11.1	INTRODUCCIÓN	100
11.1.1	<i>Antecedentes</i>	100
11.1.2	<i>Proyecto en estudio</i>	100
11.2	ESCENARIOS DE ESTUDIO	100
11.2.1	<i>Situación actual (SA)</i>	100
11.2.2	<i>Situación Sin Proyecto (SSP)</i>	100
11.2.3	<i>Situación con Proyecto (SCP)</i>	101
11.3	PROCEDIMIENTO EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	102
11.3.1	<i>Descripción Métodos de Evaluación</i>	102
11.3.2	<i>Criterios Específicos</i>	102
11.3.3	<i>Limitaciones de los métodos</i>	105
11.4	APLICACIÓN MÉTODO PRODUCTIVIDAD MARGINAL.....	107
11.4.1	<i>Beneficios Agronómicos</i>	108
11.4.2	<i>Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX)</i>	121
11.4.3	<i>Costos ambientales</i>	123
11.4.4	<i>Rentabilidad del Proyecto Riego</i>	123
11.4.5	<i>Tamaño Óptimo del proyecto</i>	124
11.5	MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN.....	125
11.6	INDICADORES ADICIONALES	125
11.6.1	<i>Rentabilidad por Hectárea Regada</i>	125
11.6.2	<i>Ingreso Per Cápita Asignable al Sector Agropecuario</i>	126
11.6.3	<i>Generación de Exportaciones</i>	126
11.6.4	<i>Generación de Impuestos</i>	126
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128

ANEXOS

ANEXO 1	REVISIÓN DE ANTECEDENTES
ANEXO 2	CATASTRO
ANEXO 3	TOPOGRAFÍA
ANEXO 4	ORGANIZACIONES DE USUARIOS
ANEXO 5	PROSPECCIONES Y ENSAYOS
ANEXO 6	CAMPAÑA DE AFOROS
ANEXO 7	ESTUDIO GEOTÉCNICO
ANEXO 8	ESTUDIO GEOLOGÍA
ANEXO 9	HIDROLOGÍA
ANEXO 10	ANÁLISIS HIDRÁULICO
ANEXO 11	POTENCIAL HIDROELÉCTRICO
ANEXO 12	ESTUDIO AMBIENTAL
ANEXO 13	PARTICIPACIÓN CIUDADANA
ANEXO 14	DISEÑOS DE OBRAS y PRESUPUESTOS
ANEXO 15	ESTUDIOS AGRONÓMICOS
ANEXO 16	EVALUACION ECONOMICA

PLANOS

					Rev.	Nombre	
1	Disposición General						
4184	2000	GA	PLA	001	B	Canal Villalon. Planta Disposición General	
2	Agronómicos						
4184	2000	GA	PLA	002	C	Mapa Agrológico Capacidad de Uso 6 de 6	
4184	2000	GA	PLA	003	C	Mapa Agrológico Capacidad de Uso 5 de 6	
4184	2000	GA	PLA	004	C	Mapa Agrológico Capacidad de Uso 4 de 6	
4184	2000	GA	PLA	005	C	Mapa Agrológico Capacidad de Uso 3 de 6	
4184	2000	GA	PLA	006	C	Mapa Agrológico Capacidad de Uso 2 de 6	
4184	2000	GA	PLA	007	C	Mapa Agrológico Capacidad de Uso 1 de 6	
4184	2000	GA	PLA	008	C	Mapa Aptitud Frutal 6 de 6	
4184	2000	GA	PLA	009	C	Mapa Aptitud Frutal 5 de 6	
4184	2000	GA	PLA	010	C	Mapa Aptitud Frutal 4 de 6	
4184	2000	GA	PLA	011	C	Mapa Aptitud Frutal 3 de 6	
4184	2000	GA	PLA	012	C	Mapa Aptitud Frutal 2 de 6	
4184	2000	GA	PLA	013	C	Mapa Aptitud Frutal 1 de 6	
4184	2000	GA	PLA	014	C	Mapa Base 6 de 6	
4184	2000	GA	PLA	015	C	Mapa Base 5 de 6	
4184	2000	GA	PLA	016	C	Mapa Base 4 de 6	
4184	2000	GA	PLA	017	C	Mapa Base 3 de 6	
4184	2000	GA	PLA	018	C	Mapa Base 2 de 6	
4184	2000	GA	PLA	019	C	Mapa Base 1 de 6	
4184	2000	GA	PLA	020	C	Mapa Categoría de Riego 6 de 6	
4184	2000	GA	PLA	021	C	Mapa Categoría de Riego 5 de 6	
4184	2000	GA	PLA	022	C	Mapa Categoría de Riego 4 de 6	
4184	2000	GA	PLA	023	C	Mapa Categoría de Riego 3 de 6	
4184	2000	GA	PLA	024	C	Mapa Categoría de Riego 2 de 6	
4184	2000	GA	PLA	025	C	Mapa Categoría de Riego 1 de 6	
4184	2000	GA	PLA	026	C	Mapa Clase Drenaje 6 de 6	
4184	2000	GA	PLA	027	C	Mapa Clase Drenaje 5 de 6	
4184	2000	GA	PLA	028	C	Mapa Clase Drenaje 4 de 6	
4184	2000	GA	PLA	029	C	Mapa Clase Drenaje 3 de 6	
4184	2000	GA	PLA	030	C	Mapa Clase Drenaje 2 de 6	
4184	2000	GA	PLA	031	C	Mapa Clase Drenaje 1 de 6	
3	Propiedades						
4184	2000	GA	PLA	032	C	Mapa Propiedades 6 de 6	
4184	2000	GA	PLA	033	C	Mapa Propiedades 5 de 6	
4184	2000	GA	PLA	034	C	Mapa Propiedades 4 de 6	
4184	2000	GA	PLA	035	C	Mapa Propiedades 3 de 6	
4184	2000	GA	PLA	036	C	Mapa Propiedades 2 de 6	
4184	2000	GA	PLA	037	C	Mapa Propiedades 1 de 6	
4	Ambientales						
4184	2000	CA	LAM	001	C	Localización del Proyecto	
4184	2000	CA	LAM	002	C	Antecedentes Ambientales	
4184	2000	CA	LAM	003	C	Descripción del Proyecto	
4184	2000	CA	LAM	004	C	Formación de Vegetación	
4184	2000	CA	LAM	005	C	Hitos, Rutas y Zonificación de Turismo	
5	Geológicos						

4184	'0000	GO	PLA	002	C	Mapa Geológico Trazado Canal Planta
6 Diseños de Obras						
4184	2000	IH	PLA	001	B	Mantenición y/o Reemplazo de Compuertas. Planta y Secciones
4184	2000	IH	PLA	002	B	Sellos de Fundación. Planta y Secciones
4184	2000	IH	PLA	003	B	Diseño de Peralte del Canal. Planta y Secciones
7 Topografía						
4184	2000	TL	PLA	001	B	Planta Topográfica 1 de 21
4184	2000	TL	PLA	002	B	Planta Topográfica 2 de 21
4184	2000	TL	PLA	003	B	Planta Topográfica 3 de 21
4184	2000	TL	PLA	004	B	Planta Topográfica 4 de 21
4184	2000	TL	PLA	005	B	Planta Topográfica 5 de 21
4184	2000	TL	PLA	006	B	Planta Topográfica 6 de 21
4184	2000	TL	PLA	007	B	Planta Topográfica 7 de 21
4184	2000	TL	PLA	008	B	Planta Topográfica 8 de 21
4184	2000	TL	PLA	009	B	Planta Topográfica 9 de 21
4184	2000	TL	PLA	010	B	Planta Topográfica 10 de 21
4184	2000	TL	PLA	011	B	Planta Topográfica 11 de 21
4184	2000	TL	PLA	012	B	Planta Topográfica 12 de 21
4184	2000	TL	PLA	013	B	Planta Topográfica 13 de 21
4184	2000	TL	PLA	014	B	Planta Topográfica 14 de 21
4184	2000	TL	PLA	015	B	Planta Topográfica 15 de 21
4184	2000	TL	PLA	016	B	Planta Topográfica 16 de 21
4184	2000	TL	PLA	017	B	Planta Topográfica 17 de 21
4184	2000	TL	PLA	018	B	Planta Topográfica 18 de 21
4184	2000	TL	PLA	019	B	Planta Topográfica 19 de 21
4184	2000	TL	PLA	020	B	Planta Topográfica 20 de 21
4184	2000	TL	PLA	021	B	Planta Topográfica 21 de 21
4184	2100	TL	PLA	001	B	Planta General Perfiles
4184	2100	TL	PLA	002	B	Perfiles Longitudinales 1 de 3
4184	2100	TL	PLA	003	B	Perfiles Longitudinales 2 de 3
4184	2100	TL	PLA	004	B	Perfiles Longitudinales 3 de 3
4184	2100	TL	PLA	005	B	Perfiles Transversales 1 de 11
4184	2100	TL	PLA	006	B	Perfiles Transversales 2 de 11
4184	2100	TL	PLA	007	B	Perfiles Transversales 3 de 11
4184	2100	TL	PLA	008	B	Perfiles Transversales 4 de 11
4184	2100	TL	PLA	009	B	Perfiles Transversales 5 de 11
4184	2100	TL	PLA	010	B	Perfiles Transversales 6 de 11
4184	2100	TL	PLA	011	B	Perfiles Transversales 7 de 11
4184	2100	TL	PLA	012	B	Perfiles Transversales 8 de 11
4184	2100	TL	PLA	013	B	Perfiles Transversales 9 de 11
4184	2100	TL	PLA	014	B	Perfiles Transversales 10 de 11
4184	2100	TL	PLA	015	B	Perfiles Transversales 11 de 11

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Secciones de Aforo en canal Villalón.....	22
Tabla 3-2: Orientación del eje del túnel y longitudes medidas desde el portal de entrada.....	23
Tabla 3-3: Orientación del eje del túnel y longitudes medidas desde el portal de entrada.....	24
Tabla 3-4: Orientación del eje del túnel y longitudes medidas desde el portal de entrada.....	25
Tabla 3-5: Orientación del eje central desde portal de Entrada.....	26
Tabla 3-6: Orientación del túnel y longitudes medidas desde portal de Entrada.....	27
Tabla 3-7: Orientación del eje del túnel y tramos medidos desde el portal de entrada.....	29
Tabla 3-8: Orientación del eje central desde portal de entrada.....	31
Tabla 3-9: Orientación del eje central desde portal de Entrada.....	31
Tabla 3-10: Orientación del eje del túnel desde el portal de entrada.....	32
Tabla 3-11: Orientación del eje central desde el portal de entrada.....	32
Tabla 3-12: Orientación del eje central desde portal de Entrada.....	33
Tabla 3-13: Orientación del eje del túnel desde el portal de entrada.....	34
Tabla 3-14: Orientación del eje del túnel desde el portal de entrada.....	35
Tabla 3-15: Orientación del eje central desde portal de Entrada.....	35
Tabla 3-6: Participación en actividades de PAC, según género.....	36
Tabla 4-1: Estaciones con registro de caudales.....	39
Tabla 4-2: Estaciones con Registro de Precipitación.....	42
Tabla 4-3: Estimación de caudales afluentes al canal Villalón.....	46
Tabla 4-4 Identificación de puntos de desborde en operación normal.....	50
Tabla 4-5: Resumen de Información de Calicatas.....	54
Tabla 4-6: Resultados análisis granulométricos.....	56
Tabla 4-7: Resultados ensayos de densidad in situ.....	59
Tabla 4-8: Monografía geológica – geotécnica canal Villalón.....	60
Tabla 4-9: Rangos representativos ángulos de fricción distintos materiales.....	62
Tabla 4-10: Rangos representativos permeabilidades para distintos materiales.....	62
Tabla 4-11: Parámetros geotécnicos nivel ingeniería de prefactibilidad.....	63
Tabla 5-1: Usuarios y Acciones de Derechos de Agua. Canal Villalón.....	66
Tabla 5-2: Turnos de Operación.....	67
Tabla 5-3 Clasificación de las obras existentes en el canal Villalón según estado de conservación y operatividad.....	68
Tabla 5-4 Estado de Revestimientos en canal Villalón.....	68
Tabla 5-5 Estado Obras de Cruce.....	69
Tabla 5-6 Estado Obras de entrega, descarga o distribución.....	69
Tabla 5-7 Obras de cruce deficientes.....	71
Tabla 5-8: Detalle Compuertas en Estado Deficiente, Canal Villalón.....	71
Tabla 5-9 Revestimientos existentes en el canal Villalón.....	72

Tabla 5-10 Diagnóstico sistema de aforos en canal Villalón	73
Tabla 5-11 Alternativas de Obras – Operación de Riego	76
Tabla 5-12 Alternativas de Obras – Operación de Riego	76
Tabla 5-13: Relación del Proyecto y elementos ambientales	77
Tabla 6-1 Obras de cruce deficientes	79
Tabla 7-1 Sectores propuestos para obras de mejoramiento	89
Tabla 7-2 Revestimientos existentes en el canal Villalón	90
Tabla 10-1: Costos de mejoramiento del canal Villalón	98
Tabla 11-1: Superficies Prediales Según Uso en Situación Actual (ha).....	100
Tabla 11-2: Gradualidad Porcentual Ingresos en Almendro Nivel Bajo y Medio-Bajo	108
Tabla 11-3: Gradualidad Porcentual Costos en Almendro Nivel Bajo y Medio-Bajo	108
Tabla 11-4: Gradualidad Porcentual Ingresos en Granado Nivel Bajo y Medio-Bajo	109
Tabla 11-5: Gradualidad Porcentual Costos en Granado Nivel Bajo y Medio-Bajo	109
Tabla 11-6: Gradualidad Porcentual Ingresos en Mandarina Nivel Bajo y Medio-Bajo	109
Tabla 11-7: Gradualidad Porcentual Costos en Mandarina Nivel Bajo y Medio-Bajo	109
Tabla 11-8: Gradualidad Porcentual Ingresos en Naranja Nivel Bajo y Medio-Bajo	110
Tabla 11-9: Gradualidad Porcentual Costos en Naranja Nivel Bajo y Medio-Bajo	110
Tabla 11-10: Gradualidad Porcentual Ingresos en Nogal Nivel Bajo y Medio-Bajo	110
Tabla 11-11: Gradualidad Porcentual Costos en Nogal Nivel Bajo y Medio-Bajo	110
Tabla 11-12: Gradualidad Porcentual Ingresos en Olivo Nivel Bajo y Medio-Bajo	111
Tabla 11-13: Gradualidad Porcentual Costos en Olivo Nivel Bajo y Medio-Bajo	111
Tabla 11-14: Gradualidad Porcentual Ingresos en Palto Nivel Bajo y Medio-Bajo	111
Tabla 11-15: Gradualidad Porcentual Costos en Palto Nivel Bajo y Medio-Bajo	111
Tabla 11-16: Gradualidad Porcentual Ingresos en Uva de Mesa Nivel Bajo y Medio-Bajo	112
Tabla 11-17: Gradualidad Porcentual Costos en Uva de Mersa Nivel Bajo y Medio-Bajo	112
Tabla 11-18: Gradualidad Porcentual Ingresos en V. Vinífera Nivel Bajo y Medio-Bajo	112
Tabla 11-19: Gradualidad Porcentual Costos en V. Vinífera Nivel Bajo y Medio-Bajo	112
Tabla 11-20: Gradualidad Porcentual Ingresos en Alcachofa Nivel Bajo y Medio-Bajo	112
Tabla 11-21: Gradualidad Porcentual Costos en Alcachofa Nivel Bajo y Medio-Bajo	113
Tabla 11-22: Gradualidad Porcentual Ingresos en Almendro Nivel Alto y Medio-Alto	113
Tabla 11-23: Gradualidad Porcentual Costos en Almendro Nivel Alto y Medio-Alto	113
Tabla 11-24: Gradualidad Porcentual Ingresos en Granado Nivel Alto y Medio-Alto	113
Tabla 11-25: Gradualidad Porcentual Costos en Granado Nivel Alto y Medio-Alto	114
Tabla 11-26: Gradualidad Porcentual Ingresos en Mandarina Nivel Alto y Medio-Alto	114
Tabla 11-27: Gradualidad Porcentual Costos en Mandarina Nivel Alto y Medio-Alto	114
Tabla 11-28: Gradualidad Porcentual Ingresos en Naranja Nivel Alto y Medio-Alto	114
Tabla 11-29: Gradualidad Porcentual Costos en Naranja Nivel Alto y Medio-Alto	115
Tabla 11-30: Gradualidad Porcentual Ingresos en Nogal Nivel Alto y Medio-Alto	115

Tabla 11-31: Gradualidad Porcentual Costos en Nogal Nivel Alto y Medio-Alto	115
Tabla 11-32: Gradualidad Porcentual Ingresos en Olivo Nivel Alto y Medio-Alto.....	115
Tabla 11-33: Gradualidad Porcentual Costos en Olivo Nivel Alto y Medio-Alto	116
Tabla 11-34: Gradualidad Porcentual Ingresos en Palto Nivel Alto y Medio-Alto.....	116
Tabla 11-35: Gradualidad Porcentual Costos en Palto Nivel Alto y Medio-Alto	116
Tabla 11-36: Gradualidad Porcentual Ingresos en Uva de Mesa Nivel Alto y Medio-Alto.....	116
Tabla 11-37: Gradualidad Porcentual Costos en Uva de Mersa Nivel Alto y Medio-Alto	117
Tabla 11-38: Gradualidad Porcentual Ingresos en V. Vinífera Nivel Alto y Medio-Alto	117
Tabla 11-39: Gradualidad Porcentual Costos en V. Vinífera Nivel Alto y Medio-Alto.....	117
Tabla 11-40: Gradualidad Porcentual Ingresos en Alcachofa Nivel Alto y Medio-Alto	117
Tabla 11-41: Gradualidad Porcentual Costos en Alcachofa Nivel Alto y Medio-Alto.....	117
Tabla 11-42: Factores de Ajuste	118
Tabla 11-43: Resumen de Flujos Situación Actual a Sin Proyecto	119
Tabla 11-44: Resumen de Flujos Situación Flujos Situación Futura.....	120
Tabla 11-45: Costos de operación y mantención canal Villalón.....	122
Tabla 11-46: Rentabilidad por Hectárea Regada.....	126
Tabla 11-47: Ingreso per cápita	126
Tabla 11-48: Generación exportaciones (\$US)	126
Tabla 11-49: Generación Impuestos	127
Tabla 12-1: Tipo de Mejoramiento Considerado por Tramo de Canal (km)	129

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1 Compuertas Canal Villalón	11
Figura 3-1 Monolito PR ubicado en ruta D595 frente a Embalse Recoleta.....	16
Figura 3-2. Ubicación canal Villalón (el canal Villalón se indica en trazo blanco).....	17
Figura 3-3. Desprendimientos superficiales, sector embalse Recoleta, ARCADIS 2014.....	18
Figura 3-4. Desprendimientos superficiales, sector Sifón Qda. El Ingenio, ARCADIS 2014.....	18
Figura 3-5. Desprendimientos superficiales, sector interior Cerrillos de Tamaya, ARCADIS 2014	19
Figura 3-6. Infiltraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya, ARCADIS 2014	20
Figura 3-7. Infiltraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya, ARCADIS 2014	20
Figura 3-8.- Localización del Túnel Villalón 4 (V4).....	25
Figura 3-9.- Mapa de ubicación del túnel 11 en relación al cerro Las Lechuzas y a las rutas locales.	29
Figura 3-10: Participación Ciudadana Villalón	37
Figura 4-1: Ubicación general área de estudio	38
Figura 4-2: Ubicación de estaciones con registro de caudales.....	40
Figura 4-3: Caudales medios mensuales.....	41
Figura 4-4: Ubicación de estaciones con registro de precipitaciones	43
Figura 4-5: Ubicación zona homogénea y estaciones pluviométricas seleccionadas	44

Figura 4-6 Ubicación de quebradas aportantes al canal Villalón	45
Figura 4-7: Secciones transversales en el canal Villalón con obras de arte, HEC RAS	48
Figura 4-8 Identificación de puntos de desborde en operación normal.....	50
Figura 4-9: Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años. Canal Villalón.....	51
Figura 4-10: Ubicación de Prospecciones canal Villalón	53
Figura 4-11: Distribución granulométrica canal Villalón	58
Figura 4-12: Sectorización del canal Villalón	60
Figura 4-13.- Sectorización del canal Villalón. En trazo azul canal, en trazos azules túneles, en trazo amarillo aducción.	64
Figura 5-1: Organigrama de Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta	66
Figura 5-2 Ubicación de Aforadores	73
Figura 6-1 Esquema de los sellos de fondo	83
Figura 7-1: Esquema del peralte proyectado en el canal Villalón	89
Figura 7-2 Metodología de evaluación de obras de mejoras	91
Figura 11-1: Curva del VAN a Precios Sociales.....	124
Figura 11-2: Curva del VAN a Precios Privados	124

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 6-1: Canoas CN1 y CN4	80
Fotografía 6-2: Canoas CN17 y CN18	80
Fotografía 6-3: Puente PT3	81
Fotografía 6-4: Puente PT9 y PT17	81
Fotografía 6-5 Compuerta con vegetación.....	82
Fotografía 6-6 Compuerta de acero en mal estado	82
Fotografía 7-1: Desprendimientos sector Quebrada El Ingenio	92
Fotografía 7-2: Desprendimientos sector Cerrillos de Tamaya.....	92

1 INTRODUCCIÓN

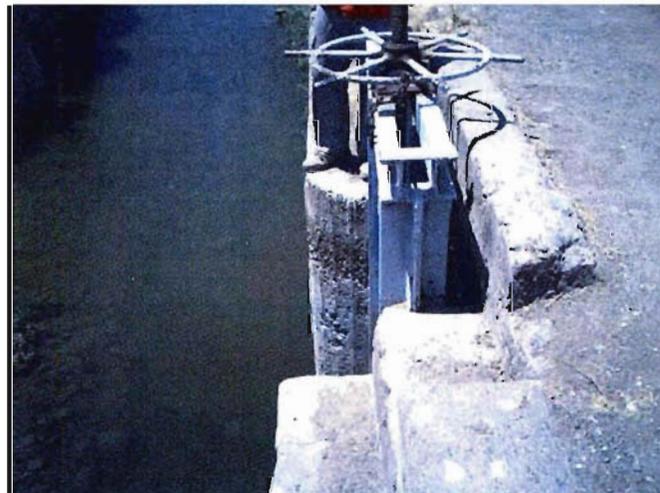
La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta", encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR) del Ministerio de Agricultura. Este estudio tiene por objetivo realizar una propuesta de mejoramiento y optimización para los sistemas de riego de los canales. Dicha propuesta se debe realizar a nivel de prefactibilidad, considerando obras con criterio de optimización de las inversiones y que se justifiquen económicamente.

En forma preliminar, es necesario realizar un diagnóstico respecto del estado actual de la infraestructura de cada canal y de su estado de conservación general, proponiendo las obras que permitan reducir pérdidas de agua (ya sea por filtración o mal estado de obras) y generar las mejoras en la seguridad física del canal y sus obras anexas (colapso en cruces de quebradas, mejoras en la estabilidad de túneles, cortes de ladera, etc) así como de la operación del sistema, de modo que las aguas se distribuyan de acuerdo a derecho, asegurando la entrega del recurso a los usuarios en la cantidad y oportunidad que les corresponde.

Se debe además incorporar el concepto de multiuso de las aguas para riego con potencial de hidrogenación eléctrica, aprovechando las aguas de riego y los desniveles que la topografía de cada canal presenta. Se deberá analizar y evaluar económicamente la posibilidad de generación, con los recursos de cada canal y supeditado a la operación del riego. El conjunto de obras propuestas debe evaluarse económicamente, considerando que las inversiones realizadas en el mejoramiento de cada canal, permitirá generar beneficios agrícolas producto de la mayor seguridad que cada usuario percibirá al tener una sistema de riego que permita la entrega de las aguas en la cantidad y oportunidad de acuerdo a derecho y disponibilidad hidrológica del recurso.

Este informe corresponde al informe final del **Canal Villalón**.

Figura 1-1 Compuertas Canal Villalón



2 REVISIÓN DE ANTECEDENTES EXISTENTES

2.1 ANTECEDENTES

Los antecedentes revisados para este estudio han sido los siguientes:

- Catastro de Usuarios de Aguas de la Cuenca del Río Limarí, IV Región. Santiago DGA. REG Ricardo Edwards G. - Ingenieros LTDA. (1992).
- Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona I Norte. Regiones I a IV. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores. Santiago, 2007.
- Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA. Recuperado el 2013 de Diciembre de 4, de Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas: www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- Información Estadística Hidrológica en línea, www.dga.cl. 2013
- Actualización Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos Zona I Norte, Regiones I a V.
- Consultoría OME-39: Mejoramiento del Canal Villalón, IRH, 1994.
- Mejoramiento Integral de Canales de la Cuenca del Río Elquí, IV Región
- Consultoría OME-04 Mejoramiento Sistema Paloma
- Estudio de Prefactibilidad Construcción Embalse Canelillo
- Evaluación del Programa de Obras de Riego Medianas y Menores – PROMM Volumen 1: Texto Principal, CIMA Consultores S.A., 1998.
- Estudio de los Recursos Hídricos en el Secano IV Región para una propuesta de desarrollo agrícola, Resumen Ejecutivo, Geofun Ltda. 2003.
- Consultoría: Catastro de Obras de Riego y elaboración del Plan de Inversiones al año 2018 Zona Norte - Regiones de Arica y Parinacota a Metropolitana, Procivil, Ingeniería Ltda., 2009.
- Mejoramiento del canal Villalón. IRH-MOP. Consultoría OME-39. 1994.
- Optimización del Sistema de Riego Embalse Corrales Río Choapa
- .Estudio Integral de Riego Valle del Río Elqui
- Estudios de Suelos de los Valles del Elqui, Limari y Choapa
- Diversos estudios elaborados entre los años 1979 y 1993 y que actualmente se encuentran integrados a la Publicación N°125 de CIREN, año 2005.
- Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa. CNR
- Diagnóstico de los Embalses el Bato y Corrales, IV Región. CNR
- Estudio de los Recursos Hídricos en el Secano de la IV Región, para una Propuesta de Desarrollo Agrícola. CNR Luis Arrau
- Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego
- Estudio elaborado para la Comisión Nacional de Riego bajo la firma GCF Consultores, durante los años 2003 y 2004. Esta información ha servido de base en la elaboración de la metodología de evaluación del presente estudio.
- Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección
- Diagnóstico y Caracterización de los Problemas de Drenaje en Chile

- Estimación Potencial Hidroeléctrico asociado a Obras de Riego existentes o en Proyecto Región de Atacama a Región de la Araucanía, Comisión Nacional de Energía y Comisión Nacional de Riego, 2007.
- Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta (ACER) información en línea <http://www.embalserecoleta.cl/> 2013.
- Geología de la Hoja Ovalle. Provincia de Coquimbo. Boletín N° 23 escala 1:250.000. Chile, 1967.
- Geología del Área Ovalle-Peñablanca, Región de Coquimbo. Carta geológica de Chile, Serie Geología Básica N° xx escala 1:100.000. Chile, en edición.
- Programa Desarrollo Territorial de Áreas Productivas Bajo Riego para Pequeños Agricultores de las Comunas de Illapel y Salamanca, Provincia de Choapa. SEREMI IV Region
- VI y VII Censo Nacional Agropecuario. INE (1997 y 2007)
- Centro Información Recursos Naturales (CIREN)
- Ortofotos Digitales de suelos escala 1:10.000: Esta información servirá de base para el estudio agrológico a efectuar en el área de estudio.
- Manual de Obras Menores de Riego, año 1996. Comisión Nacional de Riego – CIREN – CORFO.
- Directorio de Infraestructura y Agroindustria Frutícola IV Región. Ciren
- Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile (CIREN-CNR).
- Atlas Agroclimático y Atlas Bioclimático de Chile de la Universidad de Chile
- FAO N° 24 y N° 56
- Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción. MIDEPLAN
- Compendio de Información Ambiental, Socioeconómica y Silvoagropecuaria de la IV Región de Coquimbo del año 2001 Universidad Chile
- Vicente Giaconi, Cultivo de Hortalizas, 1998.
- Manual de Producción de Hortalizas. Prodecop-Fida-INIA-INDAP. 1998.
- Revista Agroeconómico, Fundación Chile (Diversos Números).
- Manual Fitosanitario Online, año 2013, AFIPA A.G.

El contenido de cada uno de estos queda especificado en Anexo 1: Revisión de Antecedentes.

2.2 ÁREA DE ESTUDIO

El canal matriz Villalón se encuentra en la comuna de Ovalle, Provincia de Limarí, IV Región de Coquimbo. Este sistema de riego se encuentra asociado a los embalses Recoleta-Paloma-Cogotí con una longitud total de 49 km.

Según la información publicada en el sitio web www.embalserecoleta.cl (2013), el canal Villalón es uno de los acueductos más importantes del sistema, abarcando más del 60 % de la superficie total de riego, su capacidad máxima es del orden de los 6.000 l/s a los 6 km. del inicio del canal Villalón, donde se encuentra la entrega del canal Derivado Recoleta que trae agua desde el Embalse La Paloma, de este modo el canal Villalón puede abastecerse indistintamente desde el Embalse Recoleta o desde el Embalse Paloma.

En Planos Generales se muestra el trazado del canal Villalón y el área de estudio.

3 ANTECEDENTES BÁSICOS GENERADOS PARA EL ESTUDIO

3.1 CATASTRO Y ESTADO DE INFRAESTRUCTURA

Se ha recorrido el canal de tal forma de identificar y ubicar georeferencialmente toda la infraestructura, a continuación se presenta un resumen:

Resumen Catastro Canal Villalon

Obra	Núm. de Obras
Aforador	4
Alcantarilla	6
Bocatoma	2
Canoa	24
Compuerta	54
Marco partidior	18
Sifon	2
Túnel	26
Vertedero	1
Total	137

En donde el 18 % se encuentra en estado deficiente, 19% en estado regular y 63 % en buen estado. La definición de estado de cada una de la infraestructura se especifica en Fichas de catastro elaboradas para cada obra donde se incorpora su ubicación y monografía correspondiente que se detallan en Anexo 2: Catastro. El criterio para definir estado de obras se detalla a continuación:

Compuerta	
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
Puente, canoa	
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

Túnel	
Deficiente	Túnel inestable estructuralmente, sin revestimiento o en mal estado
Regular	Túnel con potencial caída de material
Bueno	Túnel revestido, sin peligro de inestabilidades estructurales
Obras: Vertedero, marco partidor, aforador	
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

En las Figuras del Anexo 2 se presenta la ubicación de todas las obras anteriormente descritas, como también los revestimientos existentes.

3.2 TOPOGRAFÍA

Los trabajos topográficos realizados y que se detallan en Anexo 3 de este Informe comprenden la realización de los siguientes trabajos:

- Red de vinculación GPS primaria y Red GPS secundaria realizada para el control de los futuros trabajos de topografía.
- Nivelación geométrica corriente para el total de vértices monumentados en terreno, para ello se consideraron cuarenta y seis (46) Hitos o vértices PRs. Todos los trabajos realizados se encuentran normados por las Especificaciones Técnicas Topográficas ETT-DOH Año 2011.
- Levantamiento Aerofotogramétrico realizado para el Proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta, Región de Coquimbo". Para ello, se realizaron nuevos vuelos Color a escala 1:8.000 y 1:20.000 para obtener una restitución escala 1:2.000 y 1:5.000 respectivamente.
- Planos de Planta y Perfiles transversales a lo largo del Canal Buzeta, de una franja de 20 m de ancho del canal y las Obras de Arte que se encuentren en el Canal. Para ello se entregan planos en escala 1:500.
- Además se realizó un balizado a lo largo de todo el Canal, de manera de que cualquier visitante pueda ubicar las obras existentes y proyectadas.
- Todos los productos topográficos se entregan en formato dwg, pdf en el caso de los planos y .xls para las planillas de cálculo de nivelaciones, coordenadas y procesamiento de datos. El Sistema de Referencia utilizado es Datum SIRGAS, UTM 19 ETT_DOH 2011.

Figura 3-1 Monolito PR ubicado en ruta D595 frente a Embalse Recoleta



3.3 CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA

A lo largo de su trazado, el canal Villalón se encuentra constituido por tramos canalizados con revestimiento de hormigón total y/o parcial, tramos sin revestimiento y tramos en túneles.

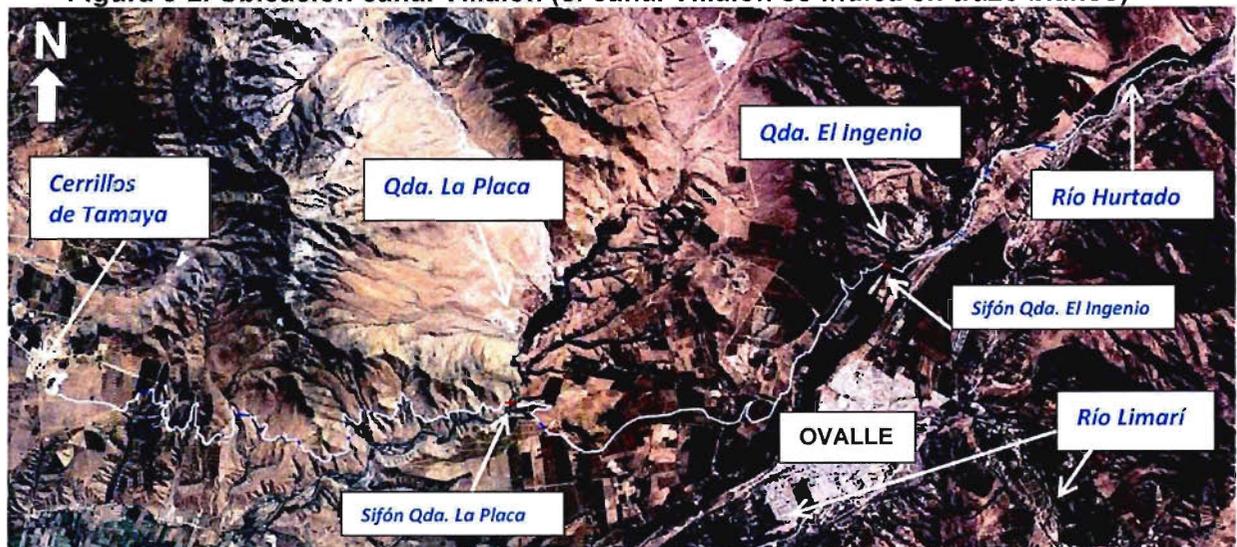
Los tramos en túneles fueron analizados en el informe de Inspección "Geológico - Geotécnica de túneles del canal Villalón".

Respecto de los tramos canalizados a lo largo del trazado se tienen los siguientes aspectos geotécnicos de consideración:

- Desprendimientos superficiales.
- Filtraciones en sectores de quebradas.

En la Figura siguiente se presenta una ubicación del trazado del canal, con distintos lugares de referencia donde se localizan los aspectos geotécnicos a considerar.

Figura 3-2. Ubicación canal Villalón (el canal Villalón se indica en trazo blanco)



3.3.1 Desprendimientos Superficiales

A lo largo del trazado se observan puntos de desprendimientos superficiales de bolones y clastos de dimensiones significativas, los que pudiesen generar problemas de operación en el canal. Estos desprendimientos se observan mayoritariamente en los sectores aledaños al río Hurtado (cercano al embalse Recoleta), ruta D-595 y ruta 43 (camino Ovalle – La Serena), aguas arriba del Sifón Quebrada El Ingenio.

Figura 3-3. Desprendimientos superficiales, sector embalse Recoleta, ARCADIS 2014



Figura 3-4. Desprendimientos superficiales, sector Sifón Qda. El Ingenio, ARCADIS 2014



En el tramo entre Sifón Qda. El Ingenio y Sifón Qda. La Placa se observan sectores de desprendimientos superficiales de menor consideración.

En el tramo entre el Sifón Qda. La Placa y Cerrillos de Tamaya, los sectores de desprendimientos se encuentran asociados principalmente a las inmediaciones de portales de entrada y salidas de túneles.

Figura 3-5. Desprendimientos superficiales, sector interior Cerrillos de Tamaya, ARCADIS 2014



3.3.2 Filtraciones en sector de quebradas

A la fecha de elaboración de este informe el canal se encontraba sin agua, por lo que las infiltraciones solo se podrán asociar a sectores donde el canal se encuentra sin revestimiento y en conjunto con la presencia de vegetación masiva. Con lo anterior, las zonas donde se observó este patrón corresponde al tramo entre el Sifón Qda. La Placa y Cerrillos de Tamaya. Particularmente, corresponden a sectores donde las aguas son canalizadas sin revestimiento y cercanas a quebradas.

Figura 3-6. Infiltraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya, ARCADIS 2014



Figura 3-7. Infiltraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya, ARCADIS 2014



3.4 DETERMINACION DE PERDIDAS POR FILTRACION

En consideración a los criterios estipulados en las Bases del estudio, se establecieron secciones de aforos cada 2 km, tramos que han sido ajustados según los siguientes aspectos:

- Se escogieron secciones de características uniformes, principalmente aquellas donde se ubican las estructuras de aforo existentes, puentes y compuertas de descarga, donde la sección del canal es regular, revestida en hormigón y con menor presencia de vegetación.
- El tramo del canal a aforar se consideró recto en una longitud de 3 veces el ancho de escurrimiento, aguas arriba y aguas abajo del punto de aforo, y con pendiente de fondo constante.
- Se consideró minimizar las interferencias como alteraciones de caudal, extracciones no controladas e infiltraciones en compuertas, mediante un sellado temporal de zonas con evidentes filtraciones, mediante recubrimiento con tierra o plástico.

Con estos aspectos se definieron 23 tramos para la ejecución de series de aforos en el canal Villalón, que se indican en la Tabla 3-1 y se ilustran en los planos de ubicación en el Anexo 6.1.

Tabla 3-1. Secciones de Aforo en canal Villalón

Secciones de aforo (km*)		Longitud tramo aforado (km)
Inicial	Cierre	
0,0	1,8	1,8
1,8	5,0	3,2
5,0	6,0	1,0
6,0	7,1	1,1
7,1	9,1	2,0
9,1	10,5	1,3
10,5	12,2	1,7
12,2	14,1	2,0
14,1	15,7	1,6
15,7	16,9	1,1
16,9	19,5	2,6
19,5	20,9	1,4
20,9	22,7	1,8
22,7	24,0	1,3
24,0	26,5	2,5
26,5	29,4	2,9
29,4	32,0	2,6
32,0	33,5	1,5
33,5	36,3	2,8
36,3	39,2	2,9
39,2	41,4	2,2
41,4	43,9	2,5
43,9	47,0	3,1
Promedio		2,0

*Km referencial medido desde la compuerta de inicio

La campaña de aforos del Canal Villalón no se ha podido ejecutar 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.

3.5 INSPECCIÓN DE TUNELES

El canal Villalón posee veinte y seis tramos en túnel, con longitudes entre 20 y 510 metros. La mayoría de ellos están excavados en suelos y solo algunos se excavaron total o parcialmente en roca.

Los primeros 12 túneles carecen de denominación local mientras que los últimos 14 han sido denominados con nombres alusivos a las quebradas principales que cruzan o a las localidades más cercanas. De acuerdo a lo anteriormente señalado se utilizará un número referencial para identificar cada túnel indicando entre paréntesis el nombre correspondiente o la ausencia de éste (n/n).

Los 26 túneles se encuentran completamente revestidos con hormigón (piso incluido), por lo que la inspección geológica se refiere solo a las características geológicas observadas en superficie y en los sectores de portales de entrada y salida de cada túnel.

3.5.1 Túnel 1 Villalón

El túnel 1 se localiza en el flanco derecho del valle del río Hurtado, a unos 4 km aguas abajo y hacia el SW del tranque Recoleta, aproximadamente 400 m al SE de la ruta 595 que une Ovalle con la localidad de Samo Alto.

Este túnel tiene un largo de 69,10 metros, una sección de 3,6 de alto por 2,9 m de ancho. La orientación general del túnel es NNE, sin embargo, dado que no es rectilíneo, se midieron distancias y orientaciones del eje del túnel para cada segmento con punto de inicio en el portal de entrada. En la Tabla 1 se presentan las distancias parciales, acumuladas y la orientación correspondiente.

Tabla 3-2: Orientación del eje del túnel y longitudes medidas desde el portal de entrada.

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel
0	14	N20°E
22	36	N45°E
18,7	54,7	N10°E
5,1	59,8	N5°W
9,3	69,1	N20°E

El túnel fue excavado principalmente en roca (cajas y bóveda) y solo parcialmente en suelo en la parte alta de la bóveda en el portal de entrada para finalizar enteramente en suelo hacia el portal de salida.

El revestimiento en hormigón del túnel se observa sin fallas que afecten la estabilidad de éste. Se precisa solamente eliminar los sedimentos gruesos acumulados en el piso del túnel. Se estima una alta estabilidad en el largo plazo.

3.5.2 Túnel 2 Villalón

El túnel se localiza en el flanco derecho del valle del río Hurtado a unos 120 m aguas abajo del túnel Villalón 1. Tiene un largo de 46 metros, con una sección de medio punto de 3,2 de alto por 2,9 m de ancho. La orientación general es NNE, sin embargo el túnel no es rectilíneo, en consecuencia se midieron, desde el portal de entrada, las distancias y orientaciones de los diferentes tramos del túnel, las que se presentan en la tabla 2 siguiente.

Tabla 3-3: Orientación del eje del túnel y longitudes medidas desde el portal de entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel
0	14	N20E
0	12	NS
8	20	N20E
26	46	N35E

El túnel 2 presenta en el portal de salida un techo de roca volcánica andesítica moderadamente meteorizada, y de clase III (calidad geotécnica regular de acuerdo a la clasificación geomecánica RMR).

En el sector del portal de salida la cobertura de suelos del túnel corresponde a gravas y arenas fluviales de compacidades medias a altas. En ambos portales la cobertura de suelos tiene un espesor promedio de 4,0 m.

El revestimiento de hormigón del túnel no presenta fallas que afecten la estabilidad de éste. Se precisa remover los sedimentos gruesos acumulados en el piso del túnel.

Se estima una alta estabilidad de la obra en el largo plazo.

3.5.3 Túnel 3 Villalón

Este tramo en túnel se ubica a 1,63 Km aguas abajo del portal de salida del túnel 2 y a unos 90 m al SE del camino Ovalle-Samo Alto (ruta D-595), en el flanco derecho del valle del río Hurtado. El túnel 3 es rectilíneo y de aproximadamente 48,3 metros de largo, con una sección de medio punto de 2,9 de alto por 2,9 m de ancho; la orientación del eje del túnel es N20°E.

El revestimiento de hormigón del túnel sólo presenta una fisura abierta de unos tres metros de longitud en las cercanías del portal de salida. La fisura parece haberse desarrollado durante la construcción de éste y no presenta problemas que afecten la estabilidad del túnel, el que en su mayor parte se muestra sano.

El túnel se considera estable, recomendándose la limpieza periódica del piso.

3.5.4 Túnel 4 Villalón

Se ubica a unos 7,3 km al NE de la ciudad de Ovalle y a 6,4 km al SW del muro del Embalse Recoleta, en el sector de la quebrada Cuesta Chuela. El túnel atraviesa allí desde el flanco derecho del valle del río Hurtado (portal de entrada) hasta el flanco izquierdo del valle del estero El Ingenio (Figura 3-8). El portal de salida se localiza en la parte superior de la quebrada Cuesta Chuela.

El túnel 4 del canal Villalón tiene un largo total de 510 metros aproximados, siendo el túnel más largo del canal Villalón. La sección es de medio punto de 3,2 metros de alto en promedio y con un ancho 2,9 metros. El túnel tiene 3 tramos reforzados con reducción de la sección a 2,6 metros de alto y ancho de 2,1 metros. Estos tramos coinciden con los cruces superficiales de rutas y vía férrea. La orientación general del túnel es N80°W, sin embargo el túnel no es rectilíneo, debido a lo cual se midieron las longitudes y orientaciones de los distintos tramos a partir del portal de entrada, los que se muestran en la Tabla siguiente.

Figura 3-8.- Localización del Túnel Villalón 4 (V4).



Tabla 3-4: Orientación del eje del túnel y longitudes medidas desde el portal de entrada.

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	0		3,17	2,93	Portal de entrada
0	50	N85W	3,25	2,88	
30	80	N78W	3,36	2,93	
20	100		3,4	2,89	
32	132		2,58	2,1	Reducción de la sección
52	184		3,34	2,9	Aumento de la sección
35,5	219,5		3,25	2,92	curva
30,5	250	N82W	2,91	2,91	
38	288		2,64	2,12	Reducción de la sección
26	314		3,29	2,9	Aumento de la sección
19	333	N75W	2,65	2,16	Reducción de la sección
28	361		3,34	2,88	Aumento de la sección
149	510		2,97	2,93	Portal salida

El túnel se excavó en depósitos de gravas y gravas arenosas y se encuentra completamente revestido por hormigón, incluyendo además reforzamientos de la sección del túnel bajo los tramos que cruzan vías superficiales.

El revestimiento de hormigón se presenta en buen estado, sin fracturas visibles, excepto la presencia de una fisura que se observa en el portal de salida, con una longitud de 3,0 m. Se considera que esta fisura no representa un peligro inmediato en el corto plazo, sin embargo es recomendable rellenarla con "gunita" e inspeccionarla un par de veces al año.

El túnel tiene tramos con importantes rellenos de material detrítico grueso depositado por agua sobre el radier de hormigón, que debe ser extraído para restituir la sección tipo de éste.

Respecto de la quebradilla que desagua en el portal de entrada del túnel se recomienda el reemplazo de la barrera de madera por una barrera de mejor calidad para retener los bloques mayores que pudieren caer al canal.

3.5.5 Túnel 5 Villalón

El túnel se localiza en el flanco izquierdo del valle del estero El Ingenio, a aproximadamente 1,3 km al S60°W del portal de salida del túnel 4.

El túnel 5 del canal Villalón tiene una longitud de 192 metros, una sección tipo de medio punto con altura promedio de 3,4 m y ancho de 2,9 m.

La orientación general es N27°E sin embargo, por tratarse de un túnel sinuoso, se midieron, a partir del portal de entrada, las longitudes y orientaciones de los distintos tramos diferenciados en el túnel. En la tabla siguiente se presentan las orientaciones y rumbos de cada tramo.

Tabla 3-5: Orientación del eje central desde portal de Entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	9	N85O	3,42	2,89	Portal de entrada
6	15	N38E			
7	22	N50E			
32	54	N14E	3,37	2,9	
50	104	N15O	3,98	2,92	
13	117	N20E	3,33	2,87	
8	125	NS			
4	129	N45E			
9	138	N63E	3,38	2,98	
10	148	N45O			

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
12	160	N83O	3,28	2,93	
32	192	N83O	3,29	2,9	Portal salida

El túnel no presenta fisuras, grietas u otras imperfecciones que puedan afectar su estabilidad, de modo que se encuentra en buenas condiciones geotécnicas y estable; solo se recomienda la limpieza del piso del túnel.

3.5.6 Túnel 6 Villalón

Este túnel se ubica en el flanco izquierdo del valle del estero El Ingenio a unos 860 metros al S24°W del portal de salida del túnel 5 y a unos 660 m al N15°E de la bifurcación de las rutas 43 (Ovalle- La Serena) y D-595 (Ovalle – Samo Alto).

El túnel 6 del canal Villalón tiene un largo de 42 metros, una sección de medio punto con altura promedio de 3,0 de alto y un ancho de 2,3 m de ancho.

Posee una orientación general N10°E; sin embargo, su trazado presenta una curva suave a partir de los 13,3 metros desde el portal de entrada. Las orientaciones de los tramos y longitudes de los tramos del túnel, se midieron desde el portal de entrada. Esta información se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3-6: Orientación del túnel y longitudes medidas desde portal de Entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	13.3	NS	3,00	2,30	Portal de entrada
28.7	42	N15E	3,00	2,32	Portal de salida

El túnel no presenta fisuras ni otras alteraciones del revestimiento. La estructura se considera estable a largo plazo. Es recomendable la limpieza del piso retirando el material de gravas y arenas sueltas allí depositadas.

3.5.7 Túnel 7 Villalón.

El túnel 7 se ubica en el flanco izquierdo del valle del estero El Ingenio, a unos 80 metros al NW de la bifurcación de las rutas 43 (Ovalle- La Serena) y D-595 (Ovalle – Samo Alto) y a unos 700 m al S15°W del túnel 6.

Es un túnel corto y rectilíneo con un largo de 30 metros aproximados y una sección de medio punto de 3,2 de alto por 2,9 m de ancho. La orientación del eje central del túnel es N35°W.

El revestimiento del túnel 7 se encuentra en buen estado general, tanto en las cajas como en la bóveda; solo se observan algunas eflorescencias salinas. Las fisuras que afectan al revestimiento de hormigón del canal, inmediatamente aguas abajo del portal de salida, no

afectan la estabilidad general de la obra pero deberían repararse mediante un sellado con cemento.

3.5.8 Túnel 8 Villalón.

El túnel 8 se localiza en el flanco izquierdo del valle del estero El Ingenio a unos 25 metros al SW del túnel 7 y a 70 m al NW de la bifurcación de las rutas 43 (Ovalle- La Serena) y D-595 (Ovalle – Samo Alto).

Es un túnel rectilíneo de 54 metros de largo aproximado. La sección es de medio punto y tiene 3.3 de alto por 2.9 m de ancho. La orientación general del eje del túnel es de N46E.

El túnel villalón 8 presenta buenas condiciones de estabilidad; solo presenta fisuras en el muro izquierdo del canal, inmediatamente aguas arriba del portal de entrada. Es recomendable sellar la fisura y limpiar el piso del túnel.

3.5.9 Túnel 9 Villalón.

El túnel 9 está ubicado en el flanco izquierdo del valle del estero El Ingenio, a unos 60 metros al SW del túnel 8 y a 120 m al W de la bifurcación de las rutas 43 (Ovalle- La Serena) y D-595 (Ovalle – Samo Alto).

Este túnel tiene una longitud aproximada de 28 metros y una sección de medio punto de 3.3 de alto por 2.9 m de ancho. La orientación del eje del túnel es de N35°E.

El túnel se considera estable a pesar de las fisuras observadas entre los moldajes de hormigón, que afectan a los portales. No obstante lo anterior, es conveniente sellar nuevamente con lechadas de cemento tales fisuras e inspeccionarlas una o dos veces al año. Este túnel posee menor cantidad de material depositado por agua en su interior, sin embargo se recomienda su limpieza.

3.5.10 Túnel 10 Villalón.

El túnel 10 se localiza en el flanco izquierdo del valle del estero El Ingenio a unos 250 metros al NE de la cabecera de la pista del Aeródromo El Toqui y a 200 m al SW del túnel 9. En relación a la ruta 46, que une Ovalle con La Serena, el túnel se ubica aproximadamente a 75 metros al NW de ésta.

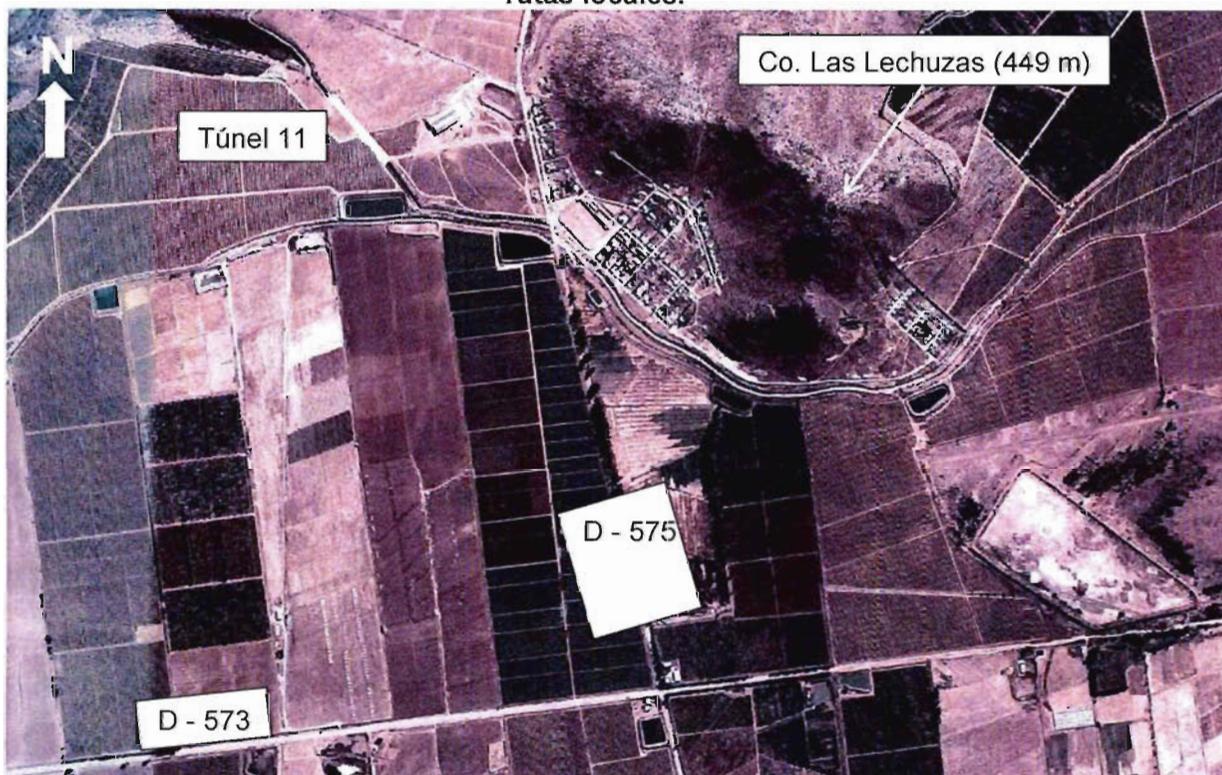
Tiene un largo de 75 metros con una sección en medio punto de 3,3 de alto por 2,9 m de ancho; la orientación del túnel es N40°E, sin embargo el túnel muestra un ligero acodamiento hacia la parte central, de modo que su mitad inicial tiene orientación N50°E y la mitad final una orientación N38°E.

El túnel 10 no presenta problemas estructurales que afecten su estabilidad en el largo plazo, Solo se recomienda el sellado de las fisuras en el portal de salida, además de la limpieza del piso del túnel.

3.5.11 Túnel 11 Villalón.

Este túnel se ubica en la parte oriental de los Llanos del Limarí a unos 1.600 m al NNW del cruce de las rutas departamentales D-573 y D-5757 y aproximadamente 1.200 m al WNW del cerro Las Lechuzas.

Figura 3-9.- Mapa de ubicación del túnel 11 en relación al cerro Las Lechuzas y a las rutas locales.



El túnel 11 del canal Villalón tiene un largo de 192 metros, una sección de medio punto con promedio de 3,1 m de alto por 2,5 m de ancho.

El túnel tiene orientación general N40°W, sin embargo no es rectilíneo. Las orientaciones y longitudes medidas de los diferentes tramos a partir del portal de entrada, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 3-7: Orientación del eje del túnel y tramos medidos desde el portal de entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	32,4	N28°W	3,2	2,5	Portal entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
9,2	41,6	N85°W	3,06	2,55	
17,8	59,4	N40°E	3,14	2,53	
66,2	125,6	N38°W	3,07	2,52	
84,4	210	N38°W	2,85	2,51	Portal salida

El túnel se encuentra en muy buen estado, sin fisuras ni fracturas. Sólo existe un relleno parcial de suelos sobre el radier del túnel que sería recomendable limpiar.

3.5.12 Túnel 12 Villalón.

El túnel 12 se ubica a unos 450 m en línea recta hacia el N15°W del portal de salida del túnel 11.

Este túnel cruza un estrecho cordón de cerros de sur a norte, con el objeto de enfrentar en mejor forma la zona del cruce en sifón de la quebrada La Placa.

Es un túnel recto y corto, con una longitud de 21 metros aproximadamente. La sección es de medio punto con altura de 3,1 m y un ancho de 2,5 m. La orientación del túnel es de N40°W.

El túnel 12 del canal Villalón se encuentra en muy buen estado y sólo precisa de una limpieza menor de la sobrecarga de suelos sobre el radier.

3.5.13 Túnel 13 Villalón (Gonzalez)

El túnel se ubica a unos 2350 m en línea recta hacia el W del final del sifón La Placa, al SW de un cerro de altura 559 m.

El túnel 13 denominado Gonzalez tiene un largo de 27 metros aproximadamente con una sección de medio punto de 2,9 de alto por 2,6 m de ancho; la orientación del túnel es de N18°W.

El revestimiento del túnel 13 o Gonzalez no presenta fisuras ni otros problemas que amenacen su estabilidad a largo plazo. Solo se recomienda una limpieza del piso el túnel.

3.5.14 Túnel 14 Villalón (Marín 1)

El túnel 14 del canal Villalón, conocido localmente como túnel Marín 1 se ubica hacia el S70°W del túnel 13 (González) y a 960 metros en línea recta de éste.

El túnel tiene una longitud de 82 metros con una sección de medio punto de 2,4 m de alto promedio por 2,0 m de ancho. La orientación general de túnel es N85°W, sin embargo, no es totalmente rectilíneo por lo que se midieron las distintas orientaciones y largos de los tramos de éste a partir del portal de entrada. Estas orientaciones y dimensiones se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3-8: Orientación del eje central desde portal de entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	14,4	N75O	2,4	2,0	Portal entrada
9,6	24	N68O	2,4	2,0	
22,5	46,5	EO	2,4	2,0	
35,5	82	N75O	2,4	2,0	Portal salida

El revestimiento de hormigón del túnel 14 (Marín 1) se encuentra en buen estado general. Existen algunos sectores con algunos depósitos de gravas y arenas que serían recomendables limpiar.

3.5.15 Túnel 15 Villalón (Marín 2)

El túnel 15 denominado Marín 2, se ubica próximo al túnel anterior (14 o Marín 1), ubicándose el portal de entrada a tan sólo 95 m al NW del portal de salida del túnel 14.

Este túnel tiene un largo de 88 metros, con una sección de medio punto de 2,4 m de altura promedio por 2,0 m de ancho.

Tiene una orientación general EW, con cambios de rumbo en su trazado, definiendo tramos de longitudes y orientaciones diferentes, los que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3-9: Orientación del eje central desde portal de Entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	28	EW	2,46	2,00	Portal entrada
14,3	42,3	N55W	2,4	2,00	
45,7	88	N85W	2,33	1,96	Portal salida

El revestimiento del túnel presenta un excelente estado de conservación, con escasos tramos con gravas y arenas sueltas en el piso. Se recomienda, sin embargo, su limpieza.

3.5.16 Túnel 16 Villalón (Marín 3)

Este túnel, conocido localmente como Marín 3, se ubica a 80 metros al N85°W en línea recta del portal de salida del túnel 15, al otro lado de la quebradilla en donde sale éste último.

Consiste en un túnel corto de 14,7 metros de largo y una sección de medio punto con una altura promedio de 2,8 de alto por 2,9 m de ancho.

Presenta una orientación general N10°W y en su parte media describe un codo, de modo que se midieron las orientaciones y longitudes de cada segmento del túnel, los que se indican en la tabla siguiente:

Tabla 3-10: Orientación del eje del túnel desde el portal de entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	7,0	N12E	2,76	2,9	Portal entrada
7,7	14,7	N18W	2,9	2,95	Portal salida

El túnel es completamente estable, sin problemas en su revestimiento de hormigón; sólo presenta un relleno importante de sedimentos gruesos en el piso que requiere ser eliminado.

3.5.17 Túnel 17 Villalón (Valdivia 1)

El túnel 17, denominado Valdivia 1, se ubica en el flanco W de una pequeña quebrada de orientación N20°W, a unos 495 m al SW, en línea recta, del túnel 16.

Es un túnel corto y rectilíneo con un largo de 30,5 metros aproximados y una sección de tipo arco deprimido de 2,45 de alto por 2,45 m de ancho. La orientación del eje del túnel es N40°E.

Este túnel se encuentra en muy buen estado y estable. No requiere mantención ni limpieza.

3.5.18 Túnel 18 Villalón (Valdivia 2)

El túnel 18 (Valdivia 2) se localiza a en el mismo flanco de la quebrada que el túnel 17, a 80 m al SSE, en línea recta, del portal de salida del túnel 17.

Tiene un largo de 30,3 metros con una sección en arco deprimido de 2,5 de alto en promedio por 2,4 m de ancho. Presenta una orientación general en superficie de N60°W, sin embargo el túnel no es rectilíneo estando formado por tres tramos cuyas longitudes y orientaciones se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3-11: Orientación del eje central desde el portal de entrada.

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	4,3	N75°W	2,52	2,49	Portal entrada
12	16,3	N55°W	2,52	2,49	
14	30,3	N68°W	2,49	2,47	Portal salida

Este túnel se encuentra en muy buen estado y no precisa de mantenimiento.

Cabe hacer notar que este túnel y el anterior son los únicos que poseen una sección de Arco Deprimido, distinta de la sección de Arco de Medio Punto de los demás túneles.

3.5.19 Túnel 19 Villalón (Valdivia 3)

Este túnel se ubica a unos 280 m aproximadamente, en línea recta, hacia el sur del portal de salida del túnel 18 (Valdivia 2), en el flanco de la quebrada que contornea el canal.

Tiene un largo de 69,4 metros con una sección en arco de medio punto de 2,6 de alto por 2,45 m de ancho. El trazado del túnel es rectilíneo, la orientación del eje del túnel es N30°E.

Este túnel se presenta en buen estado y estable, sólo es necesario una remoción del material clástico depositado en el interior del túnel.

3.5.20 Túnel 20 Villalón (Ciruelo 1).

El túnel 20 o Ciruelo 1 está ubicado a unos 1270 m en línea recta al W del túnel 19, en los faldeos sur del cerro de 910 m de altura, en el sector denominado Corte del Diablo.

El túnel tiene 96,1 metros de largo con una sección de medio punto de 2,4 m de alto promedio y 2,4 m de ancho. El túnel tiene orientación general N40°W, pero no es totalmente rectilíneo describiendo un pequeño codo hacia los 28 m desde el portal de entrada. En la tabla siguiente se muestran los tramos y sus orientaciones respectivas.

Tabla 3-12: Orientación del eje central desde portal de Entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	28,1	N30W	2,58	2,44	Portal entrada
68	96,1	N45W	2,34	2,46	Portal salida

El túnel se encuentra en buen estado general, sin embargo es necesario proceder a la limpieza del material acumulado en el piso del túnel.

3.5.21 Túnel 21 Villalón (Ciruelo 2).

El túnel 21 o Ciruelo 2 se localiza a 400m, aproximadamente, al N85°W del portal de salida del túnel 20 o Ciruelo 1, en el mismo sector del Corte del Diablo.

Tiene un largo de unos 57,8 m, aproximados con orientación N65°W. El túnel es prácticamente rectilíneo, aun cuando a los 10 m desde el portal de entrada describe una suave curva que no alcanza a interrumpir la visual entre los dos portales.

El túnel se encuentra en buen estado general, solo es necesario realizar una limpieza del material acumulado en el piso del túnel.

3.5.22 Túnel 22 Villalón (Ciruelo 3)

Este túnel se ubica unos 520 m en línea recta, al N60°W del portal de salida del túnel 21.

El túnel 22 del canal Villalón o Ciruelo 3, rectilíneo, tiene un largo de 28,8 metros aproximadamente, con una sección de medio punto de 2,5 m de alto por 2,4 m de ancho. La orientación del eje del túnel es N80°W.

El túnel se encuentra en buen estado general, solo sería necesario remover el material clástico acumulado en el piso del túnel.

3.5.23 Túnel 23 Villalón (El Sauce 1).

El túnel 23 (El Sauce 1) está localizado a unos 390 m hacia el NW desde el portal de salida del túnel 22. Tiene un largo de 332 metros, una sección de medio punto con altura promedio 2,4 y ancho de 1,99 m de ancho.

La orientación general es N85°W, sin embargo y dado que el túnel no es rectilíneo los rumbos y longitudes de los diferentes tramos registrados a partir del portal de entrada se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3-13: Orientación del eje del túnel desde el portal de entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	15	N78°W	2,47	1,99	Portal entrada
105	120	N78°W	2,46	1,97	
14	134	N80°E	2,51	1,99	
100	234	N80°E	2,28	1,97	
50	284	N80°E	2,42	1,98	
48	332	N75°W	2,45	1,99	Portal salida

El túnel se encuentra en buen estado general, solo es preciso remover el material clástico acumulado en el piso del túnel.

3.5.24 Túnel 24 Villalón (El Sauce 2)

El túnel 24 (El Sauce 2) se localiza hacia el S30°W y a unos 670 m aproximados en línea recta, del portal de salida del túnel 23 (El Sauce 1). Tiene un largo de 58,5 metros con una sección de medio punto de 2,4 de alto por 1,96 m de ancho.

La orientación general del túnel es N70°W sin embargo, por tratarse de un túnel sinuoso se midieron las longitudes y orientaciones de los distintos tramos a partir del portal de entrada. Las medidas respectivas se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3-14: Orientación del eje del túnel desde el portal de entrada.

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	6,8	N68O	2,25	1,95	Portal entrada
18,1	24,9	N88E	2,35	2	
8,3	33,2	N60E	2,48	1,96	
11,8	45	N38O	2,48	1,96	
13,5	58,5	N65O	2,26	1,95	Portal salida

El revestimiento del túnel se encuentra en un muy buen estado de conservación y estable. Se recomienda la remoción del material detrítico depositado sobre el piso del túnel.

3.5.25 Túnel 25 Villalón (Las Penitas 1)

Este túnel, conocido localmente como túnel las Penitas 1, se ubica hacia el N65°W del túnel 24, a unos 1.900 m aproximadamente, en línea recta. Se trata de un túnel corto de unos 29,3 m de longitud, con orientación N60°W.

El túnel se encuentra en buen estado y estable. Las fisuras existentes en el revestimiento de hormigón del portal de entrada se consideran causadas por defectos constructivos y no amenazan la estabilidad del túnel.

3.5.26 Túnel 26 Villalón (Las Penitas 2)

Este túnel se localiza a unos 330 m hacia el N20°W, en línea recta, del portal de salida del túnel 25. El túnel es rectilíneo y tiene un largo de 243 m, con una orientación general N72°E. Dado que el túnel no es rectilíneo se midieron, a partir del portal de entrada, las longitudes de los tramos y sus orientaciones correspondientes, las que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3-15: Orientación del eje central desde portal de Entrada

Distancia Parcial	Distancia acumulada	Rumbo túnel	Alto (m)	Ancho (m)	Tramo
0	50,5	N75E	2,49	1,97	Portal entrada
50,5	101	N75E	2,48	1,98	
50,5	151,5	N75E	2,45	1,98	
45,5	197	N75E	2,37	1,96	
45,5	242,5	N75E	2,27	1,83	Portal salida

El túnel está en buen estado general y estable. Solo se requiere la remoción del material detrítico presente en el tercio final del túnel.

3.6 PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LOS REGANTES

Para cerrar el levantamiento básico de los problemas en el canal, se realizaron reuniones de participación ciudadana en el transcurso del año 2014.

Las actividades de PAC desarrolladas para el canal Villalón en el marco del estudio contaron con una participación promedio de poco más de 32 personas. En tanto la primera actividad de PAC fue la que contó con mayores niveles de participación (55 personas), en la segunda actividad asistió poco menos de la mitad de esa cantidad (26 personas). Por su parte, la tercera actividad contó con la más baja participación: sólo 16 personas asistieron a la reunión.

Tabla 3-16: Participación en actividades de PAC, según género

Actividad	Hombres	%	Mujeres	%	Total	%
Primera PAC	52	94,5%	3	5,5%	55	100%
Segunda PAC	25	96,2%	1	3,8%	26	100%
Tercera PAC	15	93,8%	1	6,3%	16	100%
Promedio	30,7	94,8%	1,7	5,2%	32,3	100%

Fuente: Elaboración propia

Del punto de vista del género, la participación femenina fue, en todas las actividades de PAC, casi nula: 3 mujeres asistieron a la primera actividad, en tanto sólo una asistió a la segunda y tercera actividad.

Respecto de la baja participación que, en general, se observó en las tres actividades, especialmente después de realizada la primera de ellas, cabe señalar que podría estar relacionada con la naturaleza del estudio y las expectativas y necesidades de los regantes. En efecto, los canalistas del canal Villalón expresan diversas dificultades para el desarrollo de la actividad agrícola, las que estarían fuertemente determinadas por la crisis hídrica que experimenta la cuenca desde hace unos 7 a 10 años. Una muestra de dicha situación la constituye el hecho que el embalse Recoleta se haya secado en el mes de marzo de 2014, situación que no se observaba desde fines de la década de los '60.

Al respecto, se señala que todos los regantes del canal Villalón dependen del canal, por cuanto no habría aguas subterráneas que permitan suplir la carencia de agua en él. Las aguas subterráneas estarían disponibles a una profundidad tal que hace inviable para los pequeños agricultores aprovecharlas dada la magnitud de la inversión que se requeriría para ello. Adicionalmente, los regantes no desarrollarían esfuerzos conjuntos para disponer de estanques de acumulación comunitarios. Conjuntamente con ello, se señala la dificultad que representa el hecho que los precios de los productos agrícolas no reflejen los costos de producción, dada la escasez hídrica. Si bien habría habido esfuerzos por constituir cooperativas para la mejor comercialización de los productos, ellos no habrían tenido éxito.

Como consecuencias de dicha situación se habría producido una disminución de la actividad agrícola desarrollada por pequeños agricultores, y habría aumentado la actividad de los grandes agricultores, los que tendrían capacidad de invertir para resolver la escasez de

agua. Ante la inseguridad de riego, muchos pequeños agricultores habrían optado por vender el agua a grandes empresas agrícolas, o arrendar y vender sus parcelas para que dichas empresas las exploten.

Así, las preocupaciones de los regantes, especialmente de los pequeños agricultores, estarían en la actualidad volcadas a lograr soluciones de corto plazo para la obtención de acceso al recurso agua. Dado aquello, es probable que el interés por participar de reuniones para informarse del presente estudio sea baja, especialmente tras la primera actividad de PAC, una vez que se informaron de sus objetivos y alcances, verificando que las urgentes necesidades de agua que tienen no se relacionan con los tiempos y plazos de ejecución de las soluciones que se propone en el marco del estudio.

En tal sentido, si bien parte importante de las observaciones realizadas por los participantes de la actividades de PAC fueron acogidas e incorporadas en el estudio, varias de ellas dicen relación con aspectos que exceden los alcances del presente estudio, como son el invertir en el mejoramiento del sifón El Ingenio, entre otras. Abordar los problemas que expresan los *regantes* exigiría apoyos específicos para el desarrollo de inversiones que, destinadas a mejorar la seguridad del riego, sean posibles de implementar en el corto plazo.

Figura 3-10: Participación Ciudadana Villalón



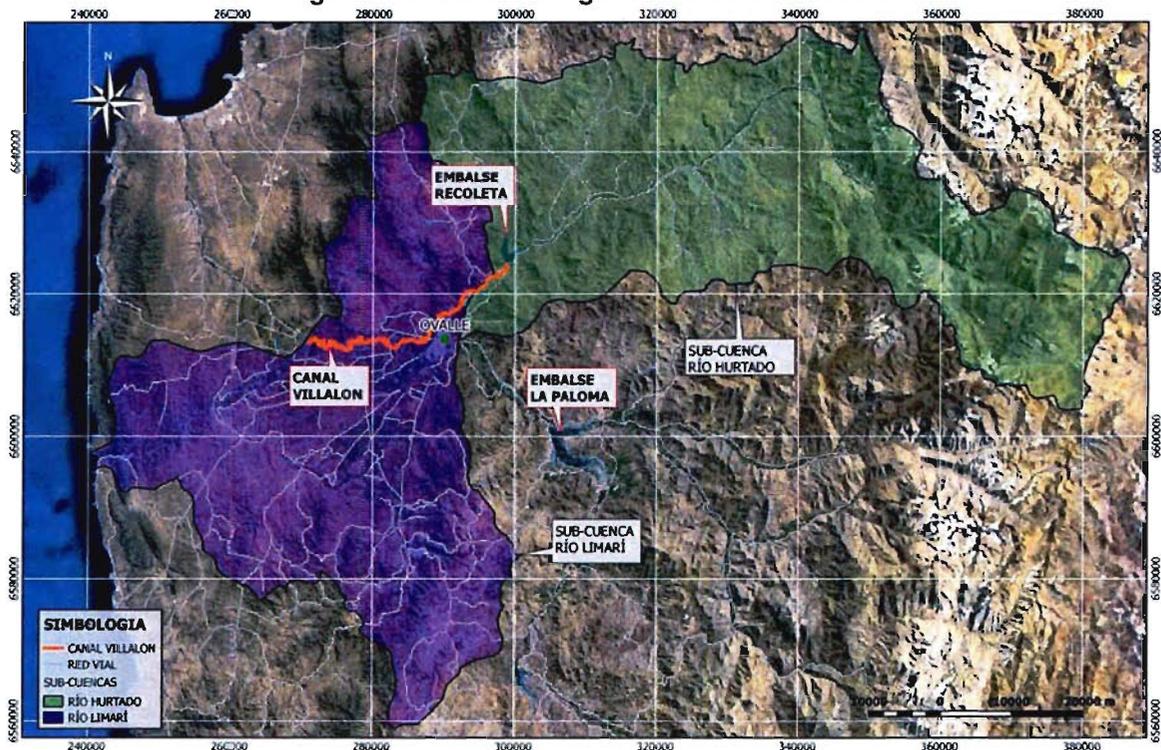
4 ESTUDIOS BÁSICOS

4.1 HIDROLOGÍA

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 4-1 se presenta la ubicación general del área de estudio.

Figura 4-1: Ubicación general área de estudio



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.

Con la finalidad de determinar los recursos hídricos en el cauce del río Limarí se procedió a conformar la curva de variación estacional para distintas probabilidades de excedencia, en base a los caudales medios mensuales de la estación más cercana a la bocatoma del canal.

Se identificaron las estaciones fluviométricas de la Dirección General de Aguas (DGA) existentes en el río Limarí que se listan en la Tabla 4-1 y cuya ubicación se indica en la Figura 4-2.

De tal información se deduce que la estación más cercana a la zona de interés es Canal Tuqui en salida embalse Recoleta, de donde se extraen las aguas para conducir las 2 km aguas abajo hacia el canal Villalón. La Figura 4-2 da cuenta de la ubicación de las estaciones de interés, donde se observa aguas abajo la presencia de las estaciones río Limarí en Peñones Bajos y río Limarí en Puntilla de Ovalle, y las estaciones río Hurtado aguas arriba del embalse Recoleta, que registran datos de caudales directamente del cauce natural.

Tabla 4-1: Estaciones con registro de caudales

Estación	Periodo (años)	Registro	Elevación (msnm)	Ubicación Coordenadas UTM	
				Norte (m)	Este (m)
Canal Tuqui en salida embalse Recoleta	43	1970-Vigente	380	6.624.327	299.113
Río Limarí en Puntilla de Ovalle	38	1975-Vigente	205	6.610.767	289.105
Río Limarí en Peñones Bajos	41	1941-1982	225	6.613.746	291.794
Río Grande en Paloma	34	1968-2002	310	6.603.649	303.624
Canal Tuqui en salida embalse Recoleta	43	1970-Vigente	380	6.624.327	299.113
Canal alimentador Recoleta Entrada Embalse	14	1953-1967	400	6.623.942	301.652
Río Hurtado en entrada embalse Recoleta	37	1967-2004	410	6.626.464	301.367
Río Hurtado en Angostura de Paine	95	1918-vigente	485	6.630.860	307.719

La estadística de caudales medios mensuales de las estaciones fluviométricas Canal Tuqui en salida embalse Recoleta, Río Hurtado en entrada embalse Recoleta y río Hurtado en Angostura de Paine se adjuntan en el Anexo 9.1 de este documento y su comportamiento se ilustra en las siguientes figuras.

Figura 4-2: Ubicación de estaciones con registro de caudales

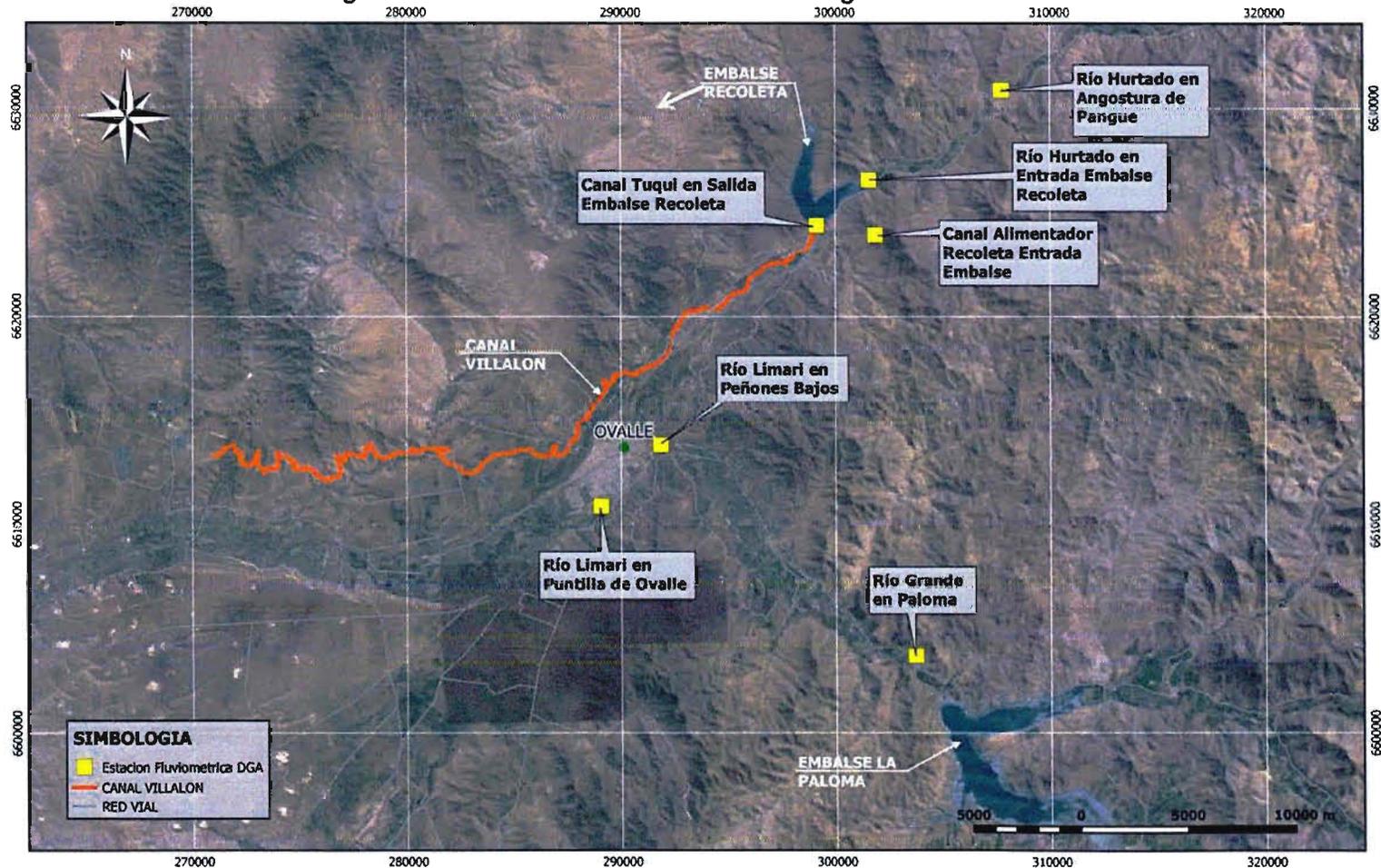
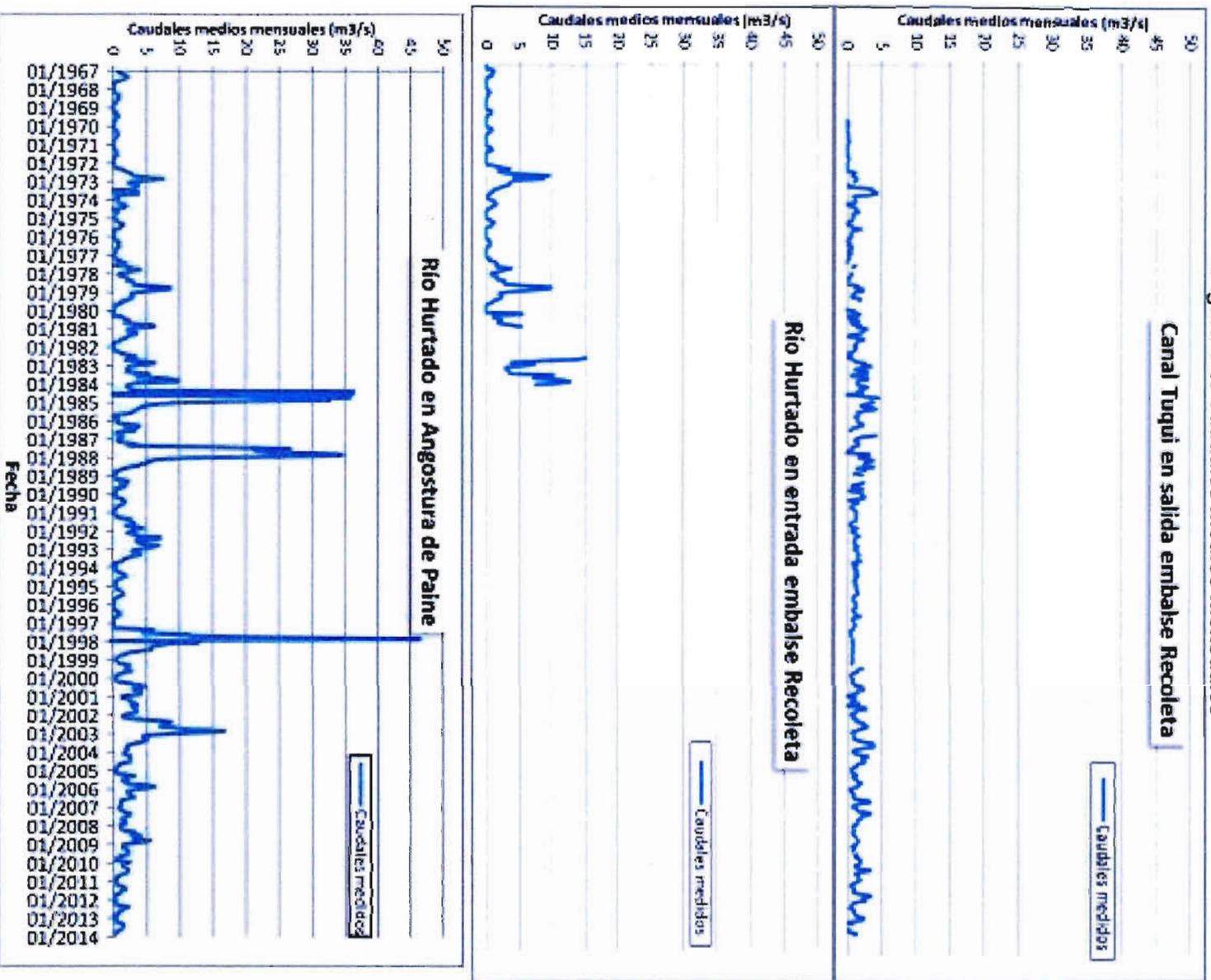


Figura 4-3: Caudales medios mensuales



4.1.1 Registro de precipitaciones

El análisis de precipitaciones tiene como objetivo determinar el régimen pluviométrico en la zona de estudio del canal Villalón. Con los registros de precipitación máxima diaria es posible procesar la estadística mediante distribuciones de probabilidad y de esta manera generar un mapa de isoyetas y las curvas de intensidad duración frecuencia (IDF).

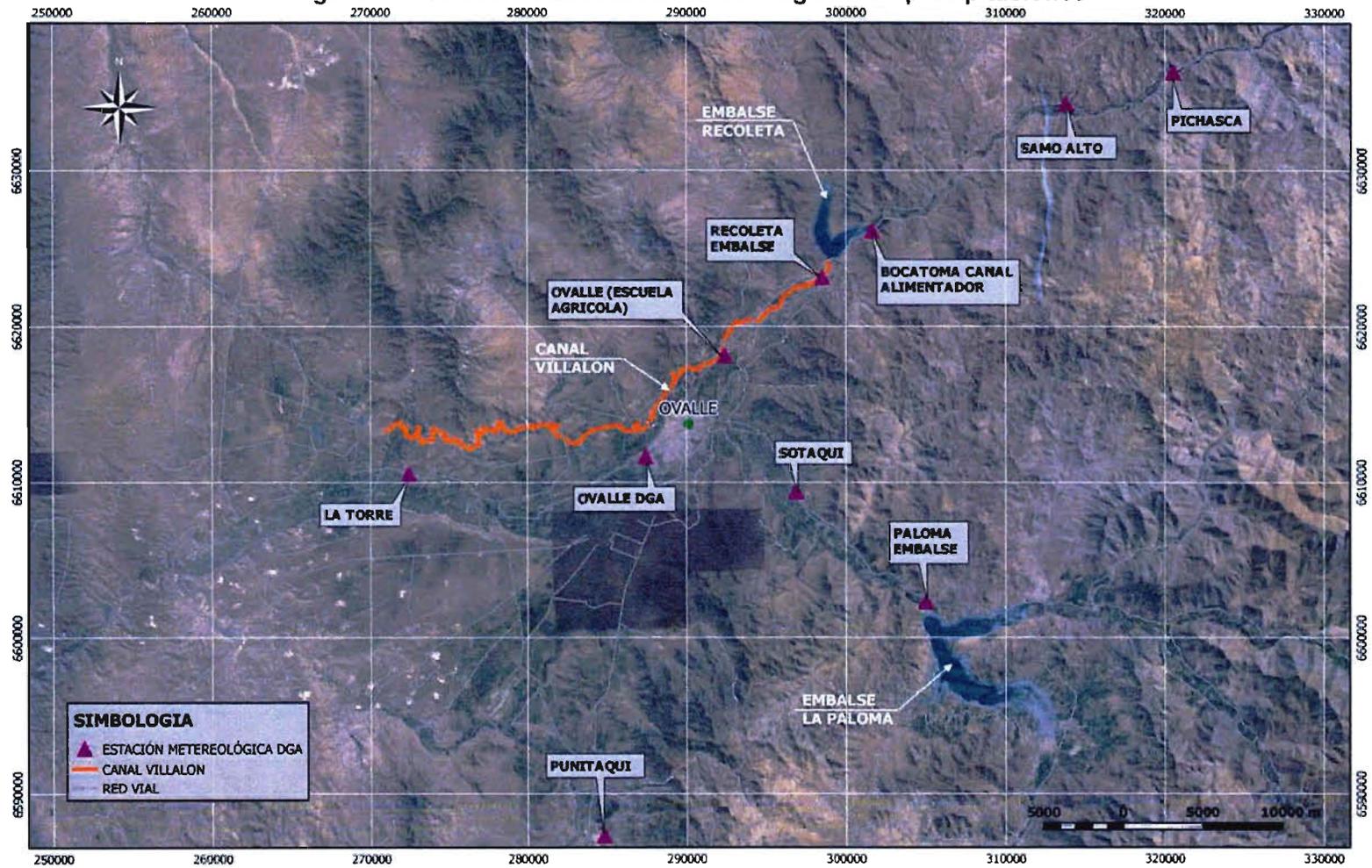
Se recopilaron los registros de precipitaciones disponibles en la DGA, chequeando la calidad y longitud de la información. Adicionalmente, se analizaron los estudios hidrológicos disponibles en la zona.

En la Tabla 4-2 se identifican y detallan las características de las estaciones con registro de precipitaciones más cercanas al canal Villalón, que van desde la cota 120 msnm hasta los 725 msnm, abarcando toda la zona en estudio. En la misma tabla se indica el periodo de registro y la ubicación de las estaciones se muestra en la Figura 4-4.

Tabla 4-2: Estaciones con Registro de Precipitación

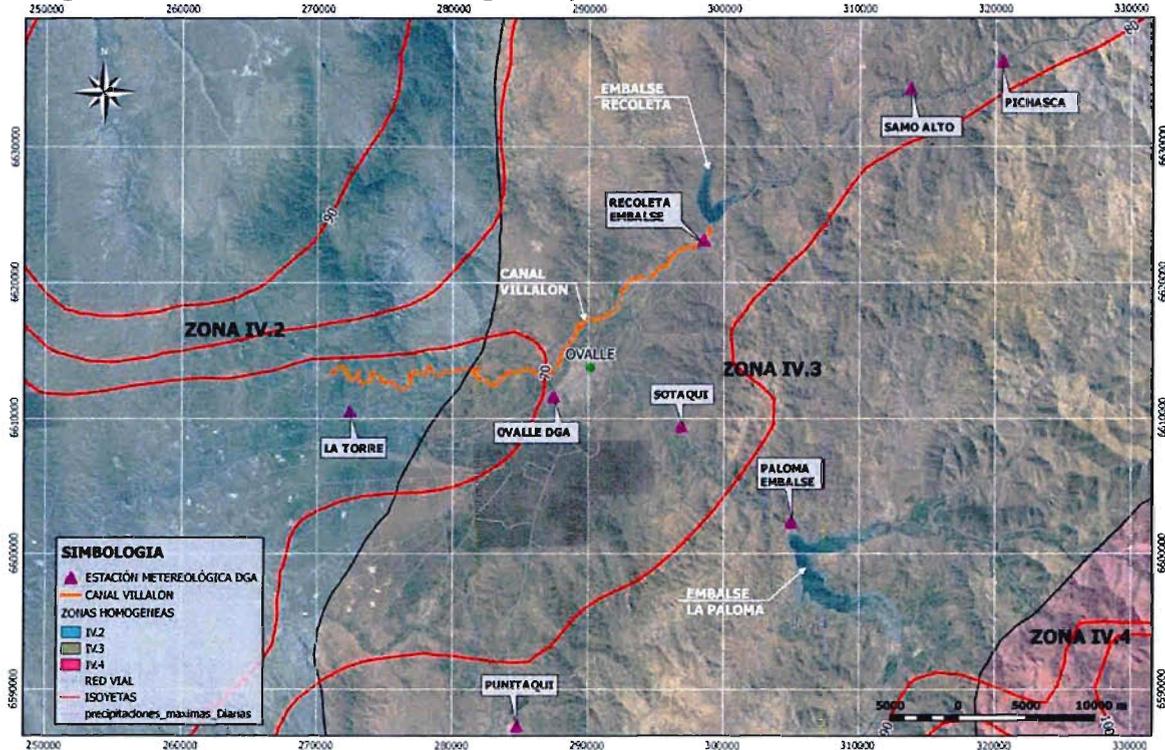
Estación	Periodo (años)	Registro	Elevación (msnm)	Ubicación Coordenadas UTM	
				Norte (m)	Este (m)
La Torre	77	1936-vigente	120	6.610.458	272.404
Ovalle DGA	42	1971-vigente	220	6.612.553	289.070
Sotaqui	59	1954-vigente	280	6.609.375	296.857
Punitaqui	52	1961-vigente	280	6.587.267	284.780
Paloma Embalse	70	1943-vigente	320	6.602.287	304.978
Ovalle (escuela agrícola)	40	1973-2013	340	6.617.916	292.404
Recoleta Embalse	80	1933-vigente	350	6.623.114	298.493
Bocatoma canal Alimentador	55	1951-2006	450	6.626.098	301612
Samo Alto	38	1968-2006	600	6.634.199	313.772
Pichasca	67	1946-vigente	725	6.636.222	320.546

Figura 4-4: Ubicación de estaciones con registro de precipitaciones



Con la finalidad de representar zonas con distribuciones de lluvia similares se revisó el estudio de Precipitaciones Máximas anuales en 1, 2 y 3 días desarrollado por la DGA (Ref.2). De esta manera se constató que el canal Villalón se encuentra contenido por el oriente en la zona homogénea IV.3, mientras que un segundo tramo aguas abajo recae dentro de la zona homogénea IV.2. Las isoyetas de precipitación máxima anual en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años dan cuenta que el canal se ubicaría entre los 65-75 mm de precipitación, como se muestra en la Figura 4-5.

Figura 4-5: Ubicación zona homogénea y estaciones pluviométricas seleccionadas



Adicional a lo anterior, puede destacarse que la única estación inmersa en la zona homogénea IV.2 es La Torre, mientras que las restantes se ubican en la zona IV.3. Sin embargo, analizando la estadística disponible de hace 40 años, se concluye que todas las estaciones presentan un comportamiento similar.

4.1.2 Caudales de Crecida

Por medio de una inspección visual de fotos satelitales se determinó la existencia de 14 quebradas que dirigen sus aportes directamente al canal, los que se muestran en la Figura 4-6. De ello, se delimitaron cada una de sus cuencas para estimar los parámetros morfológicos, los que son utilizados como datos de entrada para la estimación sus tiempos de concentración.

Figura 4-6 Ubicación de quebradas aportantes al canal Villalón



En la Tabla 4-3 se indica la estimación de caudales de las quebradas afluentes al canal Villalón utilizando el método racional (los detalles morfológicos de la cuenca se adjuntan en el Anexo 9.3). Los cálculos se realizaron para distintos periodos de retorno.

Para la estimación de los tiempos de concentración de cada quebrada se utilizó la expresión de Giandotti, cuyos valores finales fueron redondeados a 15 o 30 minutos para obtener directamente la intensidad de lluvia de las curvas IDF

Tabla 4-3: Estimación de caudales afluentes al canal Villalón

Código	Km	A (km ²)	Tc (min)	C TOTAL	T=2 años		T=5 años		T=10 años		T=50 años		T=100 años	
					I (mm/hr)	Q (m ³ /s)								
MC Q01	27500	0.05	15	0.58	6.7	0.05	16.9	0.14	23.6	0.19	37.3	0.30	42.5	0.34
MC Q02	27805	0.30	30	0.56	5.5	0.26	13.7	0.65	19.1	0.91	30.2	1.43	34.4	1.63
MC Q03	28683	0.15	15	0.59	6.7	0.16	16.9	0.41	23.6	0.58	37.3	0.91	42.5	1.04
MC Q04	28945	0.31	30	0.55	5.5	0.26	13.7	0.64	19.1	0.89	30.2	1.42	34.4	1.61
MC Q05	29103	0.04	15	0.59	6.7	0.04	16.9	0.10	23.6	0.14	37.3	0.22	42.5	0.25
MC Q06	29493	0.03	15	0.61	6.7	0.04	16.9	0.09	23.6	0.12	37.3	0.20	42.5	0.22
MC Q07-08	30313	0.17	30	0.56	5.5	0.15	13.7	0.37	19.1	0.52	30.2	0.82	34.4	0.94
MC Q09	31013	0.06	15	0.56	6.7	0.06	16.9	0.15	23.6	0.21	37.3	0.34	42.5	0.38
MC Q10	34787	0.15	30	0.55	5.5	0.12	13.7	0.31	19.1	0.43	30.2	0.68	34.4	0.78
MC Q11	35559	0.06	15	0.59	6.7	0.06	16.9	0.16	23.6	0.23	37.3	0.36	42.5	0.41
MC Q12	36410	0.06	15	0.58	6.7	0.07	16.9	0.17	23.6	0.24	37.3	0.38	42.5	0.43
MC Q13	36926	0.30	30	0.56	5.5	0.26	13.7	0.64	19.1	0.90	30.2	1.42	34.4	1.61
MC Q14	39089	0.18	15	0.57	6.7	0.19	16.9	0.48	23.6	0.67	37.3	1.05	42.5	1.20

4.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO

El eje hidráulico del canal Villalón se realizó con el software HEC-RAS versión 4.1.0, 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 (ver detalle en Anexo 10), 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.

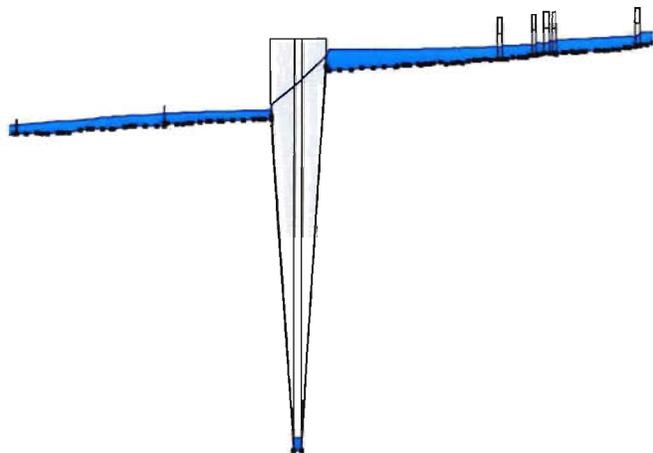
Dado que en el canal Villalón se presenta la condición de régimen mixto, se consideró como condición de borde de aguas arriba y de aguas abajo altura normal.

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

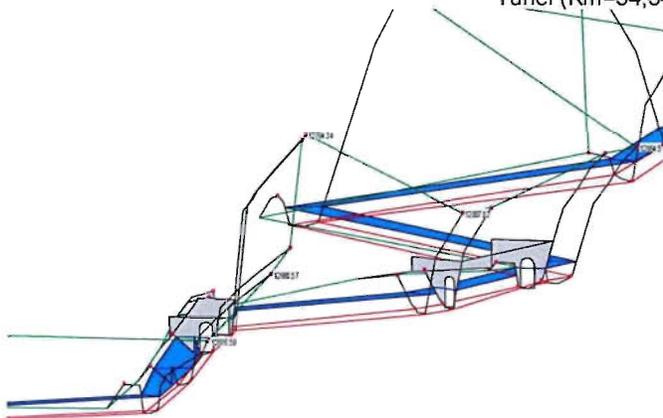
- Transporte hidráulico con caudales en operación normal
- Transporte hidráulico en capacidad máxima del canal
- Transporte hidráulico en crecidas para periodo de retorno de 2 años

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 siguiente.

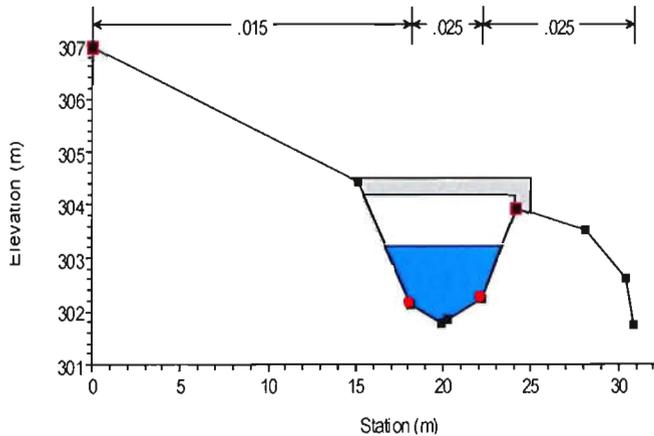
Figura 4-7: Secciones transversales en el canal Villalón con obras de arte, HEC RAS
Sifón (Km=10,640)



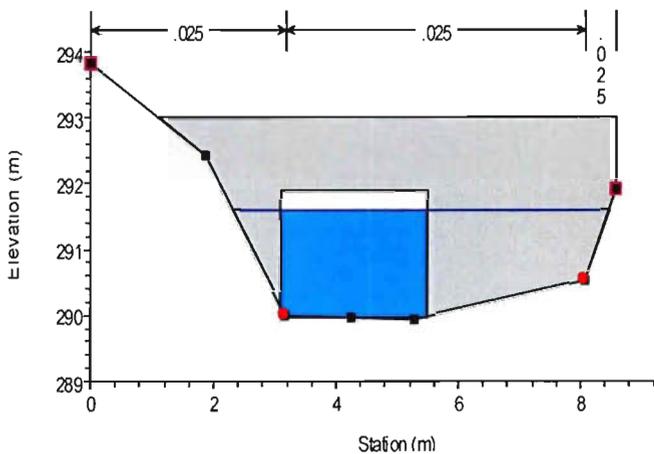
Túnel (Km=34,340)



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%.

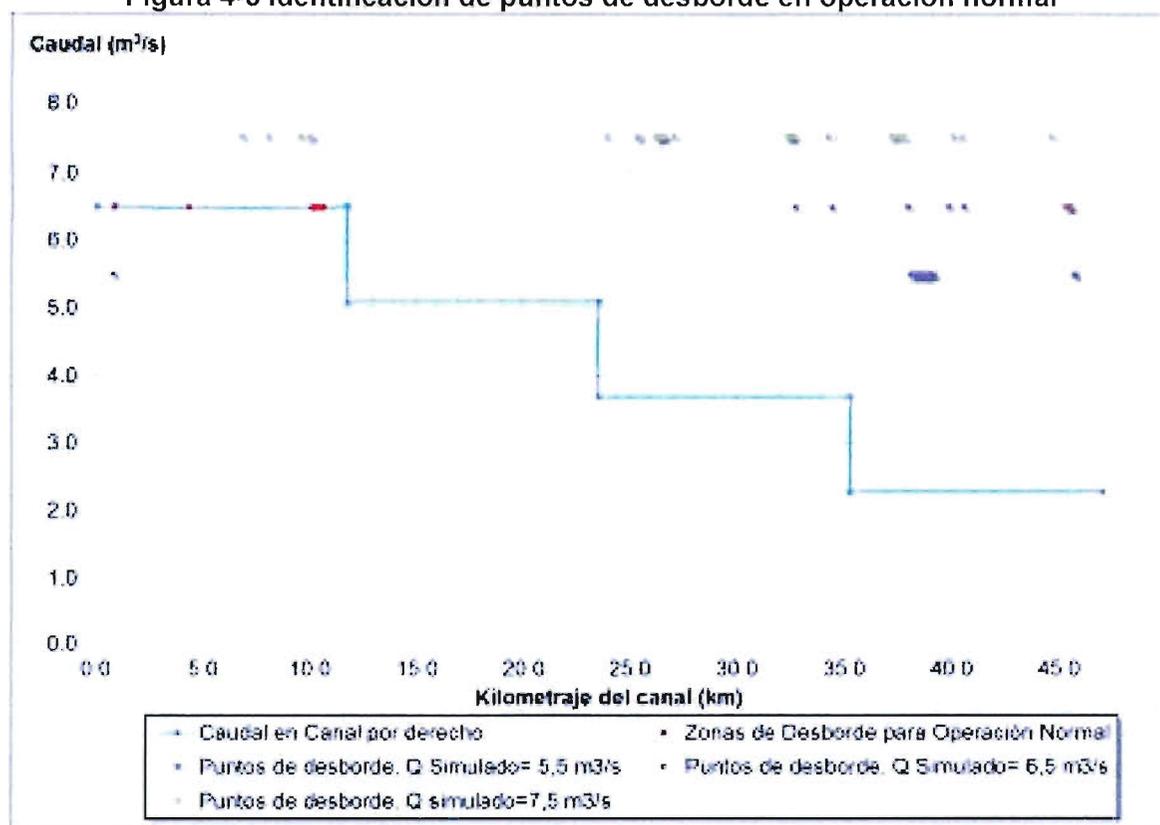
4.2.1 Modelación en Operación Normal

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 4-8 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 4-8).

Figura 4-8 Identificación de puntos de desborde en operación normal



El kilometraje de las zonas de desborde se especifica en la Tabla siguiente:

Tabla 4-4 Identificación de puntos de desborde en operación normal

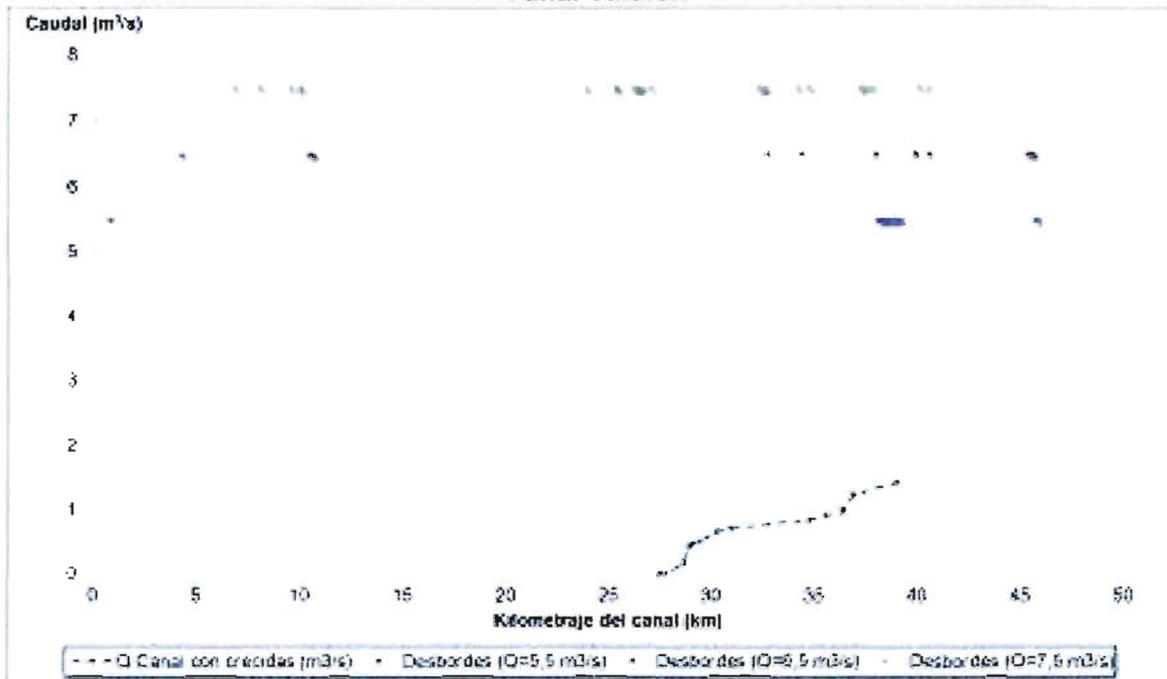
Zona de desborde	Perfil HECRAS	Km
1	46265,86	0,81
2	42768,99	4,31
3	36976,95	10,10
	36668,78	10,41

Zona de desborde	Perfil HECRAS	Km
	36565,46	10,51
	36461,92	10,62

4.2.2 Modelación de la Capacidad en Crecidas

En la Figura siguiente, obtenida a partir del análisis hidráulico de estudios básicos, se contrastan los caudales de crecida acumulados en el canal Villalón (aportes de las quebradas laterales), con la capacidad hidráulica del mismo.

Figura 4-9: 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.

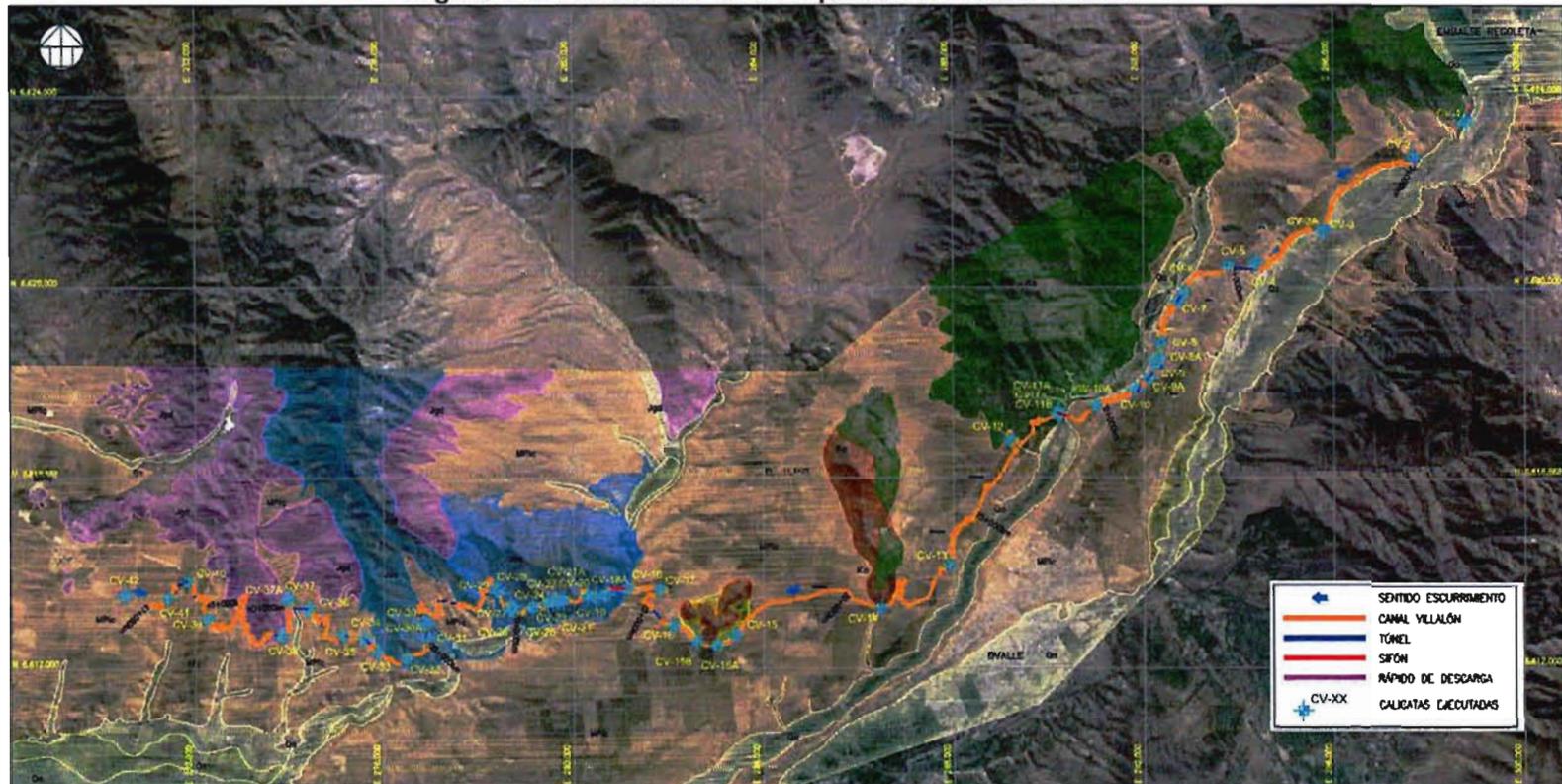
4.3 GEOTECNIA

4.3.1 Campaña de prospecciones

La campaña de prospecciones efectuadas como parte de los estudios de apoyo a la Ingeniería de Prefactibilidad en el canal Villalón, se desarrolló entre los días 02 y 31 de Julio de 2014 y consideró la excavación por medios mecánicos manuales de 54 calicatas ubicadas a lo largo del trazado del canal, de hasta 3,0 m de profundidad.

Estas prospecciones, cuya ubicación se presenta en la Figura 4-10, fueron supervisadas en forma permanente por un Técnico Laboratorista de ARCADIS, apoyado en forma parcial por Ingenieros Geotécnicos y prevencionista de riesgo, quienes efectuaron visitas técnicas a terreno durante su ejecución.

Figura 4-10: Ubicación de Prospecciones canal Villalón



4.3.2 Calicatas

Como parte de la campaña se proyectó inicialmente la excavación de 42 calicatas con un máximo de 3,0 m de profundidad mediante excavación manual. Cabe destacar que la profundidad nominal de excavación propuesta inicialmente no se logró en la totalidad de las calicatas debido a la presencia de roca, desmoronamiento de paredes y/o nivel freático. Debido a las condiciones de terreno y a fin de lograr el metraje establecido inicialmente se efectuaron 54 calicatas. En la Tabla 4-5 se presenta la profundidad y coordenadas del conjunto de calicatas excavadas.

En cada calicata se efectuó una exhaustiva descripción estratigráfica y se procedió a la recolección de muestras representativas de los distintos estratos detectados para la ejecución de ensayos de laboratorio.

Tabla 4-5: Resumen de Información de Calicatas.

Calicata	Coordenadas UTM (WGS84)		Profundidad (m)	Profundidad Nivel Freático (m)	Observaciones
	Este	Norte			
CV-01	298.761	6.623.462	1,7	No se detecta	roca
CV-02	297.668	6.622.703	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-03	295.781	6.621.195	0,7	No se detecta	roca
CV-03A	295.761	6.621.179	0,6	No se detecta	roca
CV-04	294.370	6.620.500	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-05	293.879	6.620.434	2,0	No se detecta	clastos al fondos
CV-06	292.861	6.619.910	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-07	292.741	6.619.684	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-08	292.374	6.618.822	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-08A	292.321	6.618.558	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-09	292.248	6.618.397	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-09A	292.117	6.618.092	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-10	291.822	6.617.850	3,0	No se detecta	clastos al fondos
CV-10A	291.007	6.617.497	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-11	290.208	6.617.361	0,4	No se detecta	roca
CV-11A	290.199	6.617.363	0,8	No se detecta	roca
CV-11B	290.214	6.617.333	1,0	No se detecta	roca
CV-12	289.200	6.616.805	2,1	No se detecta	roca
CV-13	287.915	6.614.166	2,5	No se detecta	suelo natural
CV-14	286.482	6.613.254	2,5	No se detecta	suelo natural
CV-15	283.406	6.612.704	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-15A	283.018	6.612.480	1,2	No se detecta	relleno
CV-15B	282.600	6.612.571	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-16	282.105	6.612.891	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-17	281.816	6.613.642	4,0	No se detecta	suelo natural
CV-18	281.135	6.613.667	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-18A	280.670	6.613.544	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-19	280.465	6.613.481	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-20	280.280	6.613.521	2,6	No se detecta	roca
CV-21	279.697	6.613.415	1,0	No se detecta	roca
CV-21A	279.776	6.613.421	1,4	No se detecta	roca
CV-22	279.632	6.613.415	1,8	No se detecta	roca
CV-23	279.561	6.613.392	1,3	No se detecta	roca

Calicata	Coordenadas UTM (WGS84)		Profundidad (m)	Profundidad Nivel Freático (m)	Observaciones
	Este	Norte			
CV-24	279.447	6.613.387	2,0	No se detecta	roca
CV-25	279.137	6.613.279	1,4	No se detecta	roca
CV-26	278.737	6.613.182	1,0	No se detecta	roca
CV-27	278.677	6.613.299	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-28	278.424	6.613.587	1,4	No se detecta	clastos al fondos
CV-29	278.393	6.613.686	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-30	276.880	6.612.977	0,8	No se detecta	roca
CV-30A	276.877	6.612.936	1,1	No se detecta	roca
CV-31	276.886	6.612.656	2,45	No se detecta	clastos al fondos
CV-32	276.473	6.612.194	1,2	No se detecta	roca
CV-32A	276.426	6.612.163	1,5	No se detecta	suelo natural
CV-33	275.858	6.612.337	1,5	No se detecta	roca
CV-34	275.586	6.612.625	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-35	275.142	6.612.708	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-36	274.410	6.613.237	2,0	No se detecta	clastos al fondos
CV-37	273.993	6.613.433	0,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-37A	273.949	6.613.431	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-38	273.847	6.612.673	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-39	272.269	6.613.040	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-40	271.849	6.613.820	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-41	271.396	6.613.486	2,5	No se detecta	suelo natural
CV-42	270.478	6.613.528	2,5	No se detecta	suelo natural

4.3.3 Programa de Ensayos

Con el propósito de caracterizar los materiales sobre los cuales se apoya el canal, se programaron ensayos de laboratorio sobre muestras representativas de suelos extraídas de las calicatas, los cuales fueron ejecutados por el laboratorio Andino.

El resumen de los resultados de los ensayos granulométricos efectuados sobre las muestras extraídas de las calicatas se presentan en la siguiente Tabla. Los resultados muestran que las unidades de suelo presentes a lo largo del trazado clasifican principalmente como arenas y gravas con distintas graduaciones y presencia de finos de baja plasticidad (GW, GW-GM; GP-GM; SC; SC-SM, según USCS). De acuerdo al tamaño de partículas, las gravas se presentan con un contenido entre 0 y 91% con un valor medio de 49%; las arenas se presenta con un contenido entre 8 y 74% con un valor medio de 37%; los finos se presentan con un contenido entre 1 y 39% con valor medio de 13%.

Los certificados de estos ensayos se adjuntan en el Anexo A del presente documento.

Tabla 4-6: Resultados análisis granulométricos.

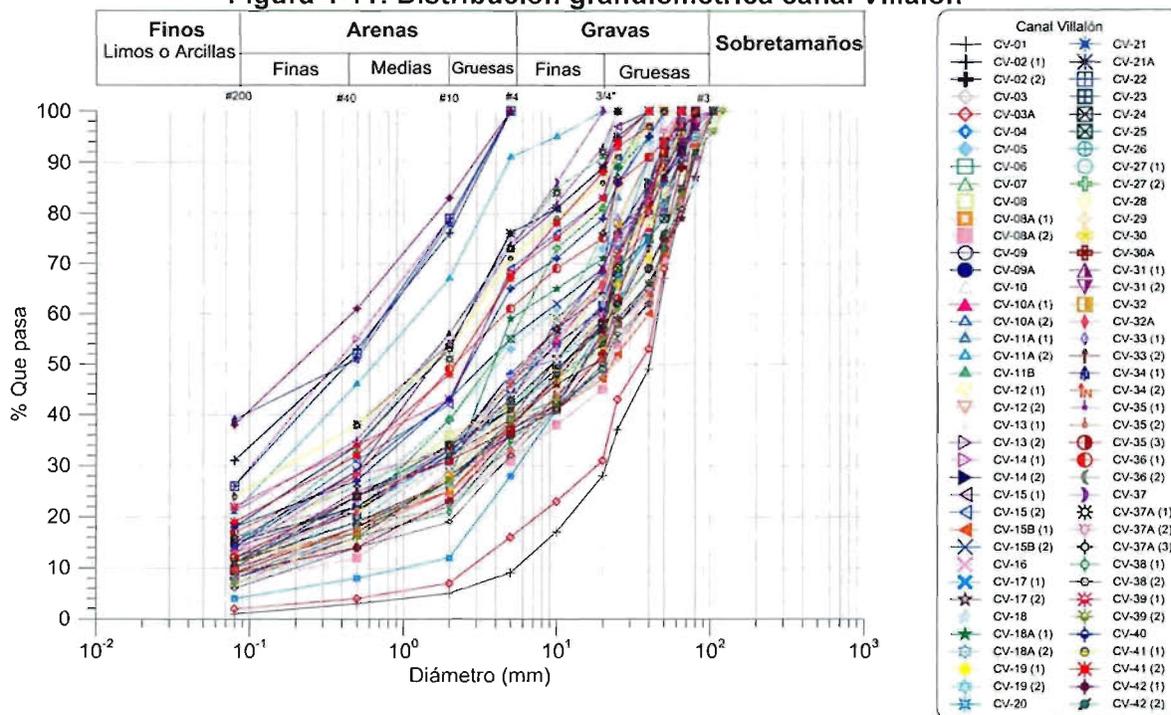
Identificación Muestra	Tipo Muestra	Profundidad (m)		Clasificación completa							
		Inicio	termino	% Sobretamaño	% Gravas	% Arenas	% Finos	Peso Específico, Gs	Límite Líquido, LL (%)	Índice de Plasticidad, IP (%)	Clasificación USCS
CV-01	Suelo	0.60	1.80	0	91	8	1	2.71	17.0	NP	GW
CV-02 (1)	Suelo	0.10	0.70	0	0	69	31	2.69	27.0	7.0	SC - SM
CV-02 (2)	Suelo	0.70	2.00	1	51	37	11	2.71	24.0	4.0	GC - GM
CV-03	Suelo	0.20	0.70	0	69	23	8	2.70	19.0	NP	GP - GM
CV-03A	Suelo	0.20	0.70	0	84	14	2	2.70	18.0	NP	GW
CV-04	Suelo	0.60	3.00	0	52	36	12	2.71	25.0	4.0	GP - GC
CV-05	Suelo	0.40	2.00	0	47	40	13	2.70	18.0	NP	GM
CV-06	Suelo	0.20	1.60	2	61	29	8	2.70	23.0	3.0	GW - GM
CV-07	Suelo	0.40	3.00	0	59	30	11	2.70	20.0	NP	GP - GM
CV-08	Suelo	0.40	3.00	0	58	33	9	2.70	19.0	NP	GW - GM
CV-08A (1)	Suelo	0.50	1.20	0	61	28	11	2.71	26.0	6.0	GP - GC
CV-08A (2)	Suelo	1.20	3.00	9	60	24	7	2.71	19.0	NP	GW - GM
CV-09	Suelo	1.00	3.00	8	56	28	8	2.70	26.0	5.0	GW - GM
CV-09A	Suelo	0.40	3.00	0	55	34	11	2.71	18.0	NP	GP - GM
CV-10	Suelo	0.40	3.00	0	57	34	9	2.70	24.0	3.0	GW - GM
CV-10A (1)	Suelo	0.00	0.45	2	61	27	10	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-10A (2)	Suelo	0.45	3.00	0	64	28	8	2.71	19.0	NP	GW - GM
CV-11A (1)	Suelo	0.00	0.40	0	57	34	9	2.70	23.0	3.0	GW - GM
CV-11A (2)	Suelo	0.40	0.80	0	9	70	21	2.70	19.0	NP	SC - SM
CV-11B	Suelo	0.10	1.00	0	27	59	14	2.71	25.0	4.0	SC - SM
CV-12 (1)	Suelo	0.40	1.00	0	32	57	11	2.70	27.0	6.0	SP - SC
CV-12 (2)	Suelo	1.00	2.10	6	55	30	9	2.71	18.0	NP	GW - GM
CV-13 (1)	Suelo	0.50	1.25	0	55	29	16	2.71	23.0	4.0	GC - GM
CV-13 (2)	Suelo	1.25	2.45	0	61	25	14	2.70	19.0	NP	GM
CV-14 (1)	Suelo	0.05	1.20	0	0	74	26	2.70	25.0	5.0	SC - SM
CV-14 (2)	Suelo	1.20	2.50	3	56	26	15	2.72	19.0	NP	GM
CV-15 (1)	Suelo	0.60	1.80	0	27	58	15	2.70	24.0	4.0	SC - SM
CV-15 (2)	Suelo	1.80	3.00	0	31	55	14	2.70	23.0	3.0	SM
CV-15B (1)	Suelo	0.55	1.50	7	57	25	11	2.70	19.0	NP	GP - GC
CV-15B (2)	Suelo	1.50	3.00	3	42	41	14	2.71	26.0	5.0	GC - GM
CV-16	Suelo	0.60	3.00	0	53	39	8	2.71	19.0	NP	GW - GM
CV-17 (1)	Suelo	0.70	2.00	0	57	31	12	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-17 (2)	Suelo	2.00	3.95	13	49	27	11	2.70	18.0	NP	GP - GM
CV-18	Suelo	0.60	3.00	14	51	28	7	2.72	19.0	NP	GW - GM
CV-18A (1)	Suelo	0.00	1.20	0	41	48	11	2.70	25.0	6.0	SP - SC

Identificación Muestra	Tipo Muestra	Profundidad (m)		Clasificación completa							
		Inicio	termino	% Sobretamaño	% Gravas	% Arenas	% Finos	Peso Especifico, Gs	Límite Líquido, LL (%)	Índice de Plasticidad, IP (%)	Clasificación USCS
CV-18A (2)	Suelo	1.20	3.00	0	63	28	9	2.70	24.0	3.0	GP - GM
CV-19 (1)	Suelo	0.40	1.40	0	59	29	12	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-19 (2)	Suelo	1.40	3.00	0	54	35	11	2.71	23.0	3.0	GP - GC
CV-20	Suelo	0.60	2.80	0	72	24	4	2.72	19.0	NP	GW
CV-21	Suelo	0.30	1.10	0	58	29	13	2.70	18.0	NP	GM
CV-21A	Suelo	0.45	1.40	0	24	58	18	2.70	20.0	NP	SM
CV-22	Suelo	0.40	1.75	0	0	74	26	2.70	20.0	NP	SM
CV-23	Suelo	0.60	1.20	0	58	30	12	2.71	18.0	NP	GP - GM
CV-24	Suelo	0.40	1.90	0	59	30	11	2.70	19.0	NP	GW - GM
CV-25	Suelo	0.60	1.30	0	59	31	10	2.70	19.0	NP	GP - GM
CV-26	Suelo	0.20	1.10	5	56	27	12	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-27 (1)	Suelo	0.30	1.30	0	54	34	12	2.70	24.0	4.0	GP - GC
CV-27 (2)	Suelo	1.30	3.00	0	45	39	16	2.70	19.0	NP	GM
CV-28	Suelo	0.60	1.40	8	45	38	9	2.71	19.0	NP	GW - GM
CV-29	Suelo	0.50	1.40	0	57	32	11	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-30	Suelo	0.30	0.70	0	62	27	11	2.70	18.0	NP	GP - GM
CV-30A	Suelo	0.30	1.10	0	64	27	9	2.72	19.0	NP	GP - GM
CV-31 (1)	Suelo	0.30	1.50	3	50	36	11	2.71	18.0	NP	GP - GM
CV-31 (2)	Suelo	1.50	2.50	0	63	28	9	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-32	Suelo	0.40	0.75	0	59	29	12	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-32A	Suelo	0.20	1.90	0	54	33	13	2.71	19.0	NP	GM
CV-33 (1)	Suelo	0.00	0.60	0	53	31	16	2.71	19.0	NP	GM
CV-33 (2)	Suelo	0.60	1.40	0	62	29	9	2.71	19.0	NP	GW - GM
CV-34 (1)	Suelo	0.00	0.60	0	0	61	39	2.70	37.0	14.0	SC
CV-34 (2)	Suelo	0.60	2.90	7	60	23	10	2.70	19.0	NP	GP -GM
CV-35 (1)	Suelo	0.00	0.40	0	26	53	21	2.71	24.0	3.0	SM
CV-35 (2)	Suelo	0.40	1.00	0	54	35	11	2.71	23.0	4.0	GP - GC
CV-35 (3)	Suelo	1.00	3.00	0	63	25	12	2.71	19.0	NP	GP - GM
CV-36 (1)	Suelo	0.10	0.75	0	39	44	17	2.69	20.0	NP	SM
CV-36 (2)	Suelo	0.75	2.07	8	58	26	8	2.72	19.0	NP	GW - GM
CV-37	Suelo	0.00	0.45	0	27	49	24	2.70	24.0	3.0	SM
CV-37A (1)	Suelo	0.00	0.40	0	27	54	19	2.70	27.0	5.0	SM
CV-37A (2)	Suelo	0.40	1.00	0	57	30	13	2.71	19.0	NP	GM
CV-37A (3)	Suelo	1.00	1.60	0	57	27	16	2.71	19.0	NP	GM
CV-38 (1)	Suelo	0.60	1.50	8	57	28	7	2.72	18.0	NP	GW - GM
CV-38 (2)	Suelo	1.50	3.00	9	59	26	6	2.71	26.0	4.0	GW - GM

Identificación Muestra	Tipo Muestra	Profundidad (m)		Clasificación completa							
		Inicio	termino	% Sobretamaño	% Gravas	% Arenas	% Finos	Peso Específico, Gs	Límite Líquido, LL (%)	Índice de Plasticidad, IP (%)	Clasificación USCS
CV-39 (1)	Suelo	0.40	1.50	0	32	46	22	2.70	19.0	NP	SM
CV-39 (2)	Suelo	1.50	3.00	8	53	32	7	2.71	19.0	NP	GW - GM
CV-40	Suelo	0.60	1.40	0	35	47	18	2.71	18.0	NP	SM
CV-41 (1)	Suelo	0.60	2.00	0	29	47	24	2.71	19.0	NP	SM
CV-41 (2)	Suelo	2.00	2.50	0	33	48	19	2.70	25.0	3.0	SM
CV-42 (1)	Suelo	0.30	1.00	0	0	62	38	2.70	31.0	9.0	SC
CV-42 (2)	Suelo	1.00	2.50	8	51	30	11	2.71	27.0	5.0	GP - GM

En la Figura a continuación, se presentan las curvas de distribución granulométrica

Figura 4-11: Distribución granulométrica canal Villalón



4.3.4 Ensayos In situ

Se realizaron ensayos de densidad in situ mediante el método de cono de arena en 17 calicatas, cuyos resultados se reportan en la Tabla 4-7. El detalle de estos ensayos se presenta en Anexo 5.

Tabla 4-7: Resultados ensayos de densidad in situ

Calicata	Profundidad de ensayo (m)	Densidad Húmeda, γ_w (t/m^3)
CV-02	2,30	2,00
CV-04	3,00	1,98
CV-07	3,00	1,85
CV-08	3,00	1,94
CV-09	3,00	1,79
CV-09-A	3,00	1,92
CV-10-A	3,00	1,99
CV-12	1,70	1,85
CV-13	2,50	1,88
CV-15	3,00	1,87
CV-15-B	3,00	1,81
CV-16	3,00	2,14
CV-17	3,00	2,08
CV-27	3,00	2,23
CV-31	3,00	1,91
CV-35	3,00	1,88
CV-39	3,00	1,89

4.3.5 Parametrización y monografía geotécnica

Tal como fue mencionado anteriormente, en base a las prospecciones realizadas, ensayos de laboratorio y observaciones visuales de cortes naturales se ha reconocido que las unidades geológicas presentes en el trazado del canal corresponden principalmente a rocas intrusivas y/o materiales granulares del tipo arenas limosas, arenas gravosas y gravas arenosas con presencia de finos de baja a nula plasticidad. La sectorización geológica geotécnica del canal se presenta en las siguientes figuras:

Figura 4-12: Sectorización del canal Villalón



Tabla 4-8: Monografía geológica – geotécnica canal Villalón.

Sector	Desde	Hasta	Longitud del tramo (m)	Calicatas	Prof. Nivel Freático	Descripción
1	0,0 km (Bocatoma)	11,23 km (Sifón Qda. El Ingenio)	11230	CV-01 CV-02 CV-03 CV-03A CV-04 CV-05 CV-06 CV-07 CV-08 CV-08A CV-09 CV-09A CV-10 CV-10A	N/O	<p>El trazado se desarrolla en un estrato superficial de arenas limo gravosas y a partir de los 0,5 m de profundidad en un estrato de gravas arenolimosas. Existen estratos de limos y arcillas arenosas. El porcentaje de finos varía entre un 5% y un 40%, predominan los colores café y gris, los finos son de plasticidad baja, media y alta. Existe presencia de raicillas en todas las calicatas realizadas.</p> <p>Desde el km 0,0 al km 3,0 las partículas son de cantos subredondeados y subangulares, a partir del km 3,0 son subredondeadas, redondeadas y subangulares.</p>
2	11,23 km (Sifón Qda. El Ingenio)	29,38 km (Sifón Qda. La Placa)	18150	CV-11 CV-11A CV-11B CV-12 CV-13 CV-14 CV-15 CV-15A CV-15B CV-16	N/O	<p>El trazado se desarrolla en un estrato superficial de limos arcillosos con presencia de arenas y bolones. Bajo este estrato se presenta grava areno limosa o roca generalmente fracturada y descompuesta.</p> <p>El porcentaje de finos en los estratos granulares varía entre un 5% y un 45%, predominando los colores café y gris, en tonalidades rojizas y amarillentas, con una presencia de bolones menor al 5%, los finos son mayoritariamente de plasticidad baja, existiendo finos con plasticidad nula, media y</p>

Sector	Desde	Hasta	Longitud del tramo (m)	Calicatas	Prof. Nivel Freático	Descripción
				CV-17 CV-18 CV-18A CV-19 CV-20 CV-21 CV-21A CV-22 CV-23 CV-24		alta. Existe presencia de raicillas en el primer metro de profundidad. Las partículas tienen variedad de cantos: angulares, subangulares, subredondeados y redondeados.
3	29,38 km (Sifón Qda. La Placa)	51,10 km (Hacienda El Sauce)	21720	CV-25 CV-26 CV-27 CV-28 CV-29 CV-30 CV-30A CV-31 CV-32 CV-33 CV-34 CV-35 CV-36 CV-37 CV-37A CV-38 CV-39 CV-40 CV-41 CV-42	N/O	<p>El trazado se desarrolla en un estrato superficial de entre 0,5m y 3,0m de profundidad de arenas limosas o limos arenosos con presencia de gravas y arcillas.</p> <p>Bajo este estrato se presenta, desde el km 29 al km 37, roca fracturada y descompuesta, con presencia de arenas limosas, y desde el km 37 en adelante un estrato de gravas areno limosas.</p> <p>El porcentaje de finos varía entre un 5% y un 40%, disminuyendo en profundidad, los estratos poseen color café en tonalidades rojizas, grisáceas y amarillentas, los finos son mayoritariamente de plasticidad baja, existiendo finos con plasticidad media y alta. Existe presencia de raicillas en el primer metro de profundidad. Las partículas tienen variedad de cantos: angulares, subangulares, subredondeados y redondeados.</p>

N/O = No Observado

Debido a que las unidades de suelos presentes en el trazado del canal corresponden a materiales granulares de compacidad media y algún grado de cementación (de acuerdo a la campaña de prospecciones), se han estimado valores de cohesión de hasta 3,0 t/m² (30 kPa).

Se estima que los materiales granulares correspondientes a gravas arenosas y arenas gravosas con un grado de compacidad medio pueden poseer valores de ángulo de fricción entre 32° y 38°, mientras que los suelos con mayor contenido de finos en la matriz pueden poseer ángulos de hasta 32°.

De acuerdo a estas características, y para el nivel de Ingeniería de Prefactibilidad, se utilizan de modo conservador los rangos de valores para ángulo de fricción interna de los materiales señalados en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9: Rangos representativos ángulos de fricción distintos materiales.

Type	Description/state	Friction angle (degrees)
Cohesionless	Soft sedimentary (chalk, shale, siltstone, coal)	30–40
Compacted	Hard sedimentary (conglomerate, sandstone)	35–45
Broken rock	Metamorphic	35–45
	Igneous	40–50
Cohesionless	Very loose/loose	30–34
Gravels	Medium dense	34–39
	Dense	39–44
	Very dense	44–49
Cohesionless	Very loose/loose	27–32
Sands	Medium dense	32–37
	Dense	37–42
	Very dense	42–47
Cohesionless Sands	Loose	
	Uniformly graded	27–30
	Well graded	30–32
	Dense	
	Uniformly graded	37–40
	Well graded	40–42

Complementariamente, es posible establecer valores de permeabilidad para las unidades presentes a lo largo del trazado del canal. En la Tabla 4-10 se presentan valores típicos reportados en la literatura técnica de acuerdo al sistema USCS.

Tabla 4-10: Rangos representativos permeabilidades para distintos materiales.

Soil type	Description	USC symbol	Permeability, m/s
Gravels	Well graded	GW	10^{-3} to 10^{-1}
	Poorly graded	GP	10^{-2} to 10
	Silty	GM	10^{-7} to 10^{-5}
	Clayey	GC	10^{-8} to 10^{-6}
	Well graded	SW	10^{-5} to 10^{-3}
Sands	Poorly graded	SP	10^{-4} to 10^{-2}
	Silty	SM	10^{-7} to 10^{-5}
	Clayey	SC	10^{-8} to 10^{-6}
Inorganic silts	Low plasticity	ML	10^{-9} to 10^{-7}
	High plasticity	MH	10^{-9} to 10^{-7}
Inorganic clays	Low plasticity	CL	10^{-9} to 10^{-7}
	High plasticity	CH	10^{-10} to 10^{-8}
Organic	with silts/clays of low plasticity	OL	10^{-8} to 10^{-6}
	with silts/clays of high plasticity	OH	10^{-7} to 10^{-5}
Peat	Highly organic soils	Pt	10^{-6} to 10^{-4}

En base a lo anterior, los parámetros geotécnicos a nivel de ingeniería de prefactibilidad son los indicados en la Tabla 4-11:

Tabla 4-11: Parámetros geotécnicos nivel ingeniería de prefactibilidad.

Sistema	Tipo de Suelo	Densidad Natural [t/m ³]	Cohesión [t/m ²]	Angulo de fricción [°]	Permeabilidad [m/s]
Depósitos de Formación Confluencia (MPlc)	Gravas arenosas con clastos sub – redondeados y sub – angulares con compacidad media.	1,90 – 2,30	1,0 – 3,0	34 - 39	10 ⁻⁶ – 10 ⁻²
Depósitos coluviales (Qc)	Arena fina a media con presencia de finos y bloques	1,80 – 2,00	0,5 – 2,0	32 – 37	10 ⁻⁷ – 10 ⁻³
Depósitos de cono de deyección (Qc).	Arenas y gravas arenosas gruesas, escasa presencia de bloques	1,80 – 2,00	1,0 – 2,0	32 – 37	10 ⁻⁶ – 10 ⁻²
Depósitos Fluviales (Qf)	Gravas gruesas en matriz de arenas. Tienen intercalaciones de gravas finas y arenas.	1,80 – 2,00	0,5 – 1,5	34 – 39	10 ⁻⁵ – 10 ⁻²
Depósitos Aluviales (Qa)	Gravas con matriz de arena y limos	1,80 – 2,10	0,5 – 1,5	34 - 39	10 ⁻⁵ – 10 ⁻²

Resulta necesario destacar que estos valores son estimativos y deberán confirmarse mediante ensayos de laboratorio para una etapa posterior de ingeniería.

4.3.6 Conclusiones

- Los depósitos de suelos superficiales que componen los sistemas corresponden principalmente a rocas y/o materiales granulares del tipo gravas arenosas, arenas limosas, arenas gravosas con presencia de finos de baja plasticidad de compacidad baja a media y en algunos sectores alta. La potencia de los estratos que componen cada sistema es variable a lo largo del trazado del canal y se adecúa a la topografía presente en el entorno. Los depósitos de suelo se consideran excavables con maquinaria convencional.
- En base a las prospecciones mediante calicatas y a la información disponible, se ha podido estimar los parámetros geotécnicos preliminares del suelo de fundación de los distintos sistemas. Esta estimación deberá ser verificada con ensayos de laboratorio para futuras etapas de ingeniería del proyecto.
- Se realizó un diagnóstico geotécnico del canal Villalón describiendo los principales hallazgos geotécnicos asociados principalmente a desprendimientos superficiales locales y filtraciones en sectores de quebradas.

4.4 GEOLOGÍA

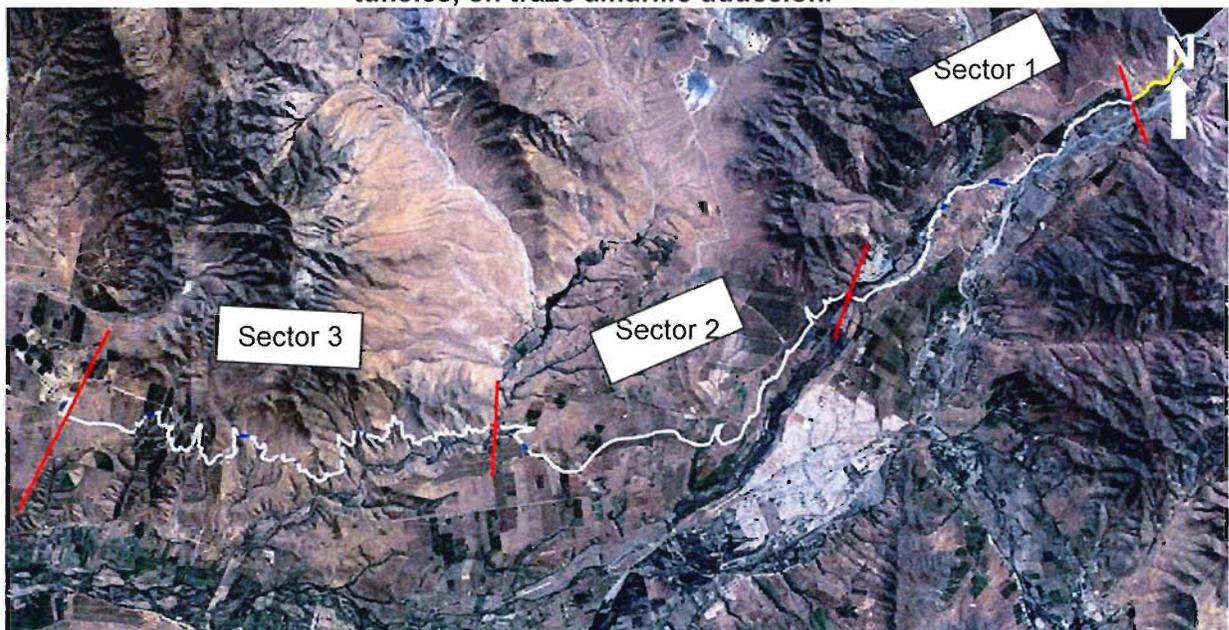
El canal Villalón puede ser dividido en 3 grandes sectores o tramos los que poseen características morfológicas, geológicas y topográficas distintivas que justifican esta subdivisión. Los límites de estos sectores corresponden a los sifones construidos para cruzar las quebradas El Ingenio y La Placa. (

Figura 4-12):

De este modo los sectores o segmentos del canal son los siguientes:

- Sector 1. Se extiende desde el final del rápido que alimenta al canal (km 0) en el valle del río Hurtado y el sifón que cruza la quebrada El Ingenio (Km 10,98-11,23).
- Sector 2. Va desde el sifón de la quebrada El Ingenio (Km 10,98-11,23) hasta el sifón de la quebrada La Placa (Km 29,07-29,38).
- Sector 3. Se inicia en el sifón de la quebrada La Placa hasta el final del canal en terrenos de la hacienda El Sauce.

Figura 4-13.- Sectorización del canal Villalón. En trazo azul canal, en trazos azules túneles, en trazo amarillo aducción.



El canal Villalón, con una longitud aproximada de 51 Km de los cuales aproximadamente 1,70 km corresponde a 26 tramos en túnel, se excavó principalmente en depósitos de suelos aluvionales, aluviales y coluviales y aluvionales pertenecientes principalmente a la Formación Confluencia del Mioceno Plioceno y, en menor proporción, en rocas volcánicas e intrusivas del Jurásico a Cretácico.

Solo en el primer Sector del trazado del canal, éste quedó emplazado en sedimentos fluviales recientes del Cuaternario, pertenecientes al cauce actual del valle del río Limarí. En el cruce de algunas quebradas del Sector 3 el canal cruza, en tramos de corta longitud, depósitos aluviales proximales recientes.

El canal Villalón en su conjunto aparece estable y no se reconocieron situaciones o elementos que afecten la estabilidad de él. Sin embargo debe considerarse mejoras en los portales del túnel Villalón 4.

El canal Villalón es un canal construido en más de un 70% en suelos de gravas semilitificadas y el resto en rocas volcánicas con diverso grado de meteorización. Además todos los túneles están totalmente revestidos y en buen estado general, excepto los portales del túnel Villalón 4 que presentan algunos defectos constructivos que pueden ser mejorados, los cuales, sin embargo, no afectan a la estabilidad del canal.

Durante las visitas de terreno se pudo constatar que la mayor parte del canal no posee revestimiento de sus costados y piso, de modo que durante precipitaciones intensas ocurren fenómenos de erosión locales y superficiales sin afectar la continuidad de funcionamiento de éste. Tampoco se observaron episodios de socavamiento importantes de los flancos del canal.

En consecuencia, los mejoramientos a la estabilidad del canal se refieren solamente a las reparaciones de fisuras en el revestimiento del portal de salida en el túnel Villalón 4 mediante inyección de lechadas y al mejoramiento de las antiguas obras de contención existentes sobre el portal de entrada del mismo túnel. Para mayor detalle ver Informe Anexo 8: Estudio Geológico y Plano Geológico confeccionado.

5 DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS

Está representado por la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta, RUT N° 70.208.700-7, presidida por don Luis Heriberto Pizarro González con domicilio en Avenida La Feria N° 801, Ovalle.

La Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta (ACER), es una persona jurídica desde 1953, responsable de distribuir las aguas del embalse Recoleta, el más antiguo de la región. Ubicado a 18 km de la ciudad de Ovalle, este embalse, que recoge las aguas del río Hurtado, tiene una capacidad útil de 100 millones de metros cúbicos, destinados exclusivamente al riego.

Su organización corresponde al siguiente organigrama:

Figura 5-1: Organigrama de Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta



Conforme a la información proporcionada por el abogado de la organización del canal es don Luis Urqueta, teléfono 92194699, mail laautovalle@hotmail.com, el total de litros por segundo con derecho, corresponden 3.180 L/S.

Tabla 5-1: Usuarios y Acciones de Derechos de Agua. Canal Villalón

Canal	Número de Usuarios	Acciones
Villalón	284	11.494,19

Fuente: Asociación de Canalistas Embalse Recoleta

5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DEL CANAL

Como ya se ha indicado el Canal Villalón recibe sus aguas del embalse Recoleta, por lo que la operación del canal está directamente ligada al volumen disponible en el embalse, en función de dicho parámetro se ha definido el sistema de turnos indicado en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Turnos de Operación

TURNOS	DÍAS DE AGUA					
	SEPT - OCTUBRE 2014	28-sep-14	29-sep-14	30-sep-14	01-oct-14	02-oct-14
OCTUBRE 2014	26-oct-14	27-oct-14	28-oct-14	29-oct-14	30-oct-14	31-oct-14
NOVIEMBRE 2014	23-nov-14	24-nov-14	25-nov-14	26-nov-14	27-nov-14	28-nov-14
DICIEMBRE 2014	14-dic-14	15-dic-14	16-dic-14	17-dic-14	18-dic-14	19-dic-14
ENERO 2015	11-ene-15	12-ene-15	13-ene-15	14-ene-15	15-ene-15	16-ene-15
FEBRERO 2015	08-feb-15	09-feb-15	10-feb-15	11-feb-15	12-feb-15	13-feb-15
MARZO 2015	15-mar-15	16-mar-15	17-mar-15	18-mar-15	19-mar-15	20-mar-15

Ante eventos de crecida el canal cierra sus compuertas en bocatoma, por lo que sólo requiere portear los aportes de quebradas laterales.

5.3 DIAGNOSTICO GENERAL

En términos generales, los trabajos realizados identificaron que el canal presenta problemas tanto en la Operación Normal de Riego como en la Seguridad Física del Canal. A continuación se detallan cada uno de estos problemas.

5.3.1 Estado general del canal y sus Obras

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 5-3.

Considerando la clasificación antes indicada se ha determinado el estado de la sección del canal y sus revestimientos, encontrándose aproximadamente un 50% del canal en estado deficiente, un 24% en estado regular y un 26% en buen estado. El detalle según tipo de revestimiento y estado se presenta en la Tabla 5-4.

Cabe señalar que actualmente, no existen sellos de fondo en los tramos no revestidos del canal por lo que muchas de sus secciones no pueden ser re-perfiladas tras un proceso de limpieza.

Tabla 5-3 Clasificación de las obras existentes en el canal Villalón según estado de conservación y operatividad

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

Tabla 5-4 Estado de Revestimientos en canal Villalón

Revestimiento		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		

Adicionalmente, se ha identificado el estado de las obras de cruce y de entrega o distribución, los que se detallan en la Tabla 5-5 y Tabla 5-6.

Tabla 5-5 Estado Obras de Cruce

Correlativo	Tipo Obra	Ubicación	Estado	Material	
1	CN	Canoa	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
2	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
1	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
3	CN	Canoa	Transversal al canal	Regular	Hormigón
4	CN	Canoa	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
2	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
3	PT	Puente	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
4	PT	Puente	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
5	PT	Puente	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
6	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
5	CN	Canoa	Transversal al canal	Regular	Hormigón
6	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
1	SF	Sifón	Longitudinal	Bueno	Hormigón y Acero
7	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Madera
8	PT	Puente	Transversal al canal	Regular	Hormigón
9	PT	Puente	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
10	PT	Puente	Transversal al canal	Regular	Hormigón
11	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
12	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
7	CN	Canoa	Transversal al canal	Regular	Acero
13	PT	Puente	Transversal al canal	Regular	Hormigón
14	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
2	SF	Sifón	Longitudinal	Bueno	Acero
8	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
9	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
10	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
11	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
12	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
13	CN	Canoa	-	Bueno	Hormigón
14	CN	Canoa	Transversal al canal	Regular	Hormigón
15	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
16	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
17	CN	Canoa	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
18	CN	Canoa	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
19	CN	Canoa	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
15	PT	Puente	Transversal al canal	Deficiente	Madera
16	PT	Puente	Transversal al canal	Bueno	Hormigón
20	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Acero
21	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Acero
17	PT	Puente	Transversal al canal	Deficiente	Madera
22	CN	Canoa	Transversal al canal	Deficiente	Hormigón
23	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Acero
24	CN	Canoa	Transversal al canal	Bueno	Acero
18	PT	Puente	Transversal al canal	Regular	Madera

Tabla 5-6 Estado Obras de entrega, descarga o distribución

Correlativo	Tipo Obra	Ubicación	Estado	Material	
1	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
2	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
3	CP	Compuerta	Ribera derecha	Regular	Hormigón, compuerta de acero
4	CP	Compuerta	Ribera derecha	Regular	Hormigón, compuerta de acero
5	CP	Compuerta	Ribera derecha	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero

Tabla 5-6 Estado Obras de entrega, descarga o distribución

Correlativo	Tipo Obra	Ubicación	Estado	Material	
6	CP	Compuerta	Ribera derecha	Regular	Hormigón, compuerta de acero
7	CP	Compuerta	Ribera derecha	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
8	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
9	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
10	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
11	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
12	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
13	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
14	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
15	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
16	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
17	CP	Compuerta	Ribera derecha	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
18	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
19	CP	Compuerta	Ribera derecha	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
20	CP	Compuerta	Ribera derecha	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
21	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
22	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
23	CP	Compuerta	Frontal al canal	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
24	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
25	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
26	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
27	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
28	CP	Compuerta	Ribera derecha	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
1	VT	Vertedero	Frontal al canal	Bueno	Hormigón
29	CP	Compuerta	Ribera derecha	Regular	Hormigón, compuerta de acero
30	CP	Compuerta	Frontal al canal	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
31	CP	Compuerta	Frontal al canal	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
32	CP	Compuerta	Frontal al canal	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
33	CP	Compuerta	Frontal al canal	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
34	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
35	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
36	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
37	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
38	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
39	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
40	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
41	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
42	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
43	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
44	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
45	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
46	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Regular	Hormigón, compuerta de acero
47	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
48	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
49	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
50	CP	Compuerta	Ribera derecha	Regular	Hormigón, compuerta de acero
51	CP	Compuerta	Ribera izquierda	Bueno	Hormigón, compuerta de acero
52	CP	Compuerta	Frontal al canal	Regular	Hormigón, compuerta de acero
53	CP	Compuerta	Frontal al canal	Deficiente	Hormigón, compuerta de acero
54	CP	Compuerta	Ribera derecha	Bueno	Hormigón, compuerta de acero

De acuerdo a las tablas anteriores existen 12 obras de cruce y 13 compuertas en estado deficiente. Los principales problemas técnicos que presentan dichas obras se resumen en la Tabla 5-7 y la Tabla 5-8.

Tabla 5-7 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
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.

Tabla 5-8: Detalle Compuertas en Estado Deficiente, Canal Villalón

Nº Correlativo de Compuerta	KM Canal	Ubicación	Material	Descripción
5	9,266	Ribera derecha	Hormigón, compuerta de acero	
7	10,593	Ribera derecha	Hormigón, compuerta de acero	
8	11,197	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
12	16,614	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
18	21,132	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
19	21,239	Ribera derecha	Hormigón, compuerta de acero	Compuerta abandonada.
20	22,399	Ribera derecha	Hormigón, compuerta de acero	
21	22,685	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
35	37,378	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
36	37,622	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
38	38,522	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
47	44,890	Ribera izquierda	Hormigón, compuerta de acero	
53	47,080	Frontal al canal	Hormigón, compuerta de acero	Derivado San Antonio - La Concepción

5.3.2 Diagnóstico Hidráulico

Para el diagnóstico se ha utilizado los resultados del eje hidráulico realizado en Anexo 10 en el canal Bellavista cuyos resultados se han entregado en capítulo 4.2 de este informe.

5.3.2.1 Reducción de Perdidas

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 riego. 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.

De la información desarrollada 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.

Del catastro en terreno se puede rescatar la información asociada a las obras de mejoramiento ya existentes, las cuales se listan en la Tabla siguiente, donde la longitud total corresponde a la longitud total donde se encuentra el revestimiento, mientras que la efectiva considero que los tramos donde existe revestimiento en una sola ribera, su longitud fuera dividida en dos, y donde existían tres tipos de revestimiento, fuera dividida en tres. Adicionalmente se suman otras obras tales como sifones, alcantarillas y túneles, las cuales suman un total de 4 km.

Tabla 5-9 Revestimientos existentes en el canal Villalón

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

Considerando que el canal tiene una longitud de 47,08 km, los tramos donde existen mejoras en Villalón son bastantes, quedando sin revestir solo un 20,88 km del canal. Sin embargo, considerando los sectores donde existe revestimiento en una sola ribera, este valor asciende a 26,3 km.

El criterio adoptado para optimizar la reducción de pérdidas por infiltración corresponde a un análisis de costos del revestimiento, para una longitud de 10 km. Como no se conoce específicamente los lugares con mayores pérdidas, solamente se efectuará un análisis de los costos y una evaluación económica de las alternativas.

Entre las alternativas de mejoramiento del canal a objeto de disminuir las pérdidas por infiltración, se han evaluado 6 alternativas de revestimiento: hormigón, mantas de hormigón, shotcrete, mampostería y geomembrana; en entubamiento: con tubería de HPDE en escurrimiento libre.

5.3.2.2 Sistema de Aforo Remoto de Caudales

La Tabla a continuación, 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 5-10 Diagnóstico sistema de aforos en canal Villalón

Nomenclatura	KM Canal	Lugar Aforador		Estado	Solución
		N (m)	E (m)		
1AF	24,007	6.612.825,9	282.324,1	Bueno y con sistema remoto	No requiere intervención
2AF	26,620	6.613.645,9	281.133,9	Bueno y con sistema remoto	No requiere intervención
3AF	26,640	6.613.649,5	281.118,9	Limnómetro a la entrada de sifón	No requiere intervención
4AF	46,100	6.613.734,0	271.571,0	Bueno y con sistema remoto	No requiere intervención

La Figura 5-2 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 5-2 Ubicación de Aforadores



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.

5.3.3 Problemas en la Seguridad Física

5.3.3.1 Portal de entrada Túnel 4

Para el caso del portal de entrada del túnel 4, ubicado en el KM 4,43 del canal, 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.

5.3.3.2 Portal de Salida Túnel 4

Para el caso del portal de salida del túnel 4, ubicado en el KM 4,96 del canal, 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 el Anexo 15, informe de Estabilidad Geotécnica del Canal Villalón, Documento N° 4184-2000-GE-MEC-001.

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.

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.

5.3.3.3 Cruce de Quebradas

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.

5.3.4 Proposición alternativa de Obras

Dados los antecedentes expuestos se proponen las siguientes alternativas de obras, manteniendo el foco en 2 elementos esenciales:

- Operación de Riego.
- Seguridad Física del Canal.

Tabla 5-11 Alternativas de Obras – Operación de Riego

Clasificación		Alternativa de mejoramiento
Mantenimiento de obras	Mantenimiento Compuertas	S1 - Reemplazo de compuerta y/o S2 - Mejoramiento del hormigón
	Sellos de fondo	S1 - Implementación de sellos de fondo (cada 100 m en tramos rectos o cada 20 m en curvaturas) para reestablecer la pendiente longitudinal del canal
Capacidad hidráulica	Operación normal	S1 - Peralte del canal
	Operación en crecida	S1 - Peralte del canal S2 - Compuerta de descarga
	Secciones restrictivas por presencia de algas	S1 - Introducción de peces al ecosistema S2 - Adición de productos químicos S3 - Recubrimiento o revestimiento del canal S4 - Limpieza
Reducción de pérdidas por infiltración	Revestimientos	S1 - Revestimiento (mampostería, hormigón, geomembrana, etc) S2 - Entubamiento

Tabla 5-12 Alternativas de Obras – Operación de Riego

Clasificación		Alternativa de mejoramiento
	Tunel 4: Portal de entrada	S1- Malla estabilizadora S2- Gaviones
	Tunel 4: Portal de salida	S1- Inyección de Aditivo

5.3.5 Situación Ambiental

Dada la naturaleza del proyecto y las características de su área de inserción, el diagnóstico preliminar se realizó identificando cada uno de los elementos del medio ambiente. A continuación en la Tabla 5-13 se presenta la relación del Proyecto y los elementos ambientales analizados.

Tabla 5-13: Relación del Proyecto y elementos ambientales

Información levantada	Tipo	Relación Proyecto	Diagnóstico
Antecedentes Ambientales	Áreas Protegidas	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas.	No se estima alteración de este elemento ambiental
	Sitios Prioritarios	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental
	Humedales de Importancia Internacional RAMSAR	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental
	Áreas de Desarrollo Indígena	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental o hay impactos
	Instrumento de Planificación Territorial	Una parte del área del Proyecto se encuentra inserta dentro del Plan Regulador Comunal de La Serena. Sin embargo es compatible con los usos de suelo normados.	No se estima alteración de este elemento ambiental
	Otros Proyectos	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental
Componentes Ambientales Principales	Flora y Vegetación Terrestre	Identificación de dos (2) áreas singulares, en las cuales se encuentran formaciones vegetacionales correspondiente a matorral arborescente abierto, que corresponden a bosque.	Pérdida de superficie de bosque.
	Fauna Terrestre	Identificación de dos (2) áreas sensibles, en las cuales se dan las condiciones adecuadas para la presencia de especies de reptiles.	Alteración en el desplazamiento de especies de baja movilidad.
	Turismo	Se identifica el evento programado celebración día del Fiesta de la Virgen del Rosario de Algarrobito, de la localidad de Algarrobito que se celebra el último domingo del mes de Octubre se podría ver afectado por las obras y/o actividades del Proyecto, puesto que comparten el uso de la ruta D-25.	Alteración en el desplazamiento de personas para el evento programado en la localidad de Algarrobito.
	Paisaje	Paisaje intervenido por la acción antrópica y poca visibilidad desde el punto del observador hacia el	No se estima alteración de este componente ambiental

Información levantada	Tipo	Relación Proyecto	Diagnóstico
		Proyecto.	
	Patrimonio Arqueológico	Falta información para realizar el diagnóstico	Falta información para realizar el diagnóstico

6 DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DEL CANAL MATRIZ

En este capítulo se desarrollan los diseños de las diferentes alternativas de obras que permitan solucionar los problemas asociados a captación, conducción y distribución del recurso. Esto es abordado en cinco ítems y sus correspondientes anexos:

1. Anexo 15.1 Memoria de cálculo mantención de obras Canal Villalón.
2. Anexo 15.3 Memoria de cálculo Capacidad Hidráulica Canal Villalón.
3. Anexo 15.4 Memoria de cálculo Reducción de Pérdidas Canal Villalón.
4. Anexo 15.5 Memoria de cálculo Seguridad Física Canal Villalón.
5. Anexo 15.6 Memoria de cálculo Cruce de Quebradas Canal Villalón.

Cabe señalar que en el caso de la hidrogenación eléctrica, se ha descartado el desarrollo del diseño de las obras asociadas a este punto, dado que en la Etapa IV se concluyó que debido a que el canal no posee una caída lo suficientemente grande, no es económicamente atractiva para un proyecto hidroeléctrico.

6.1 MANTENCIÓN DE OBRAS

A partir del catastro de obras realizado para el canal Villalón como parte de este proyecto, se identificaron las obras hidráulicas que se encontraban en estado deficiente.

6.1.1 Obras de Cruce

Dentro de las obras de cruce del canal con necesidad de mejoramiento, se identificaron 6 canoas y 6 puentes. En la Tabla 6-1 se presenta la ubicación de las obras con la nomenclatura correspondiente al catastro realizado y la descripción del problema técnico.

Tabla 6-1 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
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 inestabilidad 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 6-1: Canoas CN1 y CN4



Fotografía 6-2: Canoas CN17 y CN18



Fotografía 6-3: Puente PT3



Fotografía 6-4: Puente PT9 y PT17



6.1.2 Obras de descarga

No se identificaron obras de descarga con necesidad de mejoramiento.

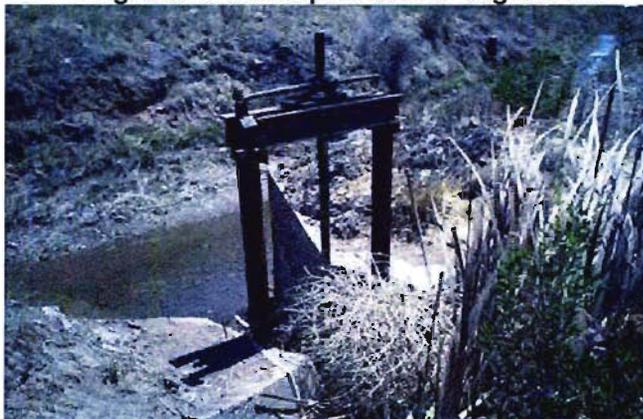
6.1.3 Compuertas

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 6-5 Compuerta con vegetación



Fotografía 6-6 Compuerta de acero en mal estado



El resumen de las 12 compuertas en mal estado.

6.1.4 Obras faltantes

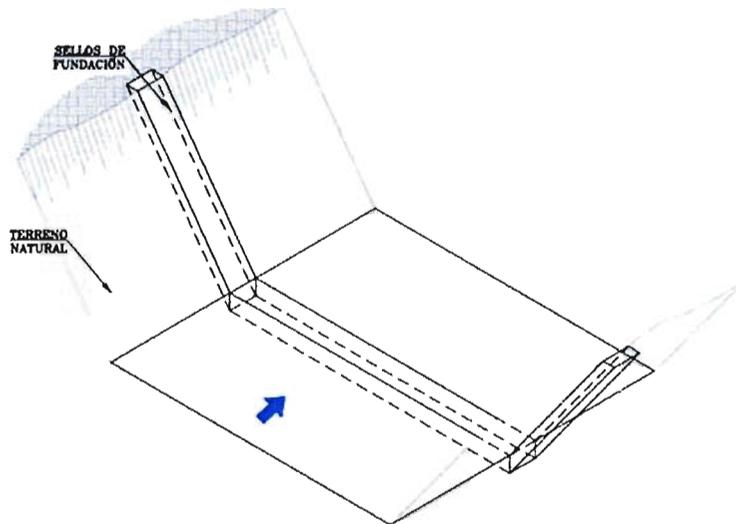
Actualmente no existen sellos de fondo en el canal por lo que muchas de sus secciones no pueden ser re-perfiladas en su fondo tras un proceso de limpieza.

Como medida de mantención de obras, para definir la geometría del cauce, se decidió incorporar al canal sellos de fondo cada 500 m en lugares donde el canal no cuente con revestimiento de mampostería u hormigón. 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 6-1 se presenta un esquema de la implementación de los sellos de fondo para el canal.

Figura 6-1 Esquema de los sellos de fondo



6.1.5 Diseño obras de mejoramiento

En Anexo 14 Diseño – Mantención de Obras, se presenta el detalle de los criterios y diseños de las obras de mejoramientos indicadas.

6.1.6 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. Ver capítulo de Hidrología.

6.1.7 SIFÓN 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:

- a. 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.
- b. 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.

- c. 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.

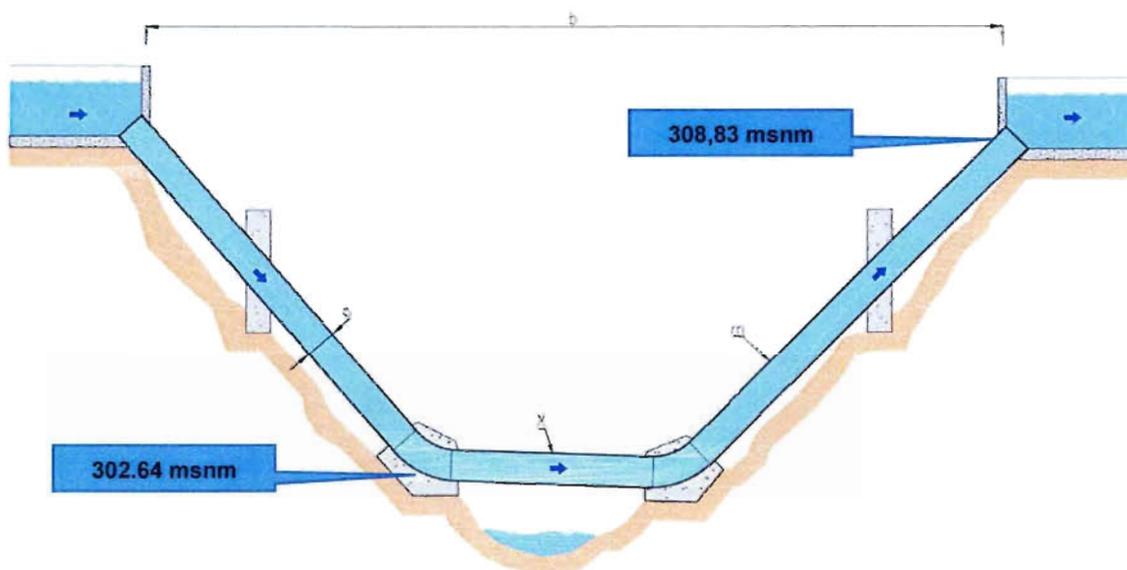


Figura 1.1: Esquema Sifón Ingenio

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

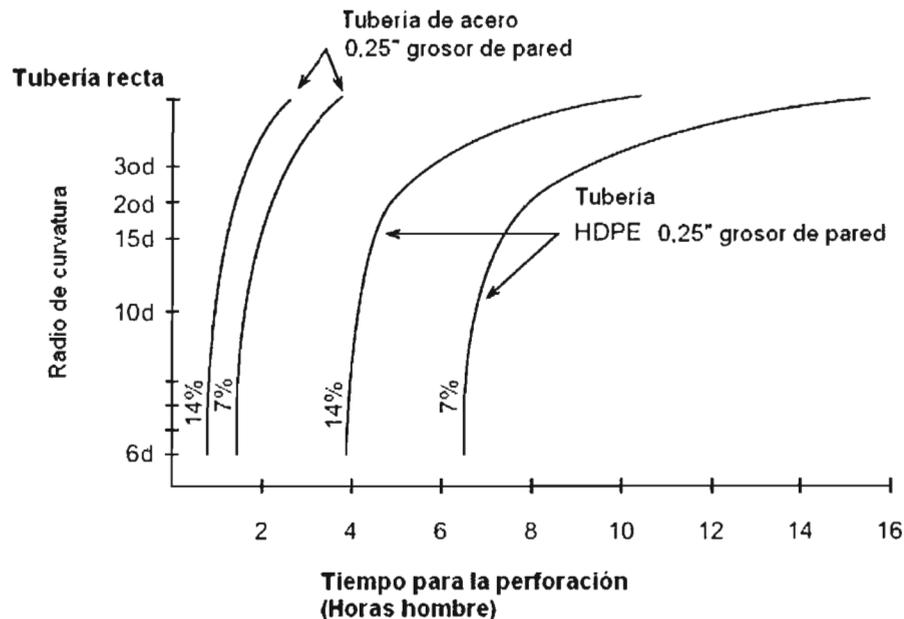
de diseño y se recomienda a la brevedad realizar el cambio de material correspondiente.



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

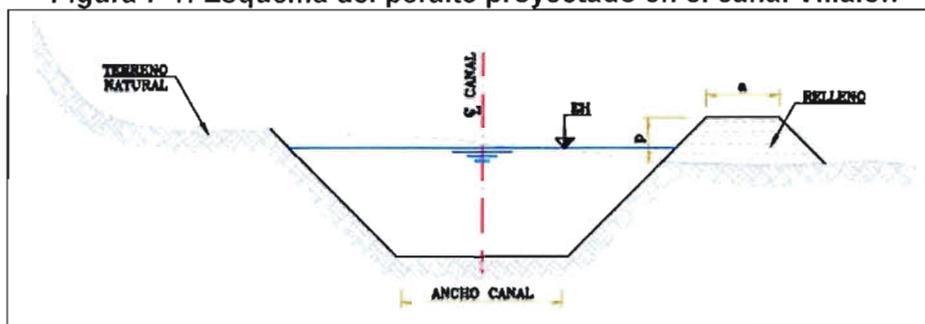
- d. Por tanto, en el contexto señalado, se ha incluido como parte de las soluciones posibles, el desarrollo de un estudio específico de rehabilitación del sifón, que considere como parte de sus alcances, lo siguiente:
 - ✓ Realizar una revisión específica del estado actual de sus espesores mediante 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.

7 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 7-1 se presenta un esquema de la obra propuesta.

Figura 7-1: 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 siguiente Tabla:

Tabla 7-1 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

7.1 REDUCCIÓN DE PERDIDAS

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.

De la información desarrollada 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.

Del catastro en terreno se puede rescatar la información asociada a las obras de mejoramiento ya existentes, las cuales se listan en la Tabla 7-2, donde la longitud total corresponde a la longitud total donde se encuentra el revestimiento, mientras que la efectiva consideró que los tramos donde existe revestimiento en una sola ribera, su longitud fuera dividida en dos, y donde existían tres tipos de revestimiento, fuera dividida en tres. Adicionalmente se suman otras obras tales como sifones, alcantarillas y túneles, las cuales suman un total de 4 km.

Tabla 7-2 Revestimientos existentes en el canal Villalón

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

Considerando que el canal tiene una longitud de 47,08 km, los tramos donde existen mejoras en Villalón son bastantes, quedando sin revestir solo un 20,88 km del canal. Sin embargo, considerando los sectores donde existe revestimiento en una sola ribera, este valor asciende a 26,3 km.

El criterio adoptado para optimizar la reducción de pérdidas por infiltración corresponde a un análisis de costos del revestimiento, para una longitud de 10 km. Como no se conoce específicamente los lugares con mayores pérdidas, solamente se efectuará un análisis de los costos y una evaluación económica de las alternativas.

Entre las alternativas de mejoramiento del canal a objeto de disminuir las pérdidas por infiltración, se han evaluado 6 alternativas de revestimiento: hormigón, mantas de hormigón, shotcrete, mampostería y geomembrana; en entubamiento: con tubería de HPDE en escurrimiento libre.

Se estimará un costo final, esto con el objetivo de dar un contraste entre las soluciones, y decidir la opción económicamente viable. La Figura siguiente resume la metodología de evaluación.

Figura 7-2 Metodología de evaluación de obras de mejoras



7.2 SEGURIDAD FÍSICA

7.2.1 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.

7.2.2 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.

7.2.3 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 7-2 se presentan ejemplos de este tipo de desprendimientos.

Fotografía 7-1: Desprendimientos sector Quebrada El Ingenio



Fotografía 7-2: 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.

7.3 CRUCE DE QUEBRADAS

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.

7.4 DISEÑO DE UN SISTEMA DE AFORO REMOTO DE CAUDALES

En el canal Villalón no requiere de obras de medición de caudales adicionales, ni tampoco un sistema de medición remoto adicional.

7.5 ESTUDIO DE EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

Este tema es abordado en un único documento, el cual da cuenta del estudio de las posibles expropiaciones y servidumbres de las soluciones de mejoramiento propuestas por esta consultora. El nombre del documento es:

- Informe de Expropiaciones y Servidumbres Canal Villalón.

7.6 ANÁLISIS INTERFERENCIAS

Este tema es abordado en un único documento, el cual presenta el estudio de las posibles interferencias que puedan existir en el trazado de las soluciones de mejoramiento propuestas por esta consultora y otras obras civiles existentes. El nombre del documento es:

- Informe de Análisis de Interferencias

8 POTENCIAL HIDROELÉCTRICO

Para la condición más favorable, correspondiente a utilizar la totalidad del caudal de derechos para la generación sin considerar pérdidas por conducción, el tramo del canal con la generación máxima produce una potencia de 90,6 kW.

Con este caudal, y de acuerdo a los resultados presentados en el punto 3.2, la altura necesaria para obtener la potencia mínima de generación económicamente atractiva de 1.100 kW sería igual a 20,6 m, lo que representa aproximadamente un 33% del desnivel total del canal, es decir, se deberían destinar tramos de importancia del canal únicamente para satisfacer la producción hidroeléctrica.

A efectos prácticos y de acuerdo a lo anterior, para que un proyecto hidroeléctrico ubicado dentro del cauce del canal Villalón sea económicamente atractivo, un gran porcentaje del mismo debería ser redestinado únicamente al fin de hidrogeneración, de manera de lograr la caída mínima necesaria, lo anterior sin mencionar la disponibilidad total del caudal por derecho sin considerar pérdidas por conducción del mismo, es decir, revistiendo la totalidad del canal desde su bocatoma hasta el punto donde se ubicaría la cámara de carga de la central.

Por lo anterior, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el punto 3 del presente documento, se concluye que el canal Villalón no posee en su trazado longitudinal una caída lo suficientemente grande como para generar de forma práctica una potencia mínima que resulte económicamente atractiva para un proyecto hidroeléctrico.

Para mayor detalle, se adjunta Anexo 11: Potencial Hidroeléctrico.

9 SITUACIÓN AGROECONÓMICA

En Anexo 15 se realiza un detallado estudio agropecuario de las áreas de beneficio existente y potenciales del canal. Para ello se han generado diversos capítulos cuyos temas estudios principales se resumen a continuación:

- **Revisión de Antecedentes:** Los antecedentes de suelos del proyecto Mejoramiento del Canal, fueron obtenidos del Estudio Agrológico y de Capacidad de Uso de CIREN, IV Región, año 2005 y la descripción de los suelos que este contiene en la Publicación N°129. Este corresponde a la Actualización, Complementación y Homogeneización de los Estudios de Suelos regionales realizados por diferentes instituciones en la región.

De esta manera se utilizó como antecedente base el “Estudio Agrológico IV Región – Descripción de Suelos – Materiales y Símbolos, Publicación N° 129 de 2005, CIREN.

Para la envolvente del área de estudio se reconoció la totalidad de los suelos presentes en ella, individualizando cada Serie de Suelos y sus variaciones, con sus respectivas clasificaciones de Capacidad de Uso, Categoría de Riego, Aptitud Frutal, Clase de Drenaje, Aptitud Agrícola y Erosión.

- **Estudio de Clima, Calidad del Agua y general de Mercado**
- **Diagnóstico de la Situación Actual**
- **Situación Sin proyecto:** Previo a la caracterización agropecuaria futura o con proyecto, se efectúa la caracterización de la situación sin proyecto. Esta consiste en un mejoramiento de la situación actual con recursos que no superen el 5% de las inversiones efectuadas en la situación con proyecto.

La principal finalidad de la situación sin proyecto o base es la de servir de alternativa de referencia para la evaluación económica del proyecto. Por definición, la situación sin proyecto se plantea como un mejoramiento de las condiciones agropecuarias del área, sin la realización de obras de riego, sino sólo como resultado de un mejor manejo de los recursos existentes, lo que se consigue a través de la implementación de un programa de Capacitación y Asistencia Técnica, orientado principalmente a la adopción de habilidades y destrezas por parte de los agricultores y al conocimiento de las nuevas tecnologías aplicables en las labores agrícolas. En relación a las eficiencias de riego, éstas serán mejoradas en relación a las consideradas en situación actual.

- **Situación Con Proyecto** La situación futura o con proyecto tiene el objetivo de caracterizar los cambios y mejoras producidas con la implementación de obras civiles, específicamente con el mejoramiento integral del Canal. Con la ejecución de

las obras señaladas es de esperar un incremento en la seguridad de riego y en la superficie regada.

Se presentan un conjunto de criterios, los cuales están enfocados a regar el máximo de superficie de acuerdo a la capacidad del canal, derechos y superficie disponible. Posteriormente, en la determinación de los flujos agronómicos, se procede a ajustar la superficie, tanto actual como futura, que realmente es factible de regarse en un año con 85% de excedencia.

El Predio Promedio, al igual que en situación actual y sin proyecto, corresponde a la unidad de análisis y de trabajo del presente proyecto. Lo anterior se realizó mediante una expansión directa a través de la aplicación porcentual de la estructura productiva de ellos sobre la superficie total de cada estrato de tamaño a expandir. Posteriormente, mediante la suma de las expansiones se obtuvo el uso del suelo para cada estrato y para el total del área.

Dentro de la situación con proyecto, se determinaron los gastos indirectos por Predio Promedio y se elaboraron las fichas o estándares productivos y económicos, con los cuales se realizará la evaluación económica, la expansión de los respectivos ingresos brutos, costos directos y márgenes brutos por predio expandido y con la suma de ellos se obtuvo el valor para el total de cada sector. Se llevó a cabo el cálculo de las demandas de agua para el área del presente estudio.

Finalmente, se presentan las inversiones y el programa de asistencia técnica necesaria para lograr las metas planteadas en el presente estudio.

- **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
- **Disposición de 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.
- **Estudio del Empleo.** Requerimientos de mano de obra según rubros productivos.

10 PRESUPUESTO DE OBRAS

10.1.1 Análisis de precios Unitarios

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

- Fecha base de la estimación Noviembre 2014.
- Tasa de Cambio Dólar: 1 Dólar = 589,72 CLP.
- Valor UF = 24.391,36 CLP, fecha 30 junio 2014.
- Valor petróleo = \$ 546

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.

10.1.2 Presupuesto

El costo de las obras de mejoramiento para un revestimiento de 10 km propuestas se estima en la Tabla 10-1

Tabla 10-1: 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	m ³	21	1,1	24	4.013	94.687
	Hormigón H-25	m ³	20	1,1	21	175.185	3.757.709
	Enfierradura (50 Kg/m ³)	kg	975	1,1	1.073	1.047	1.123.014
1.1.3	Reperfilamiento					171.684.843	
	Excavación abierta mat. Común	m ³	15510	1,1	17.061	4.013	68.465.793
	Retiro Excedentes	m ³	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	m ³	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	m ²	75623	1,1	83.185	21.542	1.791.972.439
	Excavación abierta mat. Común	m ³	15125	1,1	16.637	4.013	42.626.619
2	MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL					3.295.265	
2,1	TÚNEL 4 - RETENCIÓN DE MATERIAL DE LADERA EN PORTAL DE ENTRADA					1.665.070	
2.1.1	Barrera de gaviones					1.665.070	
	Malla galvanizada	m ²	36	1,1	40	6.419	254.184

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
	Mamostería 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	TÚNEL 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.

11 EVALUACIÓN ECONÓMICA

11.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo 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.

11.1.1 Antecedentes

Ref 2 Estudio de Precios Unitarios y presupuestos, Noviembre 2014. Arcadis, codificación 4184-2000-CO-INF-001.

Ref 3 Informe agronómico de Avance, Noviembre 2014. Arcadis

11.1.2 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

11.2 ESCENARIOS DE ESTUDIO

11.2.1 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 11-1.

Tabla 11-1: 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

11.2.2 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.

11.2.3 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.

11.3 PROCEDIMIENTO EVALUACIÓN ECONÓMICA

11.3.1 Descripción 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.

11.3.2 Criterios Específicos

11.3.2.1 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.

11.3.2.2 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 seco 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 seco por la cantidad de hectáreas correspondientes.

11.3.2.3 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 1° 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.

11.3.3 Limitaciones de los métodos

11.3.3.1 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.

11.3.3.2 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.

11.3.3.3 Método Valor del Agua

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.

11.4 APLICACIÓN MÉTODO 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.

11.4.1 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 11-2: 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	0,0
3	15.0	1.250.000	0	0				62.500,0	1,5
4	20.0	1.250.000	1.250.000	0	0			187.500,0	4,4
5	25.0	2.500.000	1.250.000	1.250.000	0	0		437.500,0	10,3
6	25.0	3.000.000	2.500.000	1.250.000	1.250.000	0	0	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 11-3: 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					452.624,0	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 11-4: 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 G	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	3,6
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	1.560.000,0	19,5
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	64,3
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	87,6
11		8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	7.200.000	7.800.000,0	97,6
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 11-5: 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				466.156,8	16,9
4	20,0	1.708.380	1.085.258	514.271	2.536.446			778.374,6	25,5
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	65,7
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	2.684.733	2.218.649	2.218.649	2.750.450,3	90,2
11		3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	3.049.209	2.684.733	2.858.090,5	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 11-6: 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	9.066.988,0	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 11-7: 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		1.280.551,2	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 11-8: 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	2.198.152,7	33,7	
8		6.530.949	6.530.949	5.157.227	3.867.920	1.933.960	3.235.929,3	49,5	
9		6.530.949	6.530.949	6.530.949	5.157.227	3.867.920	4.441.200,4	68,0	
10		6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	5.157.227	5.521.761,6	84,5	
11		6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.187.518,8	94,7	
12		6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949	6.530.949,3	100,0	

Tabla 11-9: 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	1.776.619,3	56,9	
7		3.120.345	2.702.741	2.326.780	1.762.041	1.330.401	1.736.585,3	55,7	
8		3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.326.780	1.762.041	2.111.929,5	67,7	
9		3.120.345	3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.326.780	2.498.857,1	80,1	
10		3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	2.702.741	2.817.552,7	90,3	
11		3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.015.943,8	96,7	
12		3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.345	3.120.344,7	100,0	

Tabla 11-10: 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	1.450.000,0	24,2	
7		5.000.000	4.600.000	4.000.000	3.600.000	1.400.000	2.380.000,0	39,7	
8		5.400.000	5.000.000	4.600.000	4.000.000	3.600.000	3.510.000,0	58,5	
9		6.000.000	5.400.000	5.000.000	4.600.000	4.000.000	4.410.000,0	73,5	
10		6.000.000	6.000.000	5.400.000	5.000.000	4.600.000	4.860.000,0	81,0	
11		6.000.000	6.000.000	6.000.000	5.400.000	5.000.000	5.280.000,0	88,0	
12		6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	5.400.000	5.600.000,0	93,3	
13		6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	5.850.000,0	97,5	
14		6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000,0	100,0	

Tabla 11-11: 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	1.332.236,9	66,1	
7		1.716.875	1.626.643	1.583.559	1.443.715	1.064.103	1.208.059,0	60,0	
8		1.857.594	1.716.875	1.626.643	1.583.559	1.443.715	1.452.230,0	72,1	
9		2.015.037	1.857.594	1.716.875	1.626.643	1.583.559	1.626.189,8	80,7	
10		2.015.037	2.015.037	1.857.594	1.716.875	1.626.643	1.726.820,3	85,7	
11		2.015.037	2.015.037	2.015.037	1.857.594	1.716.875	1.811.909,5	89,9	
12		2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	1.857.594	1.901.135,9	94,3	
13		2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	1.975.676,2	98,0	
14		2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.037	2.015.036,8	100,0	

Tabla 11-12: 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	945.000	420.000	84.000	0	0	101.850,0	3,7	
6	25,0	1.680.000	945.000	420.000	84.000	0	258.300,0	9,3	
7		2.205.000	1.680.000	945.000	420.000	84.000	525.000,0	18,9	
8		2.730.000	2.205.000	1.680.000	945.000	420.000	84.000	924.000,0	33,3
9		2.772.000	2.730.000	2.205.000	1.680.000	945.000	420.000	1.419.600,0	51,2
10		2.772.000	2.772.000	2.730.000	2.205.000	1.680.000	945.000	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 11-13: 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 11-14: 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	627.256,5	14,0	
7		3.818.747	3.081.260	2.420.990	1.540.630	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	4.492.643	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	4.492.643	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	4.492.643	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 11-15: 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	1.192.239	1.065.813	886.410	1.229.323,0	84,1
11		1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.273.218	1.192.239	1.065.813	1.309.375,3	89,6
12		1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.461.225	1.273.218	1.192.239	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	1.414.223,5	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 11-16: 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		407.925,2	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	9.308.606,7	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 11-17: 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	2.464.926	576.148	576.148	775.502	6.327.201	2.004.183,9	59,4	
6	25,0	3.376.547	2.464.926	576.148	576.148	775.502	2.392.647,4	70,9	
7		3.376.547	3.376.547	2.464.926	576.148	576.148	1.329.363,0	39,4	
8		3.376.547	3.376.547	3.376.547	2.464.926	576.148	1.794.023,2	53,1	
9		3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	2.464.926	2.448.542,0	72,5	
10		3.376.547	3.376.547	3.376.547	3.376.547	2.464.926	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 11-18: 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	1.800.000,0	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 11-19: 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	1.468.908,5	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	1.003.890	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 11-20: 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 11-21: 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	2.080.909,2	105,8	
7		1.863.789	1.863.789	2.426.989	1.863.789	1.863.789	1.948.269,3	100,0	

Tabla 11-22: 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 11-23: 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	57,8
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 11-24: 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 11-25: 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 11-26: 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 11-27: 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 11-28: 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	55,4
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 11-29: 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 11-30: 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 11-31: 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 11-32: 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 11-33: 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 11-34: 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 11-35: 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 11-36: 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 11-37: 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	576.148	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 11-38: 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 11-39: 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 11-40: 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 11-41: 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	35,0
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 11-42: 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 11-43: 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 11-44: 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

11.4.2 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 11-45 muestra los costos de operación y mantenimiento anualizados, considerando un mejoramiento de 10 km.

Tabla 11-45: Costos de operación y mantención canal Villalón

	Costos de operación y mantención (Millones de pesos M\$/año)																													
	Año																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Costos operacionales - Administración																														
Salarios administración	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
Salarios supervisores (celadores)	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Costos operacionales - limpieza del canal																														
Desembanque del fondo (manual y maquinaria)	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				132,3			
Reemplazo mampostería nueva (10 km)					256,5				256,5				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				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			
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.

11.4.3 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.

11.4.4 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.

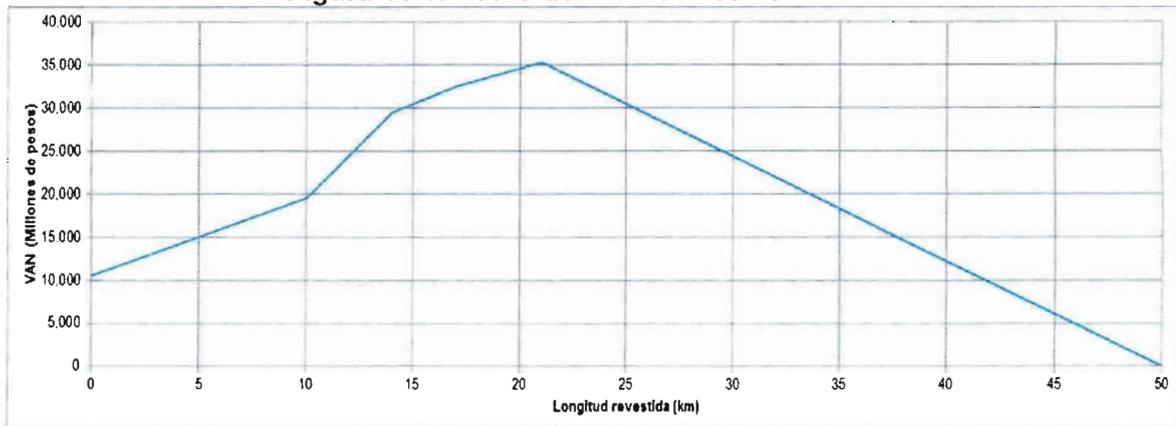
Las Figura 11-1 y Figura 11-2 muestran de manera gráfica el comportamiento del VAN en función de la longitud a revestir.

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.

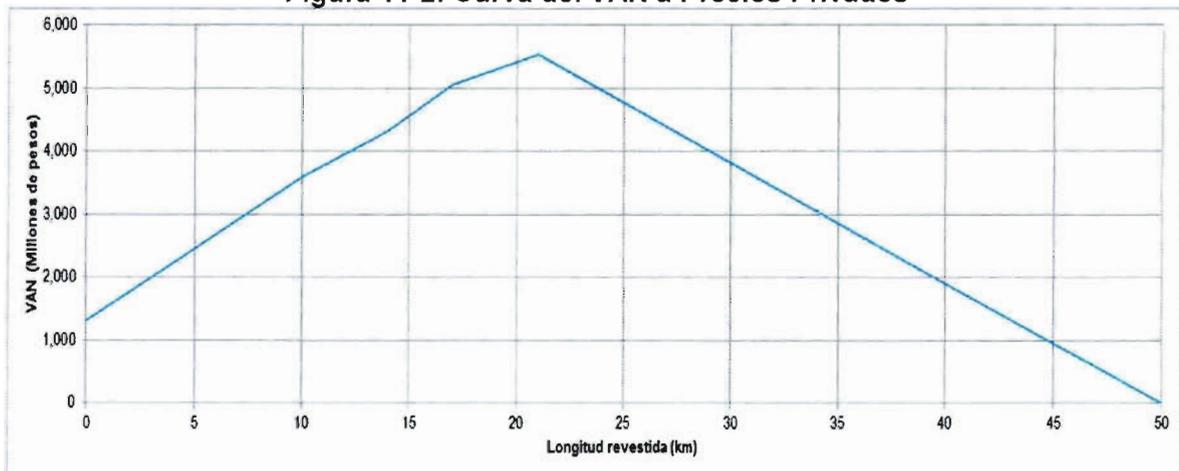
Del indicador TIR se desprende que, considerando una tasa de descuento del 12%, la inversión dejaría de ser atractiva al momento de invertir en un revestimiento con una longitud menor a 20 km. De los gráficos se puede observar que entre los 10 y los 20 km de revestimiento se encuentra el óptimo del proyecto, el cual solo se alcanzaría a tasas sociales (inversión del estado).

Figura 11-1: Curva del VAN a Precios Sociales



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11-2: Curva del VAN a Precios Privados



Fuente: Elaboración propia.

11.4.5 Tamaño Óptimo del proyecto

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

11.5 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 más 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.

11.6 INDICADORES ADICIONALES

11.6.1 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 11-46: 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

11.6.2 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 11-47: Ingreso per cápita

Situación	Número Agricultores	Ingreso per cápita (\$)	Incrementos %
Actual	614	3.822.884	0
Futura	614	8.069.869	111,1

11.6.3 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 11-48: Generación exportaciones (\$US)

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

11.6.4 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 11-49: Generación Impuestos

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

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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-costos, 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.

En la siguiente Tabla, se presenta la situación de mejoramientos proyectados y su ubicación por tramo de canal. De lo anterior, se puede visualizar que existen tramos con beneficios múltiples dependiendo el foco de mejoramiento que se requiere. En el caso del canal Villalón, se puede ver que todo el canal presenta algún tipo de problema que necesita ser solucionado, solo los tramos 1 y 2 presentan un grado de urgencia mayor.

Tabla 12-1: Tipo de Mejoramiento Considerado por Tramo de Canal (km)

		Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
1 OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO							
1.1	MANTENCIÓN DE OBRAS						
1.1.1	Mantenimiento compuertas	X	X		X	X	
1.1.2	Sellos de fondo	X	X	X	X	X	X
1.1.3	Reperfilamiento	X	X	X	X	X	X
1.1.4	Sifón El Ingenio		X				
1.2	SISTEMA CONTROL DE CAUDALES						
	No aplica						
1.3	CAPACIDAD HIDRÁULICA						
1.3.1	Operación normal	X					
1.4	REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN						
1.4.1	Revestimientos	X					
2 MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL							
2.1	TUNEL 4 - RETENCIÓN DE MATERIAL DE LADERA EN PORTAL DE ENTRADA						
2.1.1	Barrera de gaviones	X					
2.2	TUNEL 4 - REPARACIÓN DE FRACTURA EN PORTAL DE SALIDA						
2.2.1	Inyección de aditivo para reparación de fracturas	X					
	Prioridad	7	4	2	3	3	2

Teniendo en vista los resultados del estudio, este consultor recomienda lo siguiente:

- Continuar la ingeniería de mejoramientos del canal, a través de algún medio legal de modo de acelerar la ejecución de estas obras. Este canal es uno de los más antiguos de Chile y presenta pérdidas importantes, por lo cual urge realizar todos los mejoramientos indicados en este informe. Esto conlleva un aumento considerable de la seguridad de riego del sector.
- Introducir un sistema de selección de mejoramientos en función de la capacidad de pago de la asociación de regantes.
- Dar prioridad a la rehabilitación y mejoramiento de obras existentes por sobre la iniciación de obras nuevas de mayor envergadura, como por ejemplo reperfilamientos y sellos de fondo.
- Concentrar los esfuerzos en los tramos en donde se obtienen los mayores beneficios, como lo visualizado en tabla anterior.

- Fortalecer la labor del administrador y sus celadores, dado que actualmente cubren una gran área con pocos recursos humanos.
- Mantener el esquema de operación manual y a corto plazo incorporar telecontrol y tele medición de los caudales en diferentes tramos de manera de actuar en forma oportuna y preventiva ante contingencias o extracciones.
- Dar la posibilidad a los usuarios de coparticipar en la supervisión de la obra, por ejemplo designando a un profesional que acompañe periódicamente a los encargados de la construcción, con ello se evitarían discusiones por posibles fallas o problemas los cuales son traspasados a CNR o DOH finalmente.
- Que la asociación de canalistas identifique que mejoramientos pueden atraer aportes de privados de los propios usuarios y explotar la posibilidad de concesión, de manera de acelerar la ejecución de los trabajos. Incluso revisar otras alternativas que en este estudio se han analizado.
- Realizar talleres en asociación de canal de manera de realizar un plan para disminuir las extracciones ilegales existentes que se presentan en forma esporádica. En el transcurso de este estudio esta situación ha ido en aumento, por lo cual es un tema que debe ser abordado en conjunto con el gobierno regional.
- Difundir en talleres a la comunidad que el impacto ambiental del proyecto es ampliamente favorable, debido al mejoramiento del riego de los terrenos actualmente mal regados. Por otra parte, los impactos negativos debido a la construcción de las obras son pequeños, pues las obras nuevas van en su mayoría en laderas de cerro, compatible con la infraestructura de riego existente.