CNR-0404_V6

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL VILLALÓN

VOLUMEN 4: Anexos 7-8-9-11-12

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL VILLALÓN

Anexo 7

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-2000-GE-INF-002_C

INFORME CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CANAL VILLALÓN

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-0000-GE-INF-005**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	D. Solans	J. Lagos	P. Zuñiga D. Gonzalez	Coordinación Interna
	Fecha	27.08.14	27.08.14	27.08.14	
B	Nombre Firma	D. Solans	J. Lagos	P. Zuñiga D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.08.14	28.08.14	28.08.14	
C	Nombre Firma	C. Pardo	D. Solans / C. Sandoval	P. Zuñiga / D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

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

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

INFORME CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

2 OBJETIVOS Y ALCANCES 4

3 REFERENCIAS 4

4 CAMPAÑA DE PROSPECCIONES 5

4.1 GENERALIDADES 5

4.1.1 Calicatas 7

4.2 PROGRAMA DE ENSAYOS 9

4.2.1 Propiedades Índices 9

4.2.2 Ensayos In situ 12

5 PARAMETRIZACIÓN Y MONOGRAFÍA GEOTÉCNICA 13

6 DIAGNÓSTICO GEOTECNICO 18

6.1 RESUMEN 18

6.2 DESPRENDIMIENTOS SUPERFICIALES 19

6.3 FILTRACIONES EN SECTORES DE QUEBRADAS 20

7 CONCLUSIONES 22

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A: Informe Calicatas Canal Villalón DPI

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1: Resumen de Información de Calicatas..... 7
Tabla 4-2:Resultados análisis granulométricos..... 9
Tabla 4-3: Resultados ensayos de densidad in situ 12
Tabla 5-1: Monografía geológica – geotécnica canal Villalón..... 14
Tabla 5-2: Rangos representativos ángulos de fricción distintos materiales. (Ref. 5)..... 16
Tabla 5-3: Rangos representativos permeabilidades para distintos materiales. (Ref. 5) 16
Tabla 5-4: Parámetros geotécnicos nivel ingeniería de prefactibilidad. 17

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1: Ubicación de Prospecciones canal Villalón 6
Figura 4-2: Distribución granulométrica canal Villalón..... 12
Figura 5-1: Sectorización del canal Villalón..... 13
Figura 6-1: Ubicación canal Villalón (el canal Villalón se indica en trazo blanco) 18

LISTADO DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 6-1: Desprendimientos superficiales, sector embalse Recoleta. 19
Fotografía 6-2: Desprendimientos superficiales, sector Sifón Qda. El Ingenio. 19
Fotografía 6-3: Desprendimientos superficiales, sector interior Cerrillos de Tamaya. 20
Fotografía 6-4: Filtraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya. 21
Fotografía 6-5: Filtraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya. 21

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto Mejoramiento del Canal Villalón, la Comisión Nacional de Riego (CNR), ha solicitado el apoyo de Arcadis Chile (ARCADIS) para el estudio geológico-geotécnico del trazado del canal ubicado en la IV Región de Coquimbo, Provincia de Limarí. El canal se encuentra en las cercanías de la ciudad de Ovalle, localizado a 86 km de La Serena y 412 km de Santiago.

El canal Villalón posee una longitud aproximada de 48 km y su caudal de diseño es de 6 m^3/s. Se abastece de las aguas del río Hurtado, las cuales distribuye a una superficie de riego estimada de aproximadamente 3.700 ha distribuida en a lo menos 2.250 usuarios.

En este informe se presenta un modelo geológico-geotécnico del terreno de fundación del canal a partir de las exploraciones de terreno y de la interpretación y análisis de resultados de los ensayos in situ y de laboratorio efectuados como parte de la ingeniería de prefactibilidad.

2 OBJETIVOS Y ALCANCES

El objetivo del presente informe es entregar una descripción y caracterización de las unidades de suelos presentes a lo largo del trazado del canal Villalón. Con este propósito, Arcadis ha desarrollado un análisis geológico-geotécnico basado en la interpretación y análisis de la información obtenida a partir de visitas a terreno por parte de especialistas, excavación de calicatas, ensayos in-situ y ensayos de laboratorio efectuados en muestras obtenidas en terreno. Adicionalmente, se presentan los principales problemas geotécnicos detectados durante el recorrido del canal.

3 REFERENCIAS

Para la elaboración de este informe se tuvo a la vista los siguientes antecedentes:

Ref. 1 **ARCADIS Chile** (2014). Visita a terreno N°1 realizada entre los días 24 y 26 de Junio de 2014.

Ref. 2 **ARCADIS Chile** (2014). Informes diarios de actividades en terreno.

Ref. 3 **ARCADIS Chile** (2014). Informe N° 4184-000-GO-INF-005 "Caracterización Geológica Canal Villalón".

Ref. 4 DPI (2014). Ensayos canal Villalón.

Ref. 5 Look, B (2007): "Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables". Taylor & Francis. Balkema.

4 CAMPAÑA DE PROSPECCIONES

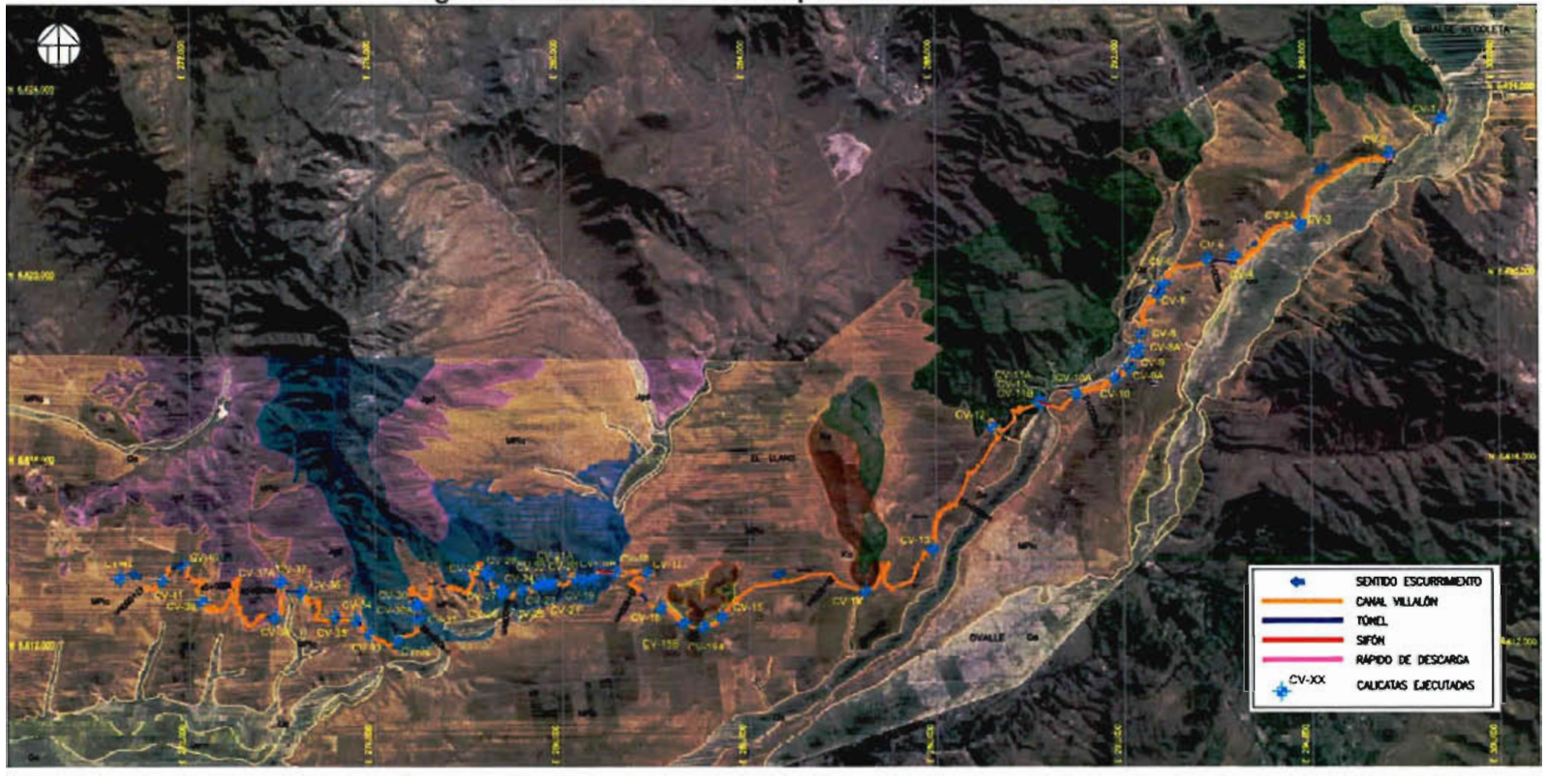
4.1 GENERALIDADES

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 las siguientes actividades:

- 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 4-1, 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 4-1: Ubicación de Prospecciones canal Villalón



4.1.1 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 4-1 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. La excavación de las calicatas, su respectiva descripción estratigráfica y ensayos de densidad in situ estuvo a cargo de la empresa DPI en calidad de subcontrato de Arcadis. La descripción estratigráfica y registro fotográfico de las calicatas se presenta en el Anexo A.

Tabla 4-1: Resumen de Información de Calicatas.

Calicata	Coordenadas UTM (WGS84)		Km Canal	Profundidad (m)	Profundidad Nivel Freático (m)	Observaciones
	Este	Norte				
CV-01	298.761	6.623.462	N/A	1,7	No se detecta	roca
CV-02	297.668	6.622.703	0,1	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-03	295.781	6.621.195	2,6	0,7	No se detecta	roca
CV-03A	295.761	6.621.179	2,7	0,6	No se detecta	roca
CV-04	294.370	6.620.500	4,5	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-05	293.879	6.620.434	5,0	2,0	No se detecta	clastos al fondos
CV-06	292.861	6.619.910	6,3	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-07	292.741	6.619.684	6,6	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-08	292.374	6.618.822	7,7	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-08A	292.321	6,618.558	8,1	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-09	292.248	6.618.397	8,2	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-09A	292.117	6.618.092	8,7	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-10	291.822	6.617.850	9,1	3,0	No se detecta	clastos al fondos
CV-10A	291.007	6.617.497	10,7	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-11	290.208	6.617.361	11,2	0,4	No se detecta	roca
CV-11A	290.199	6.617.363	11,2	0,8	No se detecta	roca
CV-11B	290.214	6.617.333	11,2	1,0	No se detecta	roca
CV-12	289.200	6.616.805	13,1	2,1	No se detecta	roca
CV-13	287.915	6.614.166	16,4	2,5	No se detecta	suelo natural
CV-14	286.482	6.613.254	19,2	2,5	No se detecta	suelo natural
CV-15	283.406	6.612.704	22,7	3,0	No se detecta	suelo natural

Calicata	Coordenadas UTM (WGS84)		Km Canal	Profundidad (m)	Profundidad Nivel Freático (m)	Observaciones
	Este	Norte				
CV-15A	283.018	6.612.480	23,2	1,2	No se detecta	relleno
CV-15B	282.600	6.612.571	23,6	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-16	282.105	6.612.891	24,2	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-17	281.816	6.613.642	27,9	4,0	No se detecta	suelo natural
CV-18	281.135	6.613.667	26,7	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-18A	280.670	6.613.544	27,2	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-19	280.465	6.613.481	27,4	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-20	280.280	6.613.521	27,7	2,6	No se detecta	roca
CV-21	279.697	6.613.415	28,5	1,0	No se detecta	roca
CV-21A	279.776	6.613.421	28,6	1,4	No se detecta	roca
CV-22	279.632	6.613.415	28,7	1,8	No se detecta	roca
CV-23	279.561	6.613.392	28,8	1,3	No se detecta	roca
CV-24	279.447	6.613.387	29,0	2,0	No se detecta	roca
CV-25	279.137	6.613.279	29,6	1,4	No se detecta	roca
CV-26	278.737	6.613.182	30,1	1,0	No se detecta	roca
CV-27	278.677	6.613.299	30,3	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-28	278.424	6.613.587	30,8	1,4	No se detecta	clastos al fondos
CV-29	278.393	6.613.686	30,9	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-30	276.880	6.612.977	34,4	0,8	No se detecta	roca
CV-30A	276.877	6.612.936	34,4	1,1	No se detecta	roca
CV-31	276.886	6.612.656	34,7	2,45	No se detecta	clastos al fondos
CV-32	276.473	6.612.194	35,6	1,2	No se detecta	roca
CV-32A	276.426	6.612.163	35,7	1,5	No se detecta	suelo natural
CV-33	275.858	6.612.337	36,4	1,5	No se detecta	roca
CV-34	275.586	6.612.625	36,9	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-35	275.142	6.612.708	37,6	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-36	274.410	6.613.237	39,2	2,0	No se detecta	clastos al fondos
CV-37	273.993	6.613.433	39,7	0,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-37A	273.949	6.613.431	39,8	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-38	273.847	6.612.673	40,7	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-39	272.269	6.613.040	44,2	3,0	No se detecta	suelo natural
CV-40	271.849	6.613.820	45,8	1,5	No se detecta	clastos al fondos
CV-41	271.396	6.613.486	46,4	2,5	No se detecta	suelo natural
CV-42	270.478	6.613.528	N/A	2,5	No se detecta	suelo natural

4.2 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.

4.2.1 Propiedades Índices

El resumen de los resultados de los ensayos granulométricos efectuados sobre las muestras extraídas de las calicatas se presentan en la Tabla 4-2. 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 4-2:Resultados análisis granulométricos.

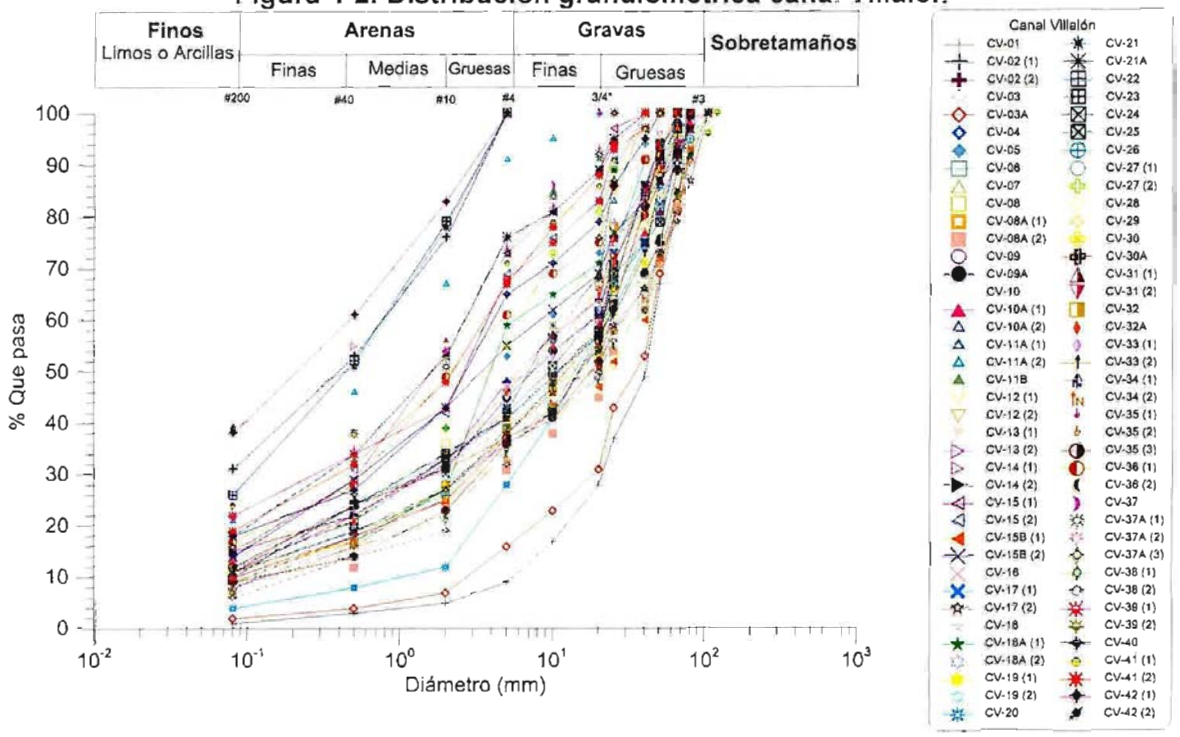
Identificación Muestra	Tipo Muestra	Profundidad (m)		Clasificación completa							
		Inicio	termino	% Sobretamaño	% Gravas	% Arenas	% Finos	Peso Específico, Gs	Límite Líquido, LL (%)	Índice de Plasticidad, IP (%)	Clasificación USCS
CV-01	Suelo	0.60	1.80	0	91	8	1	2.71	17.0	NP	GW
CV-02 (1)	Suelo	0.10	0.70	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

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-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
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

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-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
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 4-2 se presentan las curvas de distribución granulométrica de acuerdo a los resultados de la Tabla 4-2

Figura 4-2: Distribución granulométrica canal Villalón



4.2.2 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 4-3. El detalle de estos ensayos se presenta en Anexo A.

Tabla 4-3: Resultados ensayos de densidad in situ

Calicata	Profundidad de ensayo (m)	Densidad Húmeda, $\gamma\omega$ (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

Calicata	Profundidad de ensayo (m)	Densidad Húmeda, $\gamma\omega$ (t/m^3)
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

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 la Figura 5-1 y Tabla 5-1

Figura 5-1: Sectorización del canal Villalón



Tabla 5-1: 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	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. 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.
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 CV-17 CV-18 CV-18A CV-19 CV-20 CV-21 CV-21A CV-22 CV-23 CV-24	N/O	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. 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 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	N/O	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. 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

Sector	Desde	Hasta	Longitud del tramo (m)	Calicatas	Prof. Nivel Freático	Descripción
				CV-32 CV-33 CV-34 CV-35 CV-36 CV-37 CV-37A CV-38 CV-39 CV-40 CV-41 CV-42		estrato de gravas areno limosas. 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.

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/m^2 (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 suelo 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 5-2.

Tabla 5-2: Rangos representativos ángulos de fricción distintos materiales. (Ref. 5)

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	Loose	
Sands	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 5-3 se presentan valores típicos reportados en la literatura técnica de acuerdo al sistema USCS.

Tabla 5-3: Rangos representativos permeabilidades para distintos materiales. (Ref. 5)

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}
Sands	Well graded	SW	10^{-5} to 10^{-3}
	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 5-4:

Tabla 5-4: 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.

6 DIAGNÓSTICO GEOTECNICO

6.1 RESUMEN

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.

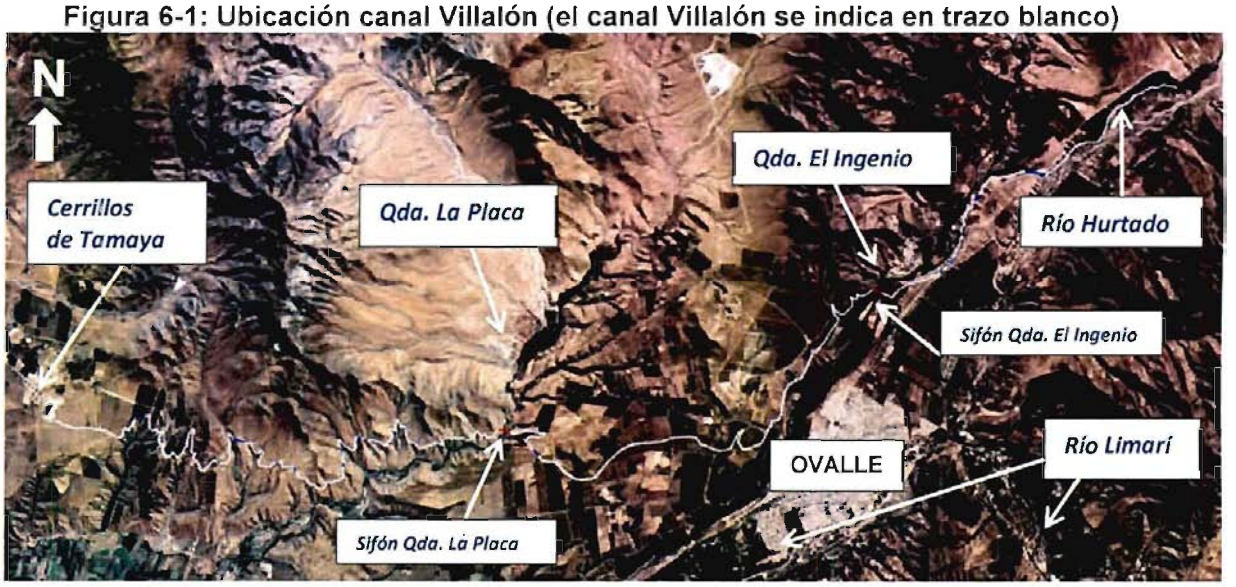
Los tramos en túneles fueron analizados en el informe de Inspección "Geológico - Geotécnica de túneles del canal Villalón".

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 6-1 se presenta una ubicación del trazado del canal, con distintos lugares de referencia donde se localizan los aspectos geotécnicos a considerar.

Figura 6-1: Ubicación canal Villalón (el canal Villalón se indica en trazo blanco)



6.2 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.

Fotografía 6-1: Desprendimientos superficiales, sector embalse Recoleta.



* Fuente: Elaboración Propia

Fotografía 6-2: Desprendimientos superficiales, sector Sifón Qda. El Ingenio.

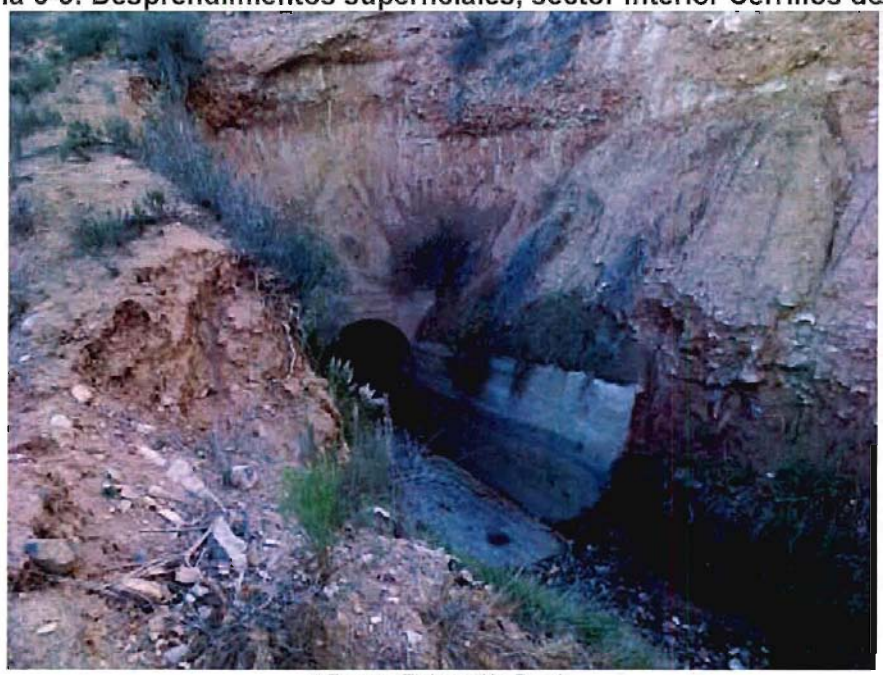


* Fuente: Elaboración Propia

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.

Fotografía 6-3: Desprendimientos superficiales, sector interior Cerrillos de Tamaya.



* Fuente: Elaboración Propia

6.3 FILTRACIONES EN SECTORES 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.

Fotografía 6-4: Filtraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya.



* Fuente: Elaboración Propia

Fotografía 6-5: Filtraciones, sector interior Cerrillos de Tamaya.



* Fuente: Elaboración Propia

7 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.

ANEXO A
INFORME CALICATAS CANAL VILLALÓN DPI

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO A – CALICATAS CANAL VILLALÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	DPI Ltda	J. Lagos	P. Zuñiga / D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.08.14	28.08.14	28.08.14	
C	Nombre Firma	DPI Ltda	D. Solans / C. Sandoval	P. Zuñiga / D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

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

INDICE

1.0 ANTECEDENTES 3

2.0 ALCANCE DE LOS SERVICIOS 4

3.0 CANAL VILLALON 5

3.1 ESTUDIO ESTRATIGRAFICO EN CANAL VILLALON 10

3.2 ENSAYOS DE DENSIDAD EN CANAL VILLALON 93

3.4 ANALISIS DE LABORATORIO 104

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

1.0 ANTECEDENTES

ARCADIS CHILE se encuentra evaluando para la Comisión Nacional de Riego, CNR, del Ministerio de Agricultura, las características geotécnicas del sector en el cual se desarrolla el canal Villalón ubicado en el valle Limarí, en la IV Región de Coquimbo.

Se pretende de esta manera dimensionar los principales problemas geotécnicos existentes en el trazado de este canal, el cual se encuentra asociado a pérdidas conductivas, infiltraciones y faltas de nuevas obras de seguridad que permitan optimizar los caudales transportados y a la vez aumentar las superficies de riego.

El canal Villalón ubicado en el valle del Limarí, IV región de Coquimbo, se extiende por cerca de 50km y se encuentra asociado a los embalses Recoleta, Paloma y Cogotí. En su trazado se ejecutaron 54 calicatas.

La siguiente figura muestra el trazado del canal Villalón también en la zona central del valle.



A continuación se entregan los datos obtenidos del estudio a través de calicatas desarrolladas en el trazado del canal.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

2.0 ALCANCE DE LOS SERVICIOS

De acuerdo con lo solicitado por ARCADIS CHILE, los servicios realizados por DPI Ltda fueron los siguientes:

- 54 calicatas en Canal Villalón.
- Ensayos de densidad in situ.
- Muestreo en cada calicata de los estratos más representativos.
- Traslado de muestras al laboratorio.
- Determinación de Porcentaje de Humedad y Densidad seca en laboratorio.
- Procesamiento y análisis de los resultados obtenidos y su interpretación.
- Elaboración de un informe final.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.0 CANAL VILLALON

Los trabajos realizados en las cercanías del canal Villalón, se localizaron en los alrededores de la Comuna de Ovalle, IV Región, Coquimbo.

A continuación se resume en varias tablas su ubicación, en coordenadas UTM y la profundidad alcanzada para cada una de ellas.

N° CALICATAS	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CV01	0298761	6623462
CV02	0297668	6622703
CV03	0295781	6621195
CV03A	0295761	6621179
CV04	0294370	6620500
CV05	0293879	6620434
CV06	0292861	6619910
CV07	0292741	6619684
CV08	0292374	6618822
CV08A	0292321	6618558
CV09	0292248	6618397
CV09A	0292117	6618092
CV10	0291822	6617850
CV10A	0291007	6617497

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

CV11	0290208	6617361
CV11A	0290199	6617363
CV11B	0290214	6617333
CV12	0289200	6616805
CV13	0287915	6614166
CV14	0286482	6613254
CV15	0283406	6612704
CV15A	0283018	6612480
CV15B	0282600	6612571
CV16	0282105	6612891
CV17	0281816	6613642
CV18	0281135	6613667
CV18A	0280670	6613544
CV19	0280465	6613481
CV20	0280280	6613521
CV21	0279697	6613415
CV21A	0279776	6613421
CV22	0279632	6613415
CV23	0279561	6613392
CV24	0279447	6613387
CV25	0279137	6613279
CV26	0278737	6613182
CV27	0278677	6613299
CV28	0278424	6613587
CV-29	0278393	6613686

LTDA dpi@dpiltd.c: FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

CV-30	0276880	6612977
CV-30A	0276877	6612936
CV31	0276886	6612656
CV32	0276473	6612194
CV32A	0276426	6612163
CV 33	0275858	6612337
CV34	0275586	6612625
CV35	0275142	6612708
CV36	0277410	6613237
CV37	0273993	6613433
CV37A	0273949	6613431
CV 38	0273847	6612673
CV39	0272269	6613040
CV40	0271849	6613820
CV41	0271396	6613486
CV 42	0270478	6613528

Tabla 5. Coordenadas de las calicatas realizadas en Canal Villalón.

Nº de Calicata	Profundidad alcanzada (m)
CV01	1,7
CV02	3,0
CV03	0,7
CV03A	0,6
CV04	3,0
CV05	2,0

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

CV06	1,5
CV07	3,0
CV08	3,0
CV08A	3,0
CV09	3,0
CV09A	3,0
CV10	3,0
CV10A	3,0
CV11	0,4
CV11A	0,8
CV11B	1,0
CV12	2,1
CV13	2,5
CV14	2,5
CV15	3,0
CV15A	1,2
CV15B	3,0
CV16	3,0
CV17	4,0
CV18	3,0
CV18A	3,0
CV19	3,0
CV20	2,6
CV21	1,0
CV21A	1,4

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

CV22	1,8
CV23	1.25
CV24	2,0
CV25	1,4
CV26	1,0
CV27	3,0
CV28	1,4
CV-29	1,5
CV-30	0,8
CV-30A	1,1
CV31	2,5
CV32	1,2
CV32A	1,5
CV 33	3,0
CV34	3,0
CV35	2,0
CV36	0,5
CV37	1,5
CV37A	3,0
CV 38	3,0
CV39	1,5
CV40	2,5
CV41	2,5
CV 42	2.5
TOTAL METROS EXCAVADOS	**112.60**

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Tabla 6. Profundidad máxima alcanzada en cada calicata correspondiente al Canal Villalón.

3.1 ESTUDIO ESTRATIGRAFICO EN CANAL VILLALON

En cada calicata se ha realizado una descripción estratigráfica y una toma de muestras correspondiente a cada horizonte identificado.

Para determinar e identificar estructuras, horizontes y texturas del suelo, los criterios han sido los siguientes:

- Identificación geológica del material.
- Color, identificación y variación de este con la profundidad (sin utilización de tabla Munsell).
- Medida y variación de la consistencia/compacidad de los materiales en profundidad.
- Uniformidad/gradación del material.
- Forma-angulosidad.
- Medida y variación de la plasticidad, si existieran arcillas.
- Presencia de materia orgánica.
- Presencia de arcillas.
- Presencia de cementaciones.
- Presencia de agua.

A continuación se entrega una descripción detallada de los datos obtenidos a modo de tabla, junto con un resumen de las imágenes tomadas correspondientes a la pared Norte de cada calicata.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 01	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este02987 Norte 616623462	**Prof. (metros)**	1.70

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.45 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café.Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas angulares. Humedad muy baja, compacidad media, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: arena 45%, limo 35%, grava 10%, bolones 10%.
De 0.45 a 1.70 m.se roca descompuesta y fracturada. Color café rojizo. Se observa una arena limosa de manera pelicular. Humedad baja, dureza alta, plasticidad nula, cementación baja. Granulometría estimada: roca muy fracturada 70%, arena limosa cementada 30%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



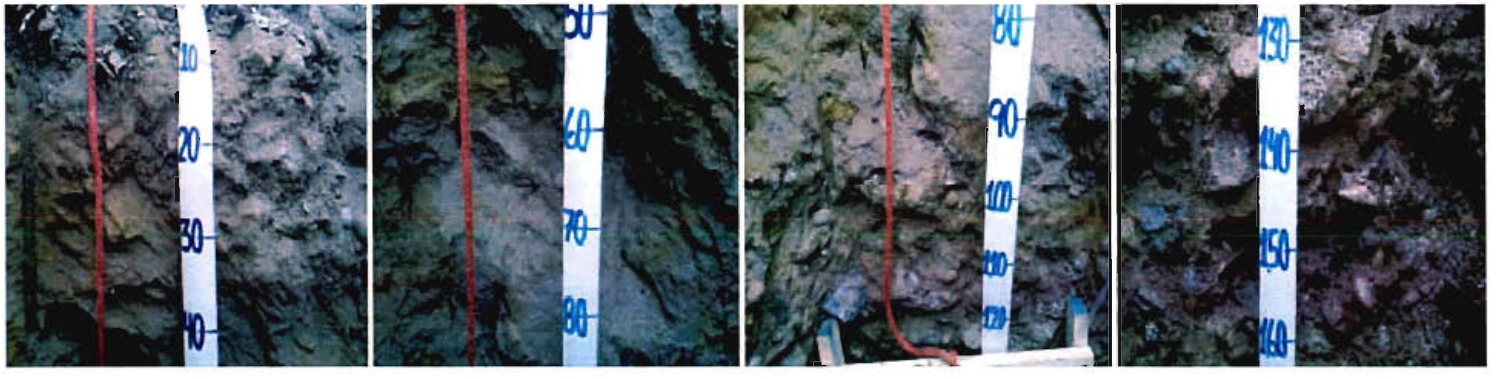
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 02	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0297668 Norte 6622703	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00m Arenas limoarcillosas con presencia de gravas, bolones y arcilla. Bien graduadas. Tamaño máximo de partícula de 4", partículas redondeadas, subredondeadas y angulares. Humedad alta, compacidad alta, plasticidad media, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 25%, grava 10%, bolón 5%, arcilla 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



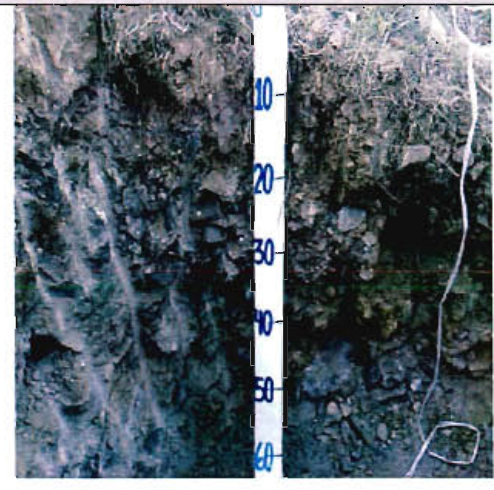
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 03	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0295781 Norte 6621195	Prof. (metros)	0.70

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.70m. Gravas (roca muy fracturada) arenolimosas con presencia de bolones. Se observan raicillas. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas subangulares. Humedad muy baja, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas75%, limo 20%, bolón 5%. En el fondo de la calicata se observa roca muy fracturada.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



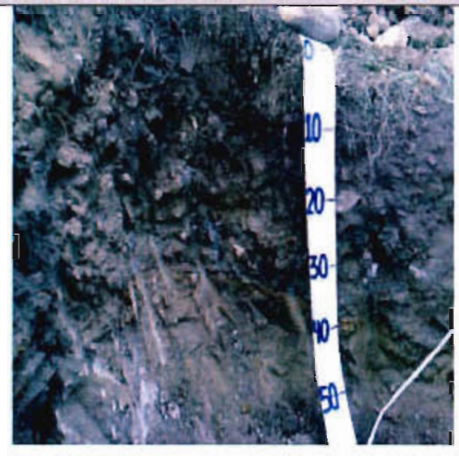
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 03A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0295761 Norte 6621179	Prof. (metros)	0.60

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m Limo arenoso con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas, Se observan raicillas. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 6" y partículas subredondeadas, subangulares. Humedad muy baja, compacidad media-alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: limo 35%, arena 35%, gravas 20%, bolón 10%. Presencia de rocas fracturadas.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 04	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0294370 Norte 6620500	Prof. (metros)	3.00

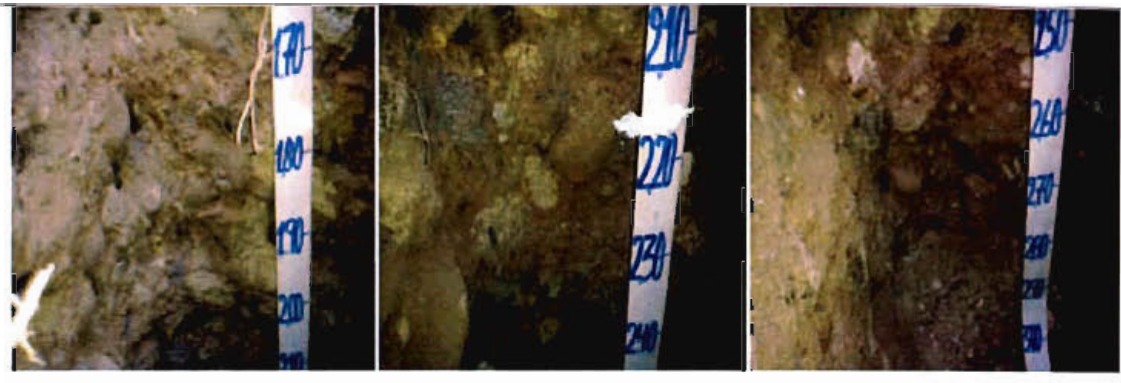
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00m Gravas arenolimosas con presencia de arcilla, gravas, bolones. Mal graduadas. Se observan raicillas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas subangulares. Humedad baja, compacidad alta, plasticidad media, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 40%, arena 35%, limo 15%, arcilla 5%, bolón 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



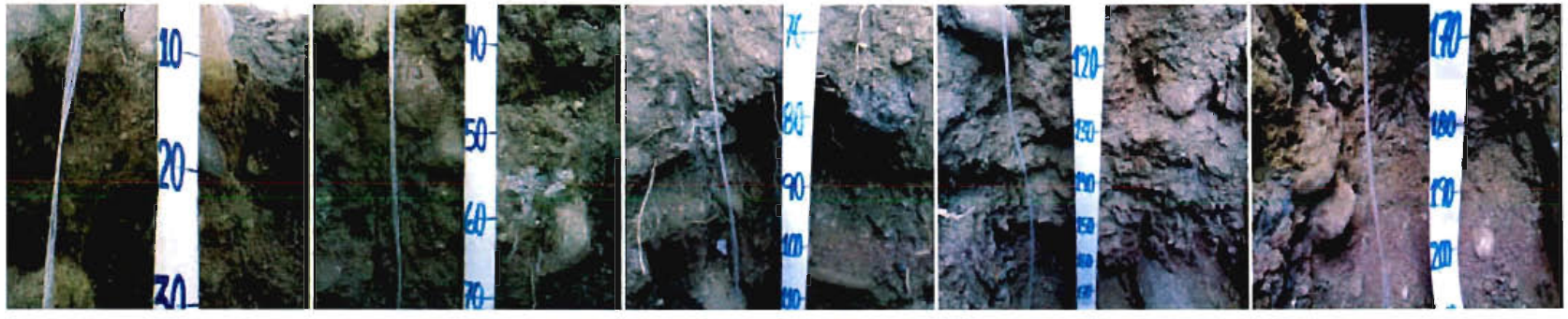
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 05	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0293879 Norte 6620434	**Prof. (metros)**	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Se observan raicillas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 9", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad media a alta, compacidad media, plasticidad nula, cementación nula.
De 0.40 a 2.00 m Gravas arenolimosas y algo de arcilla dispersa. Se mantiene la presencia de arcilla. Mal graduadas. Tamaño máximo de partícula de 9", partículas subredondeadas. Humedad media-alta, compacidad alta, plasticidad media, cementación nula.
Granulometría estimada: gravas 40%, arena 25%, finos (limo y arcilla) 25%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



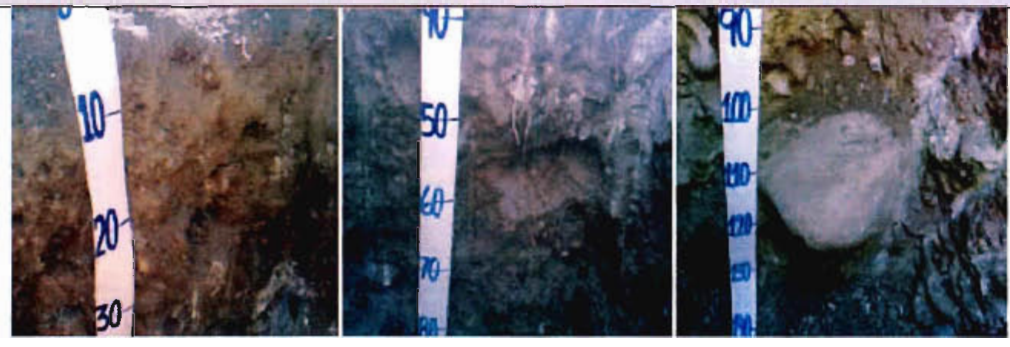
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 06	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0292861 Norte 6619910	Prof. (metros)	1.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.30 m Arenas limosa con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 9", partículas subredondeadas. Humedad baja, compacidad baja, plasticidad nula, cementación nula: Granulometría estimada: arena 45%, limo 35%, gravas 15%, bolones 5%.
De 0.30 a 1.50 m. Gravas arenolimosas. Mal graduadas. Color café amarillento a grisáceo. Se mantiene la presencia de raicillas. Tamaño máximo de partícula de 17, partículas redondeadas y subredondeadas. Algunas clastos parecen descompuestos (clastos de granito meteorizados). Humedad baja, compacidad alta, plasticidad baja, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 25%, limo 25%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



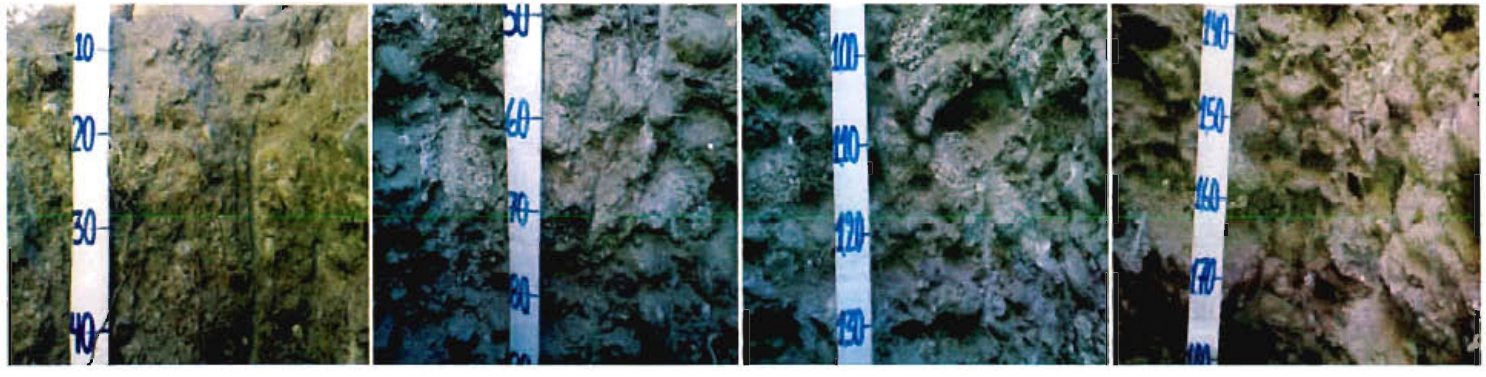
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 07	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0292741 Norte 6619684	**Prof. (metros)**	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Se observan raicillas. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 11", partículas subredondeadas y redondeadas. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad de media a alta, consistencia media a alta, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 40%, arena 30%, limo 20%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 08	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0292374 Norte 6618822	**Prof. (metros)**	3.00

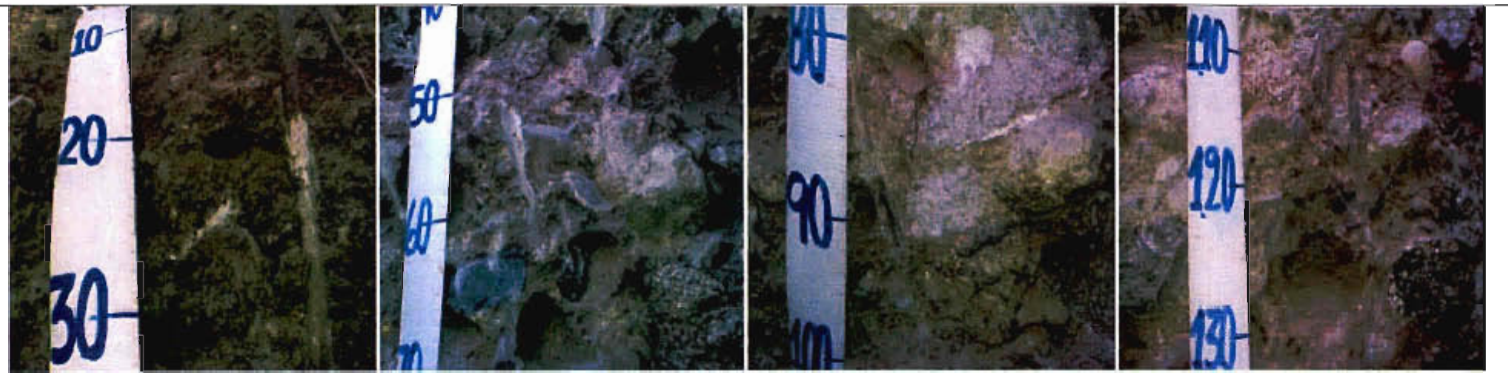
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. De color gris blanquecino a café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas subredondeadas. Humedad baja, plasticidad baja, compacidad media a alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 45%, limo 25%, gravas 20%, bolones 10%.

De 0.60 a 3.00 m Gravas arenolimosas y bolones. Mal graduadas. Color café claro. Se mantiene la presencia de raicillas. Tamaño máximo de partícula de 18", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, consistencia. Cementación nula. Granulometría estimada: gravas 60%, arena 20%, limo 10%, bolones 10%,

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 08A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0292321 Norte 6618558	**Prof. (metros)**	3.00

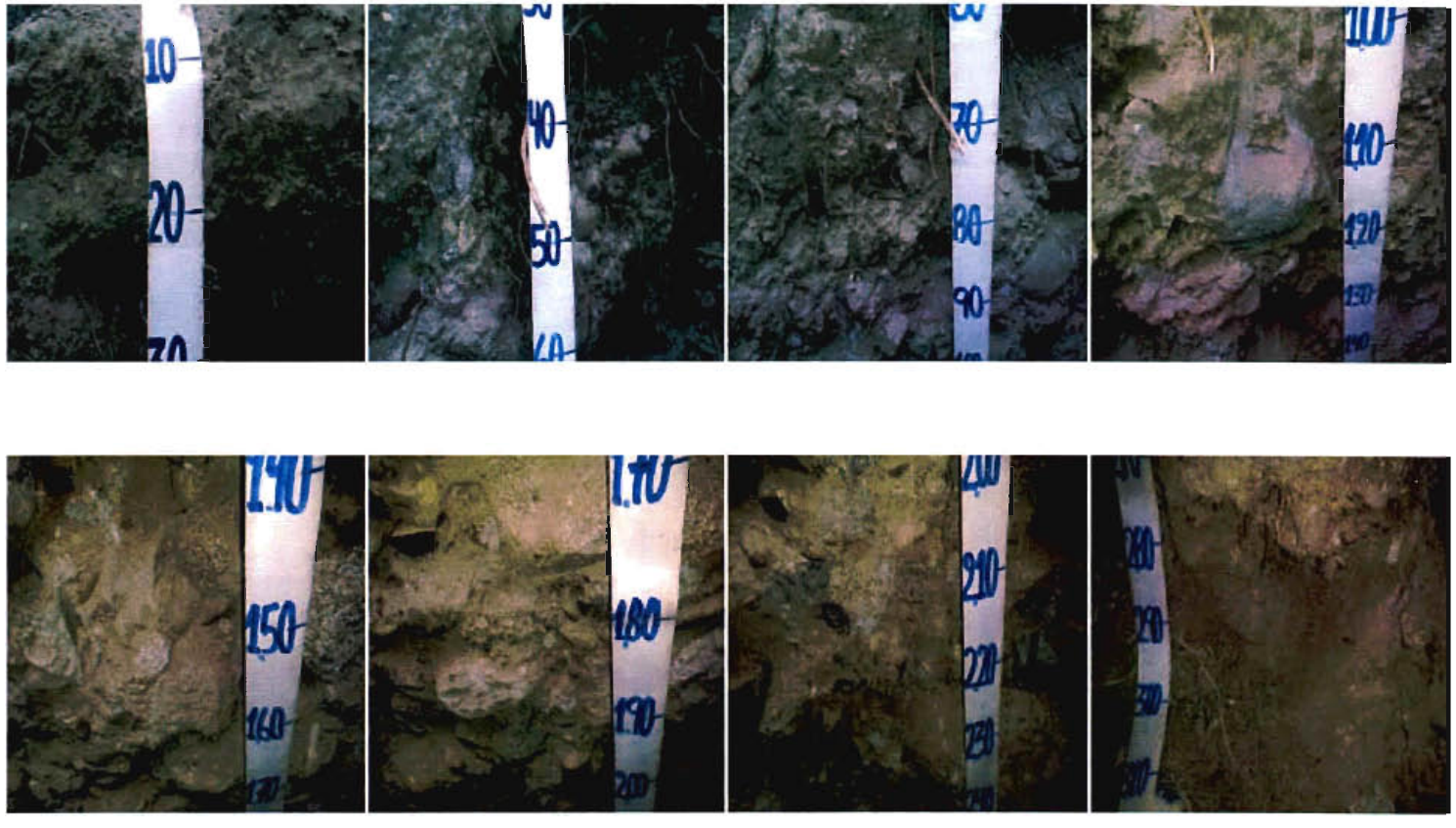
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m Arenas limosas con gravas y bolones. Mal graduadas. Color gris blanquecino a café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo 3", partículas subredondeadas. Humedad baja, plasticidad baja, compacidad media a alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 45%, limo 25%, gravas 20%, bolones 10%.

De 0.60 a 3.00 m Gravas arenolimosas y bolones mal graduados color café claro. Hay raicillas. Tamaño máximo18", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, consistencia. Cementación nula. Granulometría estimada: gravas 60%, arena 20%, limo 10%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 09	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0292248 Norte 6618397	Prof. (metros)	3.00

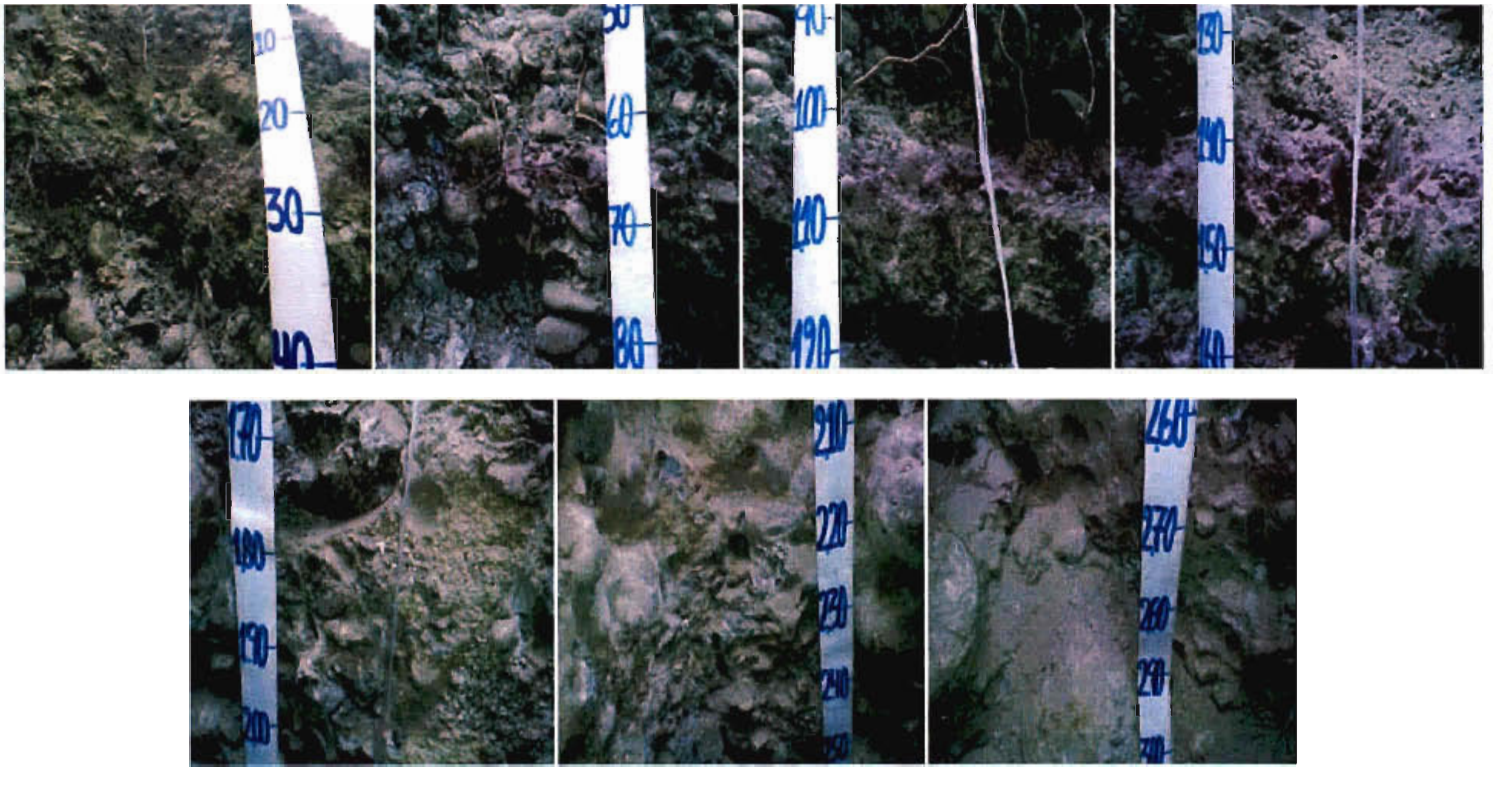
Descripción estratigráfica

D 0.00 a 1.00 Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Se observan raicillas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas subredondeadas. Humedad baja, compacidad media, cementación nula, plasticidad nula. Granulometría estimada: arena 50%, gravas 35%, limo 15%.

De 1.00 a 3.00 m. Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Se mantiene la presencia de raicillas. Color café claro a grisáceo. Tamaño máximo de partícula de 11", partículas redondeadas y subredondeadas. Clastos meteorizados. Humedad bjaa, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 15%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

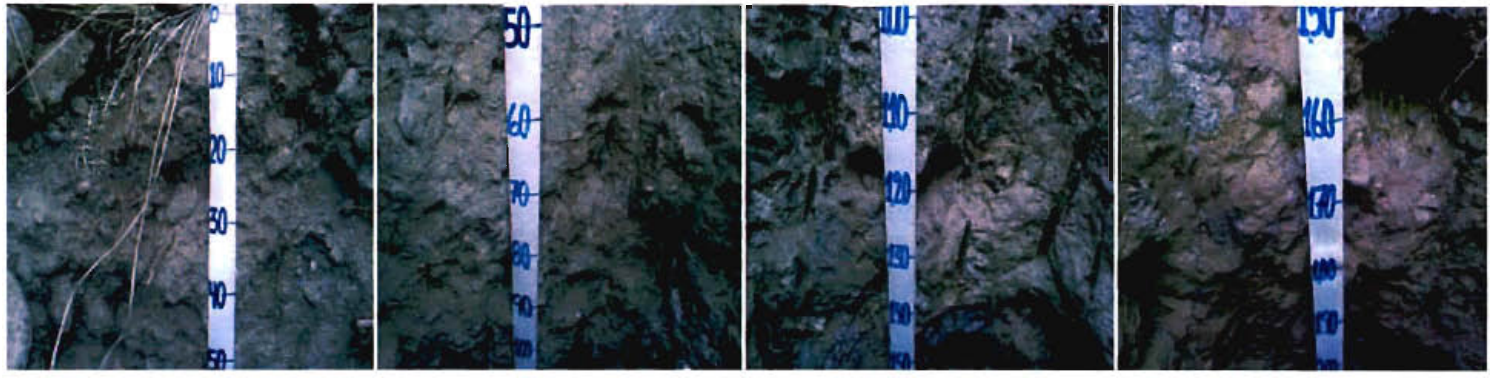
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 09A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0292117 Norte 6618092	Prof. (metros)	3.00

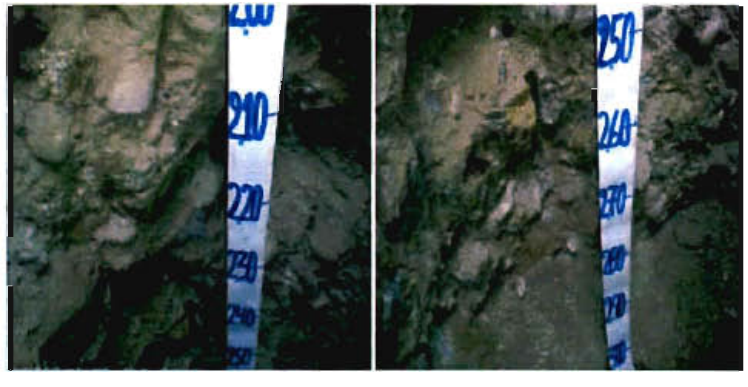
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Se observan raicillas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas subredondeadas. Humedad baja, compacidad media, cementación nula, plasticidad nula. Granulometría estimada: arena 50%, gravas 35%, limo 15%.
Desde 0.40 a 3.00 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Bien graduadas. Color café. Tamaño máximo de 8", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: arena 85%, limo 15%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45





LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 10	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0291822 Norte 6617850	**Prof. (metros)**	2.80

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 2.80m Gravas arenolimosas y bolones dispersos. Mal graduadas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 14", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja a media, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 30%, limo 15%, bolones10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

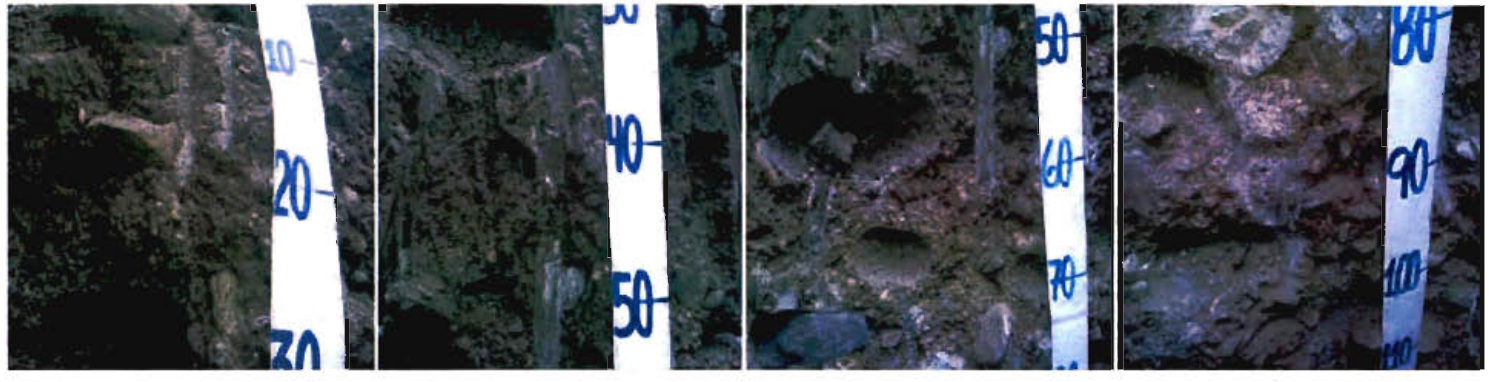
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

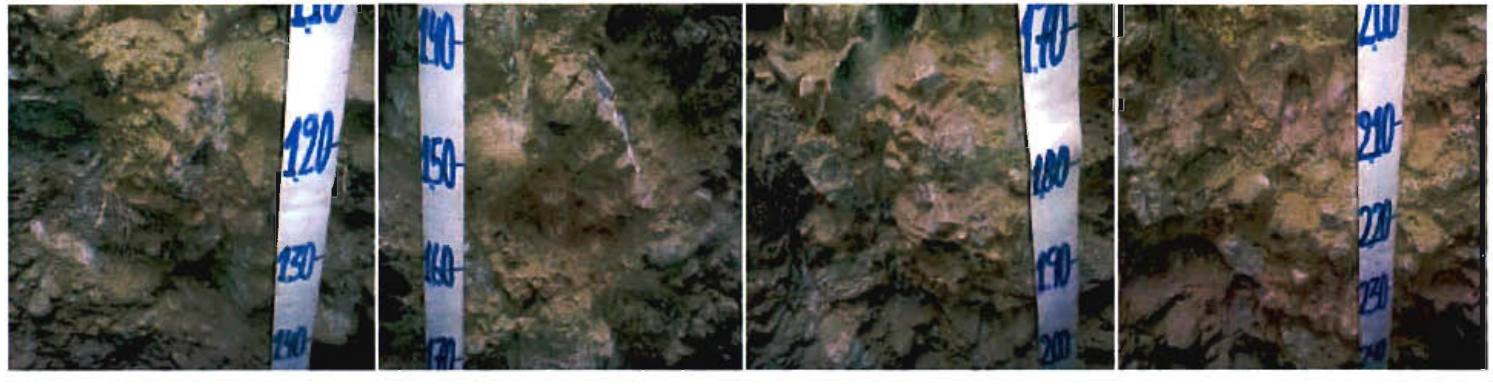


LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 10A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0291007 Norte 6617497	Prof. (metros)	3.00
Descripción estratigráfica							
De 0.00 a 3.00 Gravas arenolimosas con bolones dispersos. Mal graduadas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 21", partículas redondeadas y subredondeadas y clastos meteorizados. Se observan raicillas hasta los 0.40 m de profundidad. Humedad baja, compacidad media a alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 55%, arena 25%, limo 15%, bolones 5%.							
Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata							

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45





LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 11	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0290208 Norte 6617361	Prof. (metros)	0.40
Descripción estratigráfica							

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

De 0.00 a 0.40 Arenas limosas con gravas dispersas. Se observan raicillas. Color café claro. Compacidad media, humedad baja, plasticidad nula, cementación nula. Roca en el fondeo de la calicata, se detiene la excavación a los 0.40 m de profundidad.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



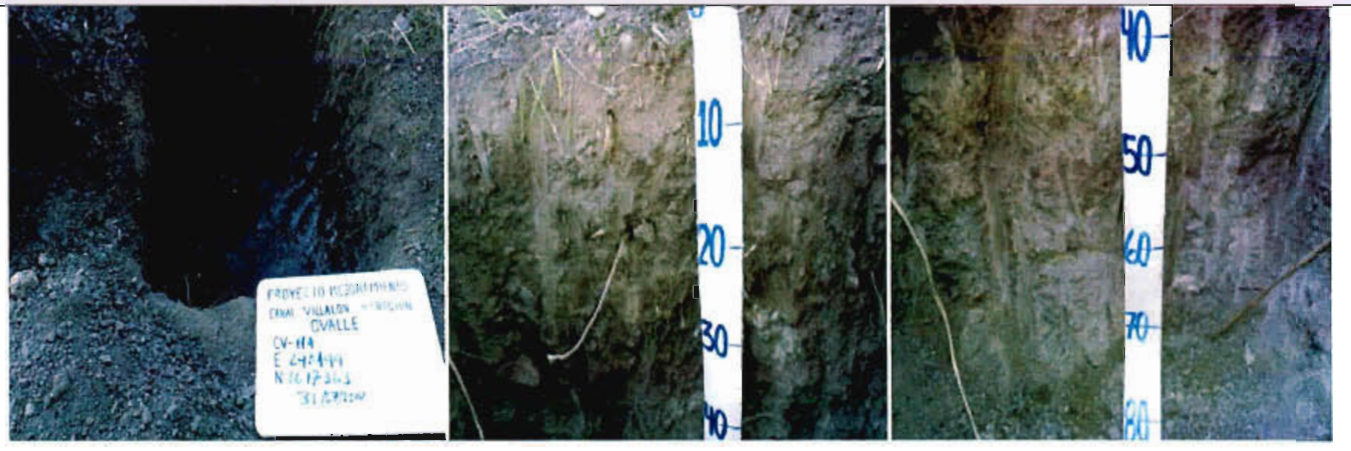
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 11A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0290199 Norte 6617363	Prof. (metros)	0.80

Descripción estratigráfica

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

De 0.00 a 0.40 m Limo arenosos con presencia de gravas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 2", partículas subredondeadas. Consistencia alta, humedad baja, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: limo 45%, arena 40%, gravas 15%.
De 0.40 a 0.80 m Roca, arenisca. Dureza alta. En algunas zonas se observa de manera dispersa arena limosa. Color café claro. Humedad baja, cementación baja, plasticidad nula. Granulometría estimada: roca 40%, limo 25%, arena 35%. En el fondo se observa roca meteorizada.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



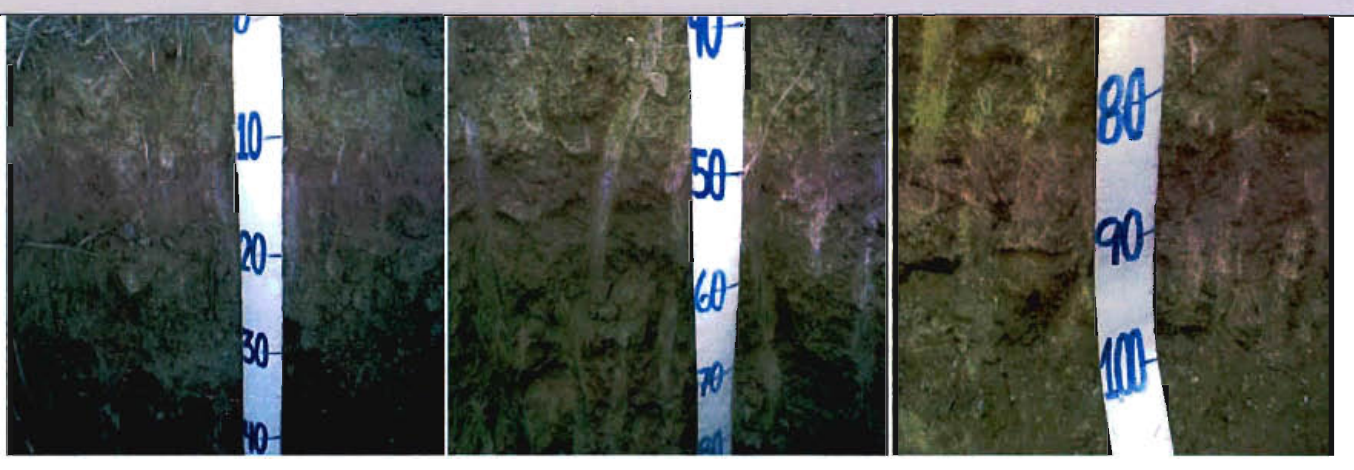
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 11B	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0290214 Norte 6617333	Prof. (metros)	1.00

Descripción estratigráfica

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

De 0.00 a 1.00m Arenas limosas con presencia de gravas y formación rocosa en algunos intervalos. Mal graduadas. Se observan raicillas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 1", partículas subangulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 40%, limo 30%, roca 20%, gravas 10%. En el fondo se observa roca descompuesta.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 12	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0289200 Norte 6616805	Prof. (metros)	2.10
Descripción estratigráfica							

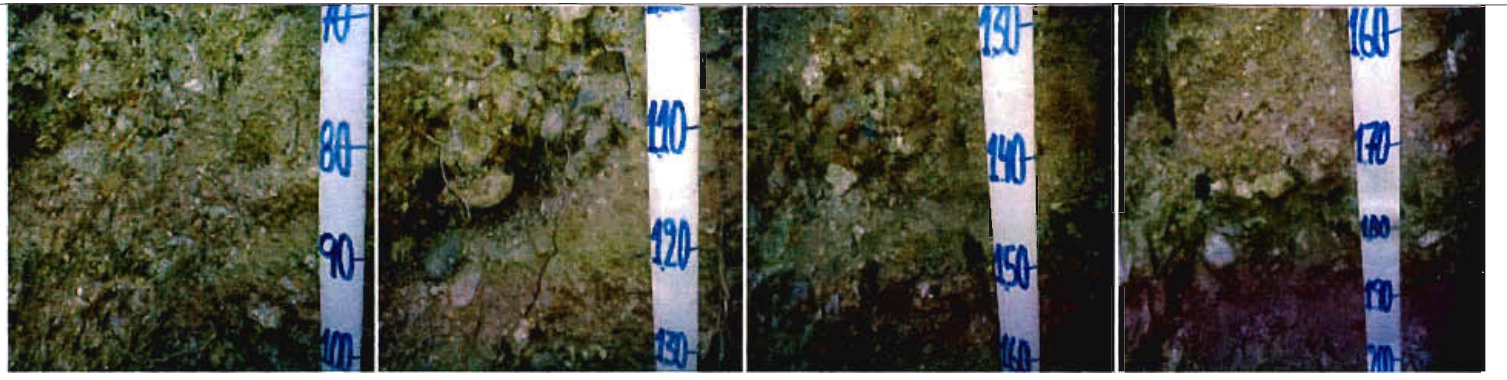
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

De 0.00 a 1.20 m Arenas gravosas con presencia de limo y bolones. Mal graduadas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas subangulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad baja, cementación nula. Granulometría estimada: arena 70%, gravas 20%, limo 10%.
De 1.20 a 2.10 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café amarillento. En la pared Sur roca de color gris oscuro. Color café amarillento. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad media, plasticidad nula, compacidad media a alta, cementación nula. Granulometría estimada: grava 55%, arena 30%, limo 10%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



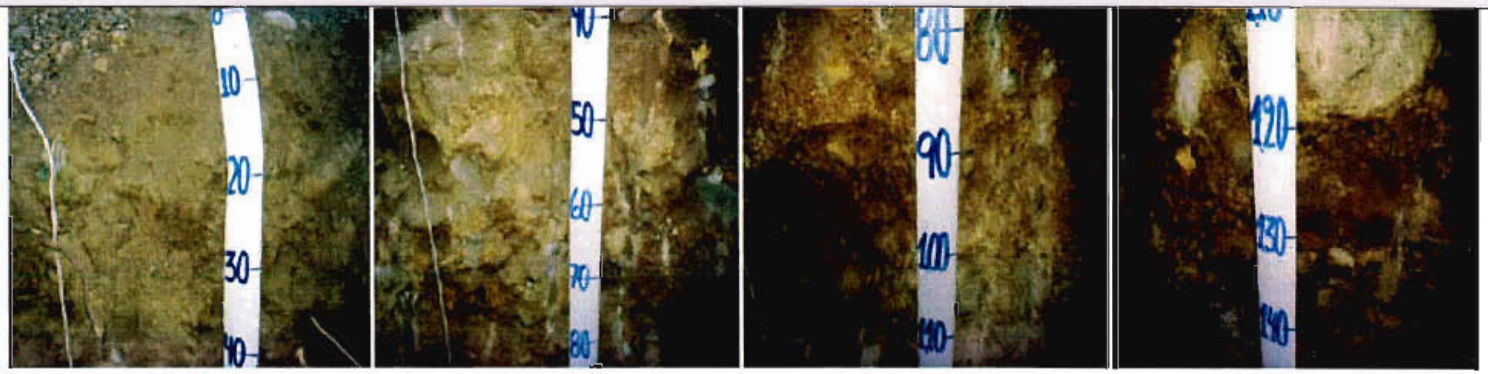
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 13	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0287915 Norte 6614166	Prof. (metros)	2.50

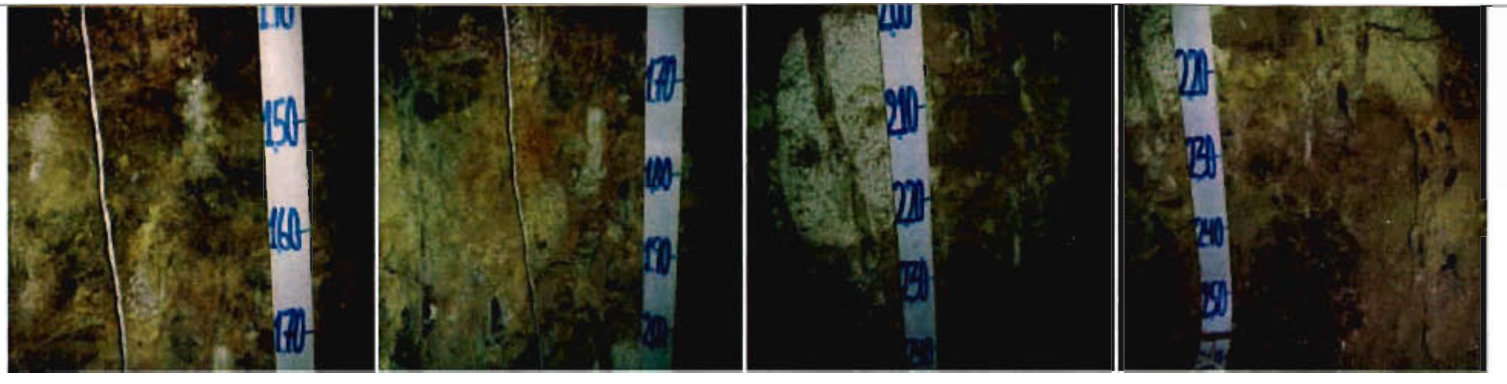
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.35 m Arenas limoarcillosas presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Se observan raicillas. Color café. Rojizo. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas subangulares. Humedad baja, plasticidad media, compacidad alta, cementación nula, Granulometría estimada: arena 40%, fino 25%, gravas 15%, bolones 5%.
De 0.35 a 2.50 m Gravas arenolimosas y arcillosas y bolones dispersos. Mal graduadas. Color café rojizo. Tamaño máximo de partículas de 8", partículas subangulares y subredondeadas, clastos meteorizados dispersos. Humedad baja, plasticidad media, compacidad alta. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 25%, finos 20%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



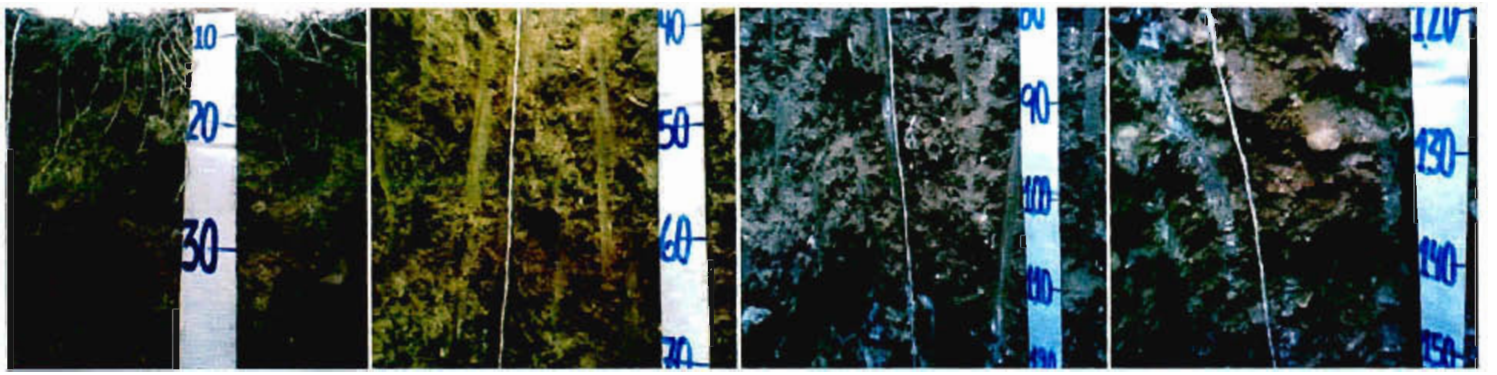
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 14	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0286482 Norte 6613254	Prof. (metros)	2.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.20 m Arenas limosas y arcillosa con presencia de gravas. Mal graduadas. Color café rojizo. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas subredondeadas. Humedad baja, compacidad alta, plasticidad media, cementación nula. Granulometría estimada arena 40%, finos 35%, grava 15%.
De 1.20 a 2.50 m Gravas arenosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas subangulares. Humedad baja, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 55%, arena 25%, limo 15%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 15	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 028340 Norte 66612704	**Prof. (metros)**	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.50m. Arenas limosas con presencia de arcilla, gravas y bolones. Mal graduadas. Color café rojizo. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 7", partículas subangulares. Humedad baja, compacidad media, plasticidad media, cementación nula. Granulometría estimada: arena 45%, finos 30%, gravas 20%, bolones 5%.
De 0.50 a 3.00 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones y arcilla dispersa. Color café rojizo. Tamaño máximo de partícula de 7", partículas subredondeadas. Humedad baja, compacidad alta, plasticidad baja a media, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 30%, finos 20%, bolones 5%. No pudo realizarse registro fotográfico por roedores en el fondo de la calicata.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 15A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0283018 Norte 6612480	Prof. (metros)	1.20

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.20Arenaslimoarcillosas con presencia dispersa de gravas y bolones. Se observan raicillas. Color café rojizo. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, compacidad alta-media, plasticidad media, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, finos 35%, gravas 15%, bolones 5%. No se realiza análisis del mismo laboratorio al considerarse el mismo material que la calicata 15B.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 15B	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**		**Coordenadas**	Este 0282600 Norte 6612571	**Prof. (metros)**	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00 m Arenas limoarcillosas con presencia dispersa de gravas y bolones. Se observan raicillas. Color café rojizo. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, compacidad alta-media, plasticidad media, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, finos 25%, gravas 20%, bolones 5%. Antiguo canal, material de relleno.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



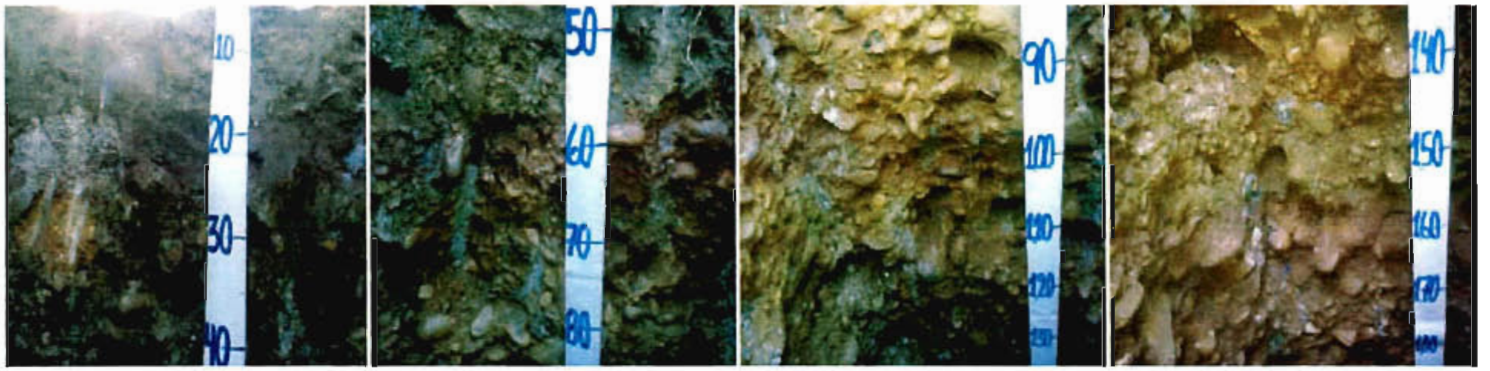
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 16	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0282105 Norte 6612891	Prof. (metros)	3.00

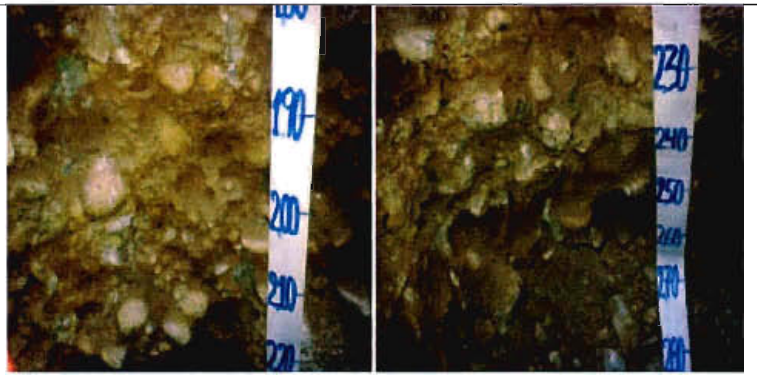
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00 m Gravas arenolimosas y bolones dispersos. Mal graduadas. Color café rojizo. Se observan raicillas hasta los 0.40 m de profundidad. Tamaño máximo de partícula de 15", partículas subredondeadas y subangulares. Humedad baja a media, compacidad muy alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 55%, arena 20%, limo 20%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

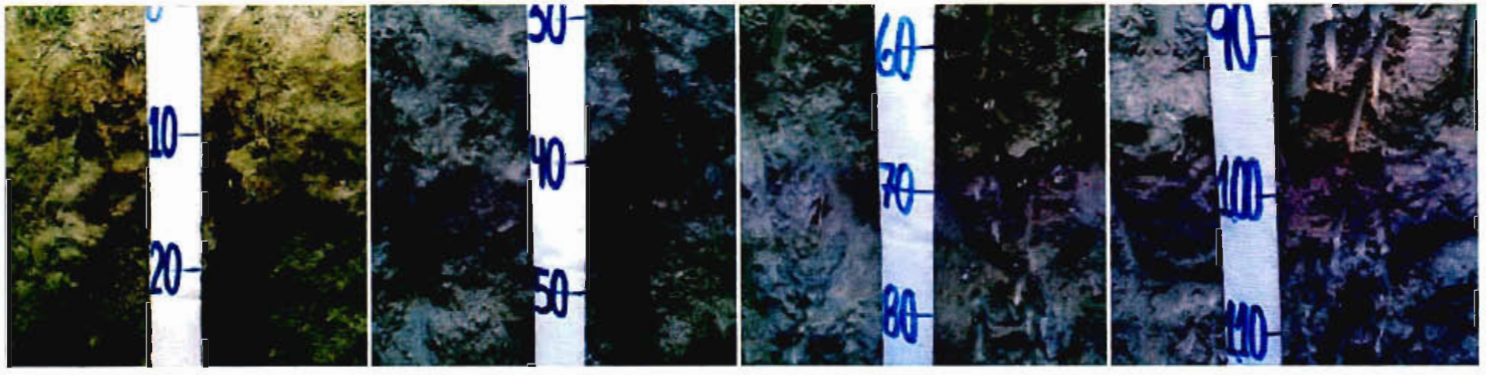
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 17	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 028181 Norte 66613642	Prof. (metros)	4.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.70 m Limo arenoso con presencia de gravas y bolones. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 4", partículas redondeadas, subredondeadas y angulares. Humedad baja, plasticidad baja, consistencia alta, cementación baja. Granulometría estimada: limo 45%, arena 40%, grava 10%, bolones 5%,

De 0.70 a 4.00 m. Gravas arenolimosas con formación de roca y bolones dispersos. Bien graduadas. Color grisáceo. Humedad baja, plasticidad nula, compactación/Dureza de la roca alta, cementación media. Granulometría estimada: gravas 35%, roca 30%, arena 20%, limo 10%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45





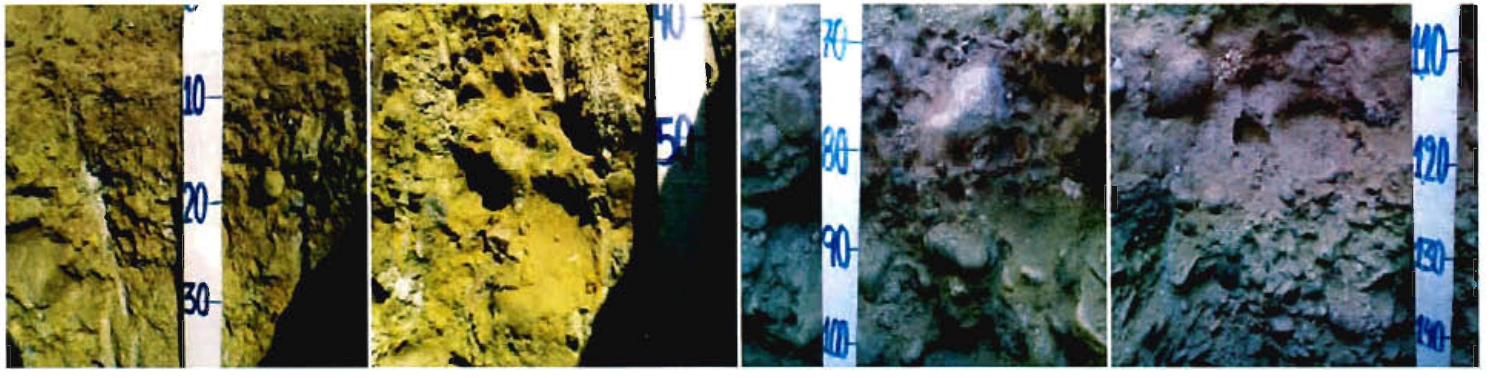
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 18	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0281135 Norte 6613667	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00 m Gravas arenolimosas. Mal graduadas. Color café amarillento. Tamaño máximo de partícula de 8", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, compacidad alta a muy alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, 10% limo, 10% bolones.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45





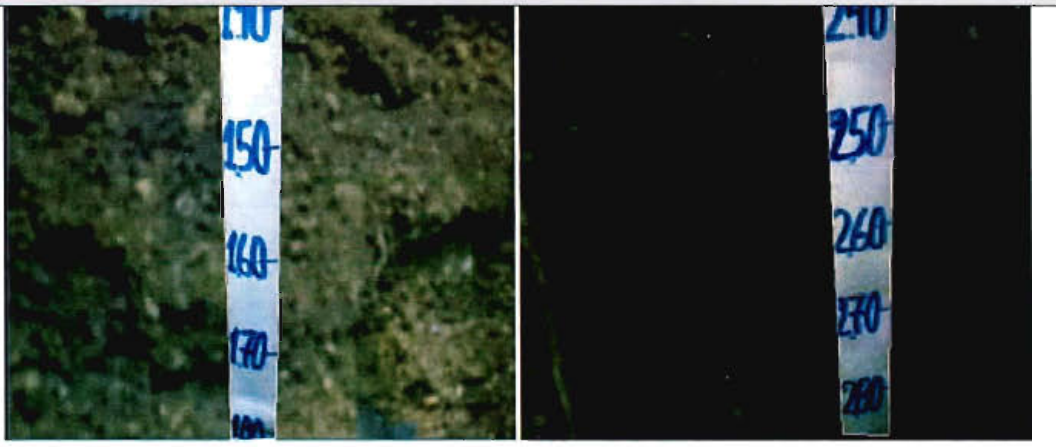
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 18A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0280670 Norte 6613544	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 3.00 Arenas gravosas y limoarcillosas. Color café claro a grisáceo. Se observan raicillas hasta el 0.20 m de profundidad. Tamaño máximo de partícula de 9", partículas subredondeadas. Humedad baja, compacidad alta, plasticidad media-alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 55%, fino 25%, gravas 15%, bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

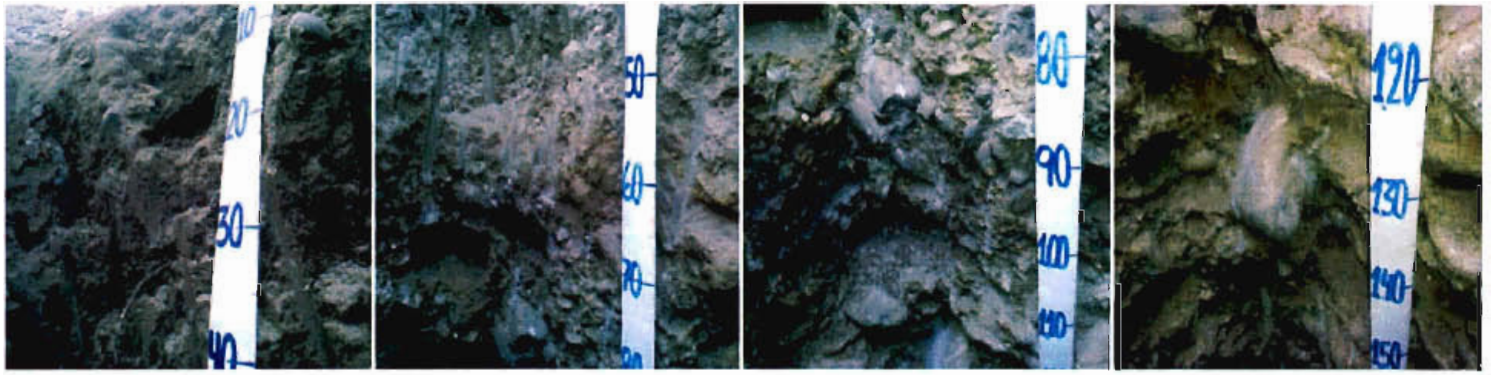
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 19	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0280465 Norte 6613481	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a0.50 m Limo arenoso con presencia de gravas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas subredondeadas. Humedad media, consistencia alta, cementación nula. Granulometría estimada: limo 45%, arena 40%, gravas 10%, bolones 5%

De 0.50 a 3.00 m Gravas arenolimosas con presencia de arcilla y bolones. Color café, Tamaño máximo de partícula de 11", partículas subangulares y subredondeadas. Humedad media, plasticidad baja, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: grava 60%, arena 20%, limo 10%, arcilla 5%bolones 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 20	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0280280 Norte 6613521	Prof. (metros)	2.60

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.80 m Arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 8", partículas angulares y subangulares. Humedad nula, plasticidad media, compacidad alta, consistencia alta. Granulometría estimada:
De 0.80 a 2.60 m. Roca muy fracturada y descompuesta, se ve una pequeña formación de roca al lado sur de la calicata. Color café amarillento. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación media. Granulometría estimada: roca fracturada y descompuesta 80%, formación de roca (arena fina limosa) 20%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



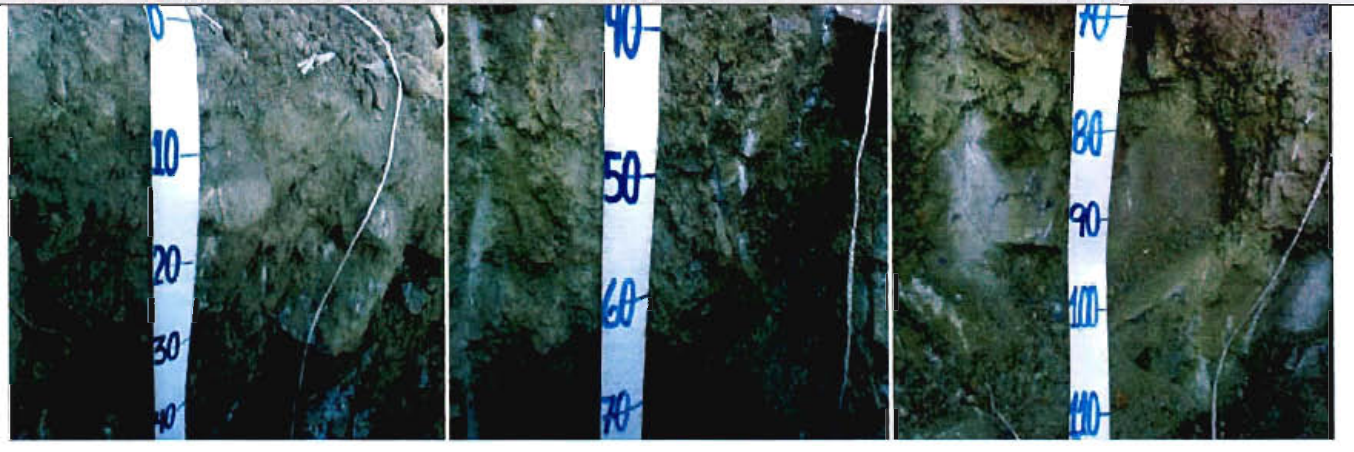
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 21	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0279697 Norte 6613415	Prof. (metros)	1.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m. Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 10", particulas subredondeadas. Humedad nula, compacidad media, cementación nula, plasticidad nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 25%, gravas 20%, bolones 5%.
De 0.40 a 1.00 m. Roca arenosa y limosa descompuesta, muy fracturada. Color café. Humedad nula, plasticidad nula, compacidad alta. Granulometría estimada: arena 35%, limo 30%, grava 20%, roca descompuesta a sana 15%. En el fondo rocas descompuestas.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

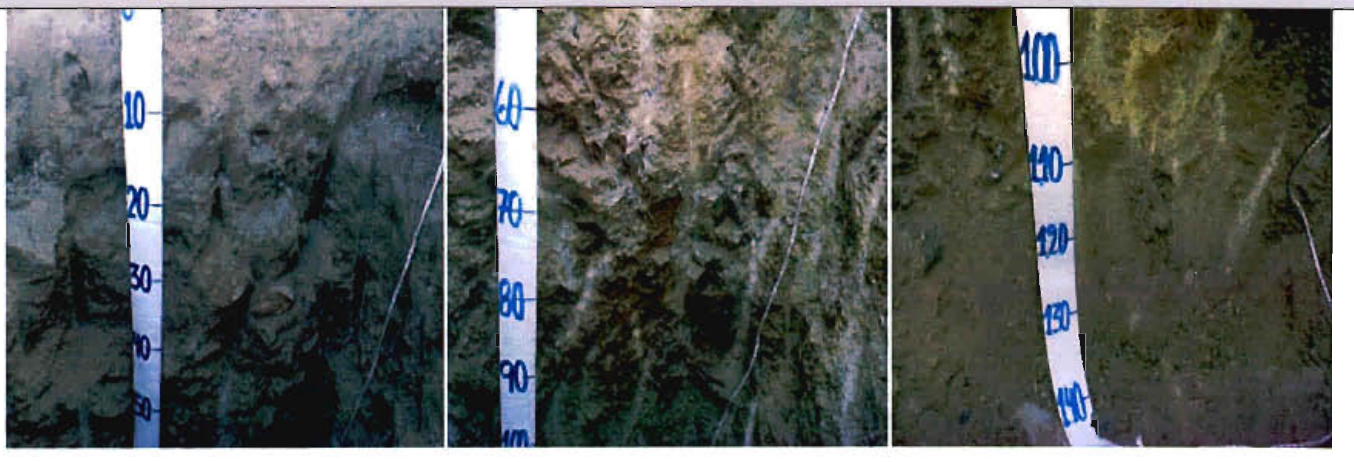
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 21A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 027977 Norte 66613421	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.45 m Limo arenoso con presencia de gravas y bolones. Se observan raicillas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 8", partículas subredondeadas. Humedad media, plasticidad baja, consistencia alta, cementación nula. Granulometría estimada:: limo 50%, arena 35%, grava 10%, bolones 5%.

De 0.45 a 1.40 m. Roca descompuesta con presencia de arena fina limosa. Color café amarillento. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación media. Granulometría estimada: roca descompuesta 90%, arena 5%, limo 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 22	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0279632 Norte 6613415	Prof. (metros)	1.80

Descripción estratigráfica

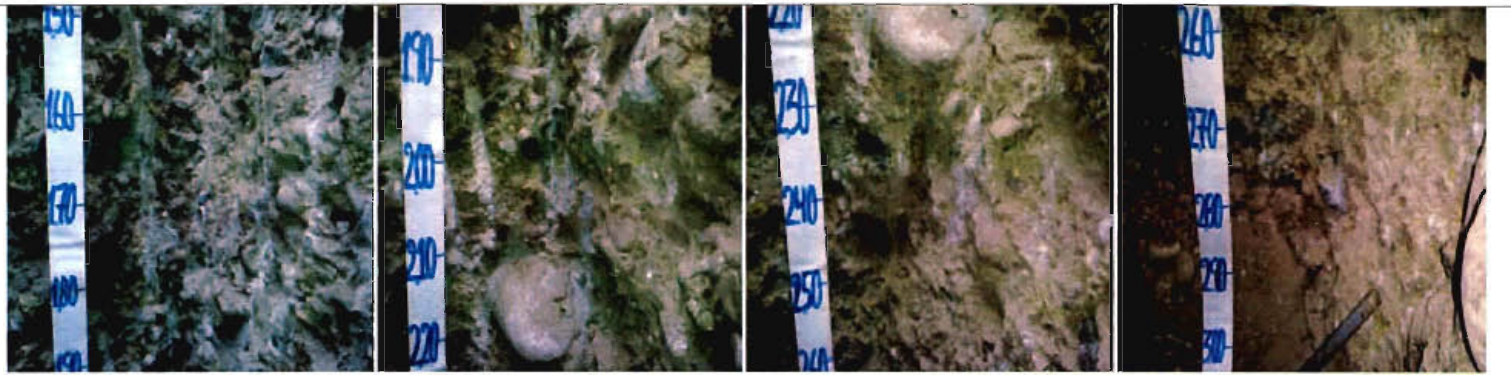
De 0.00 a 0.60 m Arenas finas limoarcillosas, con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas angulares y subangulares. Humedad baja, plasticidad media a baja, compacidad alta, cementación baja. Granulometría estimada: arena 60%, limo 20%, arcilla 10, gravas 10%.

De 0.60 a 1.80 m Roca meteorizada y muy fracturada, con presencia dispersa de arena limosa. Color café amarillento. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación alta. Granulometría estimada: roca meteorizada 80%, arena y limo 20%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



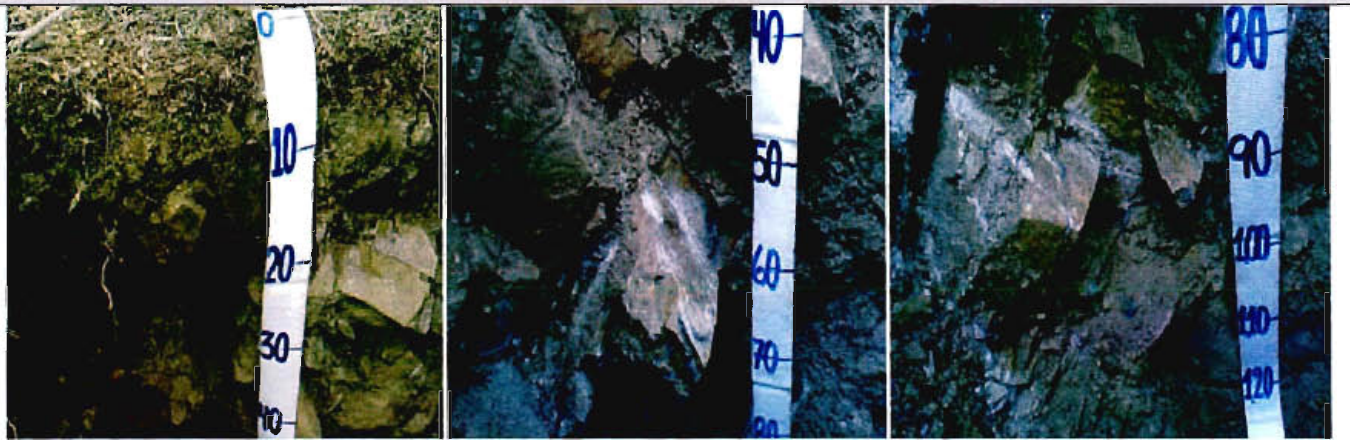
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 23	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0279561 Norte 6613392	Prof. (metros)	1.25

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.25 m Bloques y gravas en matriz arenolimosas y arcilla dispersa. Mal graduadas. Color café claro y grisáceo. Tamaño máximo de partícula de 15", partículas subangulares y angulares. Humedad media a baja, plasticidad baja, compacidad media a alta, cementación nula. Granulometría estimada: bloques 40%, roca 40%, arena 10%, limo 5%, arcilla 5%. En el fondo rocas fracturadas.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 24	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0279447 Norte 6613387	Prof. (metros)	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.45 Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 10", partículas angulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: grava 40%, arena 30%, limo 25%, bolón 5%.

De 0.45 a 2.00 m Roca muy fracturada, con presencia mínima de arena limosa. Color café claro amarillento. Humedad baja, plasticidad nula, dureza alta, cementación baja, color café amarillento, Granulometría estimada: roca 85%, arena 10%, limo 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 25	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0279137 Norte 6613279	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.50 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 10", partículas angulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: grava 40%, arena 30%, limo 25%, bolón 5%.

De 0.50 a 1.40 m Roca muy fracturada, con presencia mínima de arena limosa. Color café claro amarillento. Humedad baja, plasticidad nula, dureza alta, cementación baja, color café amarillento, Granulometría estimada: roca 85%, arena 10%, limo 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 26	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0278737 Norte 6613182	Prof. (metros)	1.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.75 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 11", partículas angulares y subangulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: grava 40%, arena 30%, limo 25%, bolón 5%.
De 0.75 a 1.00 m Roca muy fracturada, con presencia mínima de arena limosa. Color café claro amarillento. Humedad baja, plasticidad nula, dureza alta, cementación baja, color café amarillento, Granulometría estimada: roca 85%, arena 10%, limo 5%. Litología similar a las calicatas 24 y 25.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 27	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0278677 Norte 6613299	**Prof. (metros)**	3.00

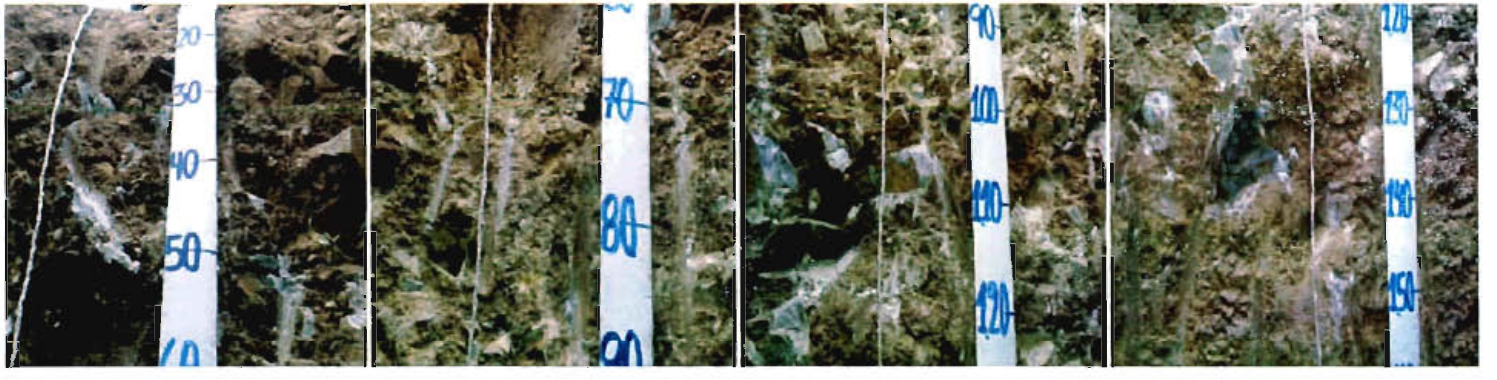
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.30 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas.Tamaño máximo de partícula de 6", partículas angulares y subangulares. Humedad baja, plasticidad baja, compacidad media, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 20%, gravas 20%, bolones 10%.

De 0.30 a 1.00 m Gravas arenolimosas con presencia bolones y arcilla dispersa. Mal graduadas. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 7", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación baja y dispersa. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 35%, limo 20%, bolones, 5

De 1.00 a 3.00 m Roca muy fracturada con presencia de arena limosa. Color café claro. Humedad baja a media, plasticidad nula, compacidad alta, cementación dispersa. Granulometría estimada: roca fracturada 55%, arena 25%, limo 15%, bolones 5%

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

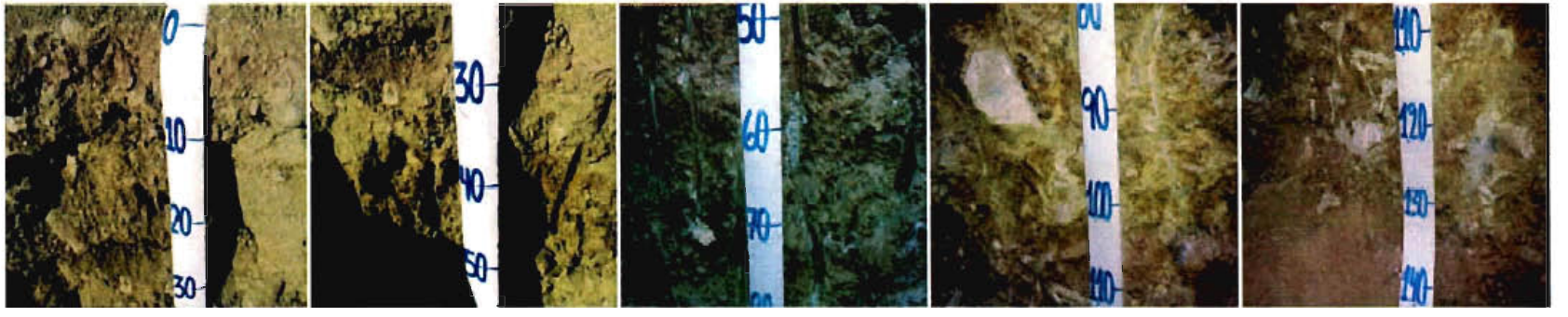
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 28	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0278424 Norte 6613587	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.75 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas angulares y subangulares. Humedad baja, plasticidad baja, compacidad media, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 20%, gravas 20%, bolones 10

De 0.75 a 1.40 m Formación rocosa fracturada con presencia de arena limosa. Color café claro. Humedad baja a media, plasticidad nula, compacidad alta, cementación dispersa. Granulometría estimada: roca fracturada 55%, arena 25%, limo 15%, bolones 5%

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



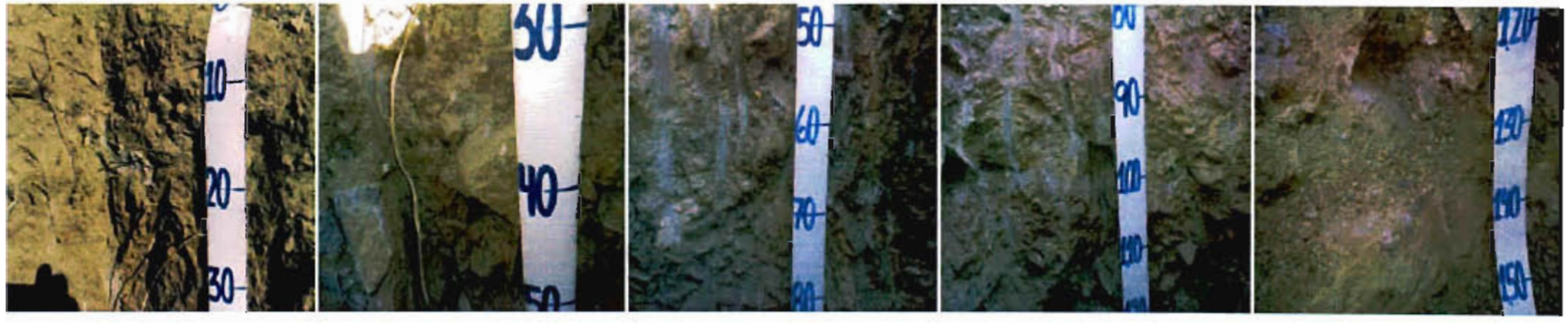
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 29	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0278393 Norte 6613686	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m Arenas limoarcillosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café claro. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas angulares. Humedad baja, plasticidad baja a media, compacidad alta, cementación nula Granulometría estimada: arena 40%, limo 20%, arcilla 10%, grava 20%, bolones 10%.
De 0.40 a 1.40 m Roca muy fracturada y descompuesta, con presencia baja de arena fina limosa. Color café claro. Humedad baja, dureza alta, cementación nula. Granulometría estimada: roca 80%, arena 10%, limo 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 30	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0276880 Norte 6612977	Prof. (metros)	0.70

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.50 m Arenas finas limoarcillosas con presencia de gravas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 7", partículas subangulares y angulares. Humedad baja, plasticidad media, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 35%, limo 25%, arcilla 20%, gravas 20%.
Desde 0.50 a 0.70m Roca con presencia de arenas limosas. Color café. Humedad baja, plasticidad baja, dureza alta.Granulometría estimada: roca fracturada 85%, arena 10%, limo 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 30A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0276877 Norte 6612936	Prof. (metros)	1.05

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.90 m Arenas finas limoarcillosas. Color café amarillento. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 4", partículas subangulares y angulares. Humedad baja, plasticidad media, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 35%, limo 25%, arcilla 20%, gravas 20%.
De 0.90 a 1.05 m Roca con presencia de arena limosa de manera pelicular. Humedad baja, dureza alta, cementación media en la roca fracturada. Granulometría estimada: roca fracturada 85%, arena 10%, limo 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 31	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 027688 Norte 66612656	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

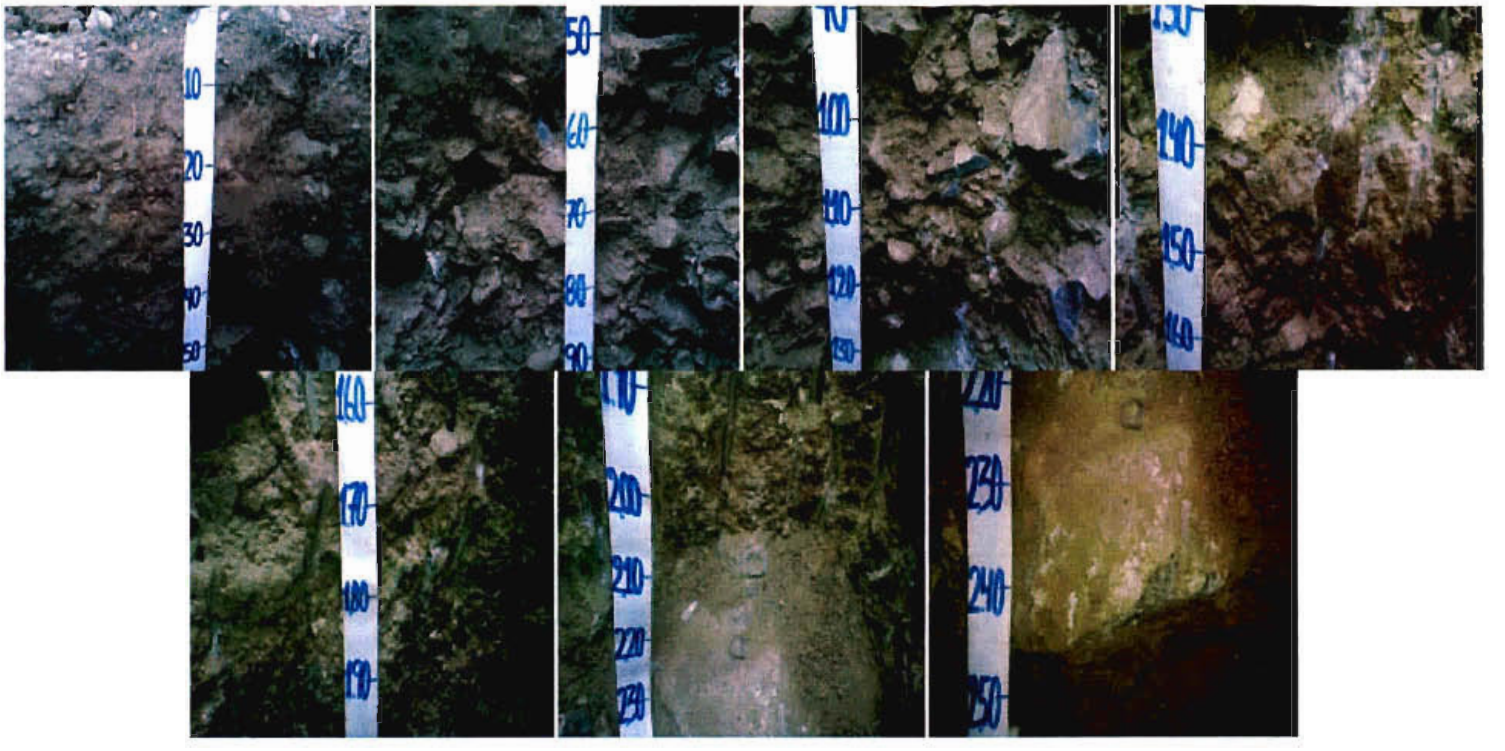
De 0.00 a 0.50 m Arenas limosas con gravas dispersas y bolones. Bien graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 8", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad media, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 15%, gravas 15%, bolones 20%

De 0.50 a 1.20 Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 8"partículas subredondeadas. Humedad media, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 10%, bolones 10%.

De 1.20 a 3.00 m Arenas limoarcillosas con gravas y bolones. Mal graduadas. Color café verdoso. Tamaño máximo de partícula de 10", partículas redondeadas y subredondeadas y subangulares. Humedad media, compacidad alta, plasticidad media, cementación nula. Granulometria estimada: arena 35%, arcilla 20%, limo 15%, gravas20%, bolones10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 32	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**		**Coordenadas**	Este 0276473 Norte 6612194	**Prof. (metros)**	0.70

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.45 m Arenas limosas con presencia gravas y bolones. Mal graduadas. Color café claro. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas subangulares y subredondeadas. Humedad baja a media, compacidad media a alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 55%, limo 20%, gravas 20%, bolones 5%.
De 0.45 a 0.70 m Roca fracturada y meteorizada con arena limosa. Humedad baja, dureza alta. Granulometría estimada: roca 70%, arena 20%, limo 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 32A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 276426 Norte 6612163	Prof. (metros)	1.10

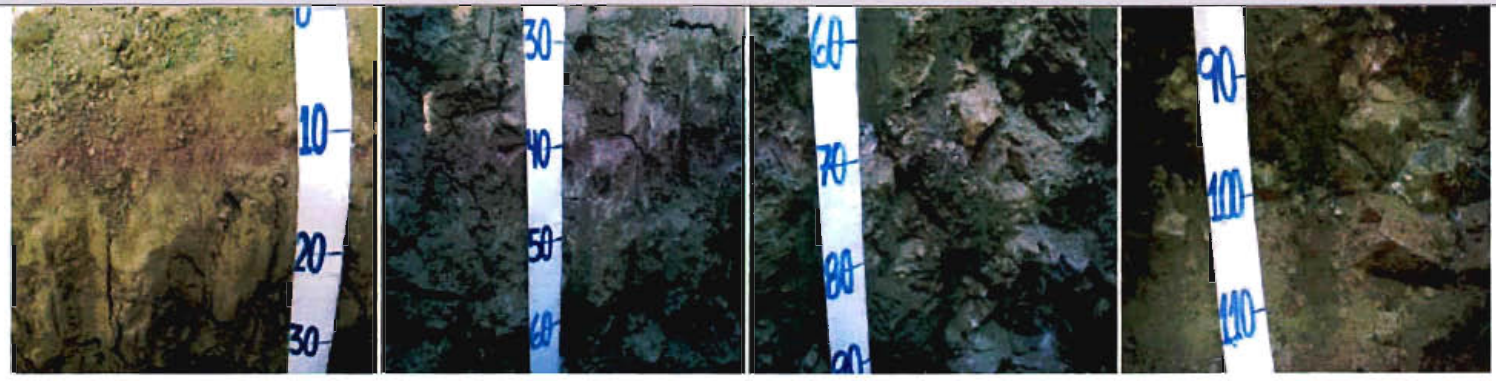
Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m Arenas arcillosas con presencia de limo, gravas. Mal graduadas. Color café rojizo. Tamaño máximo de partícula de 8", partículas redondeadas y angulares. Humedad media, plasticidad alta, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 45%, arcilla 25% limo 25%, gravas 5%

De 0.40 a 0.75 m Arenas limosas con presencia gravas y bolones y arcilla dispersa. Bien graduadas. Color café rojizo. Tamaño máximo de partícula de 4", partículas angulares. Humedad alta, plasticidad baja, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 20%, grava 10%, bolones 10%, arcilla 10%.

De 0.75 a 1.10 m Roca muy fracturada con presencia arena y limo. Color café amarillento. Humedad alta, dureza alta. Granulometría estimada: roca 70%, arena 20%, limo 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

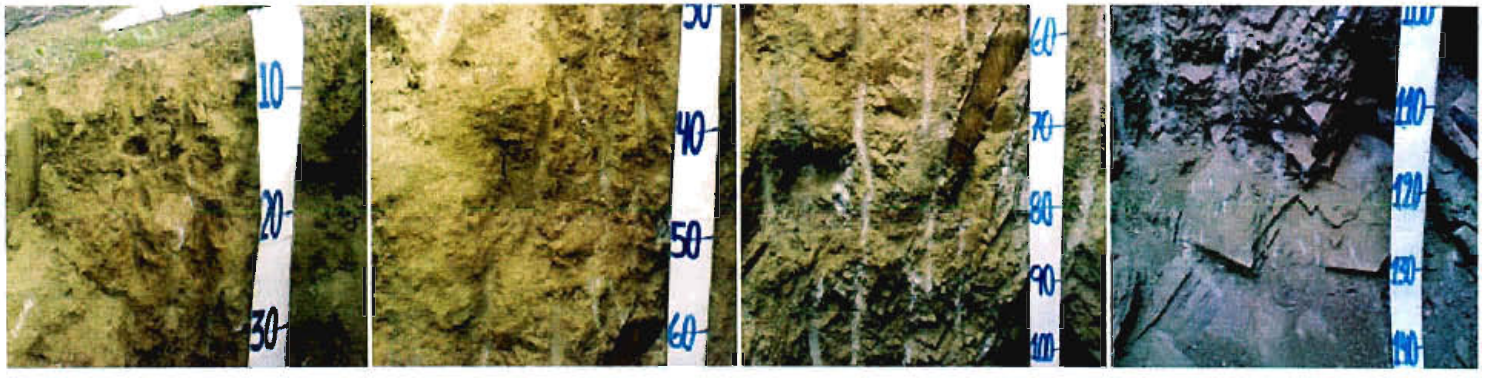
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 33	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0275858 Norte 6612337	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.45 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas angulares y subangulares. Humedad baja, compacidad alta, cementación nula, plasticidad nula. Granulometría estimada: arena 60%, limo 25%, grava 10%, bolones 5%.

De 0.45 a 1.40 m Roca fracturada con presencia de arena limosa. Color café amarillento. Humedad baja, cementación alta, dureza alta. Granulometría estimada: roca 70%, arena 20%, limo 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

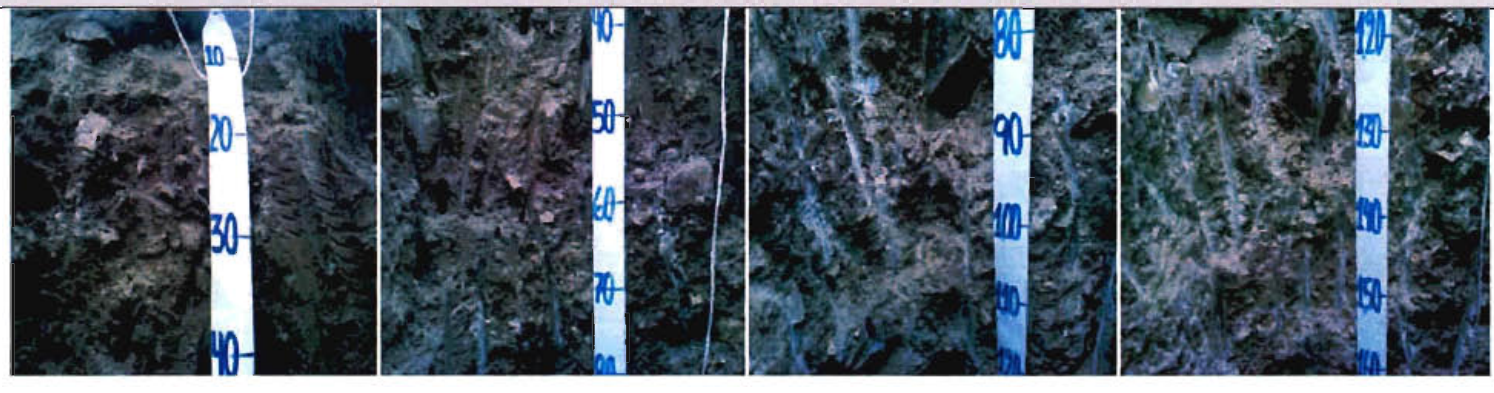
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 34	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 027558 Norte 66612625	Prof. (metros)	2.90

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.60 m Arena limoarcillosas con gravas. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas angulares, subangulares y subredondeadas. Humedad media a baja, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 45%, arcilla 30%, limo 20%, gravas 3% bolones 2%.

De 0.60 a 2.90 m Gravas arenolimosas con bolones y arcilla dispersa. Mal graduadas. Color café amarillento. Tamaño máximo de partícula de 14", partículas subangulares. Humedad baja, plasticidad media a baja, compacidad alta, cementación baja. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 35%, limo 10%, bolones 5%, arcilla 5%,

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 35	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0275142 Norte 6612708	**Prof. (metros)**	2.90

Descripción estratigráfica

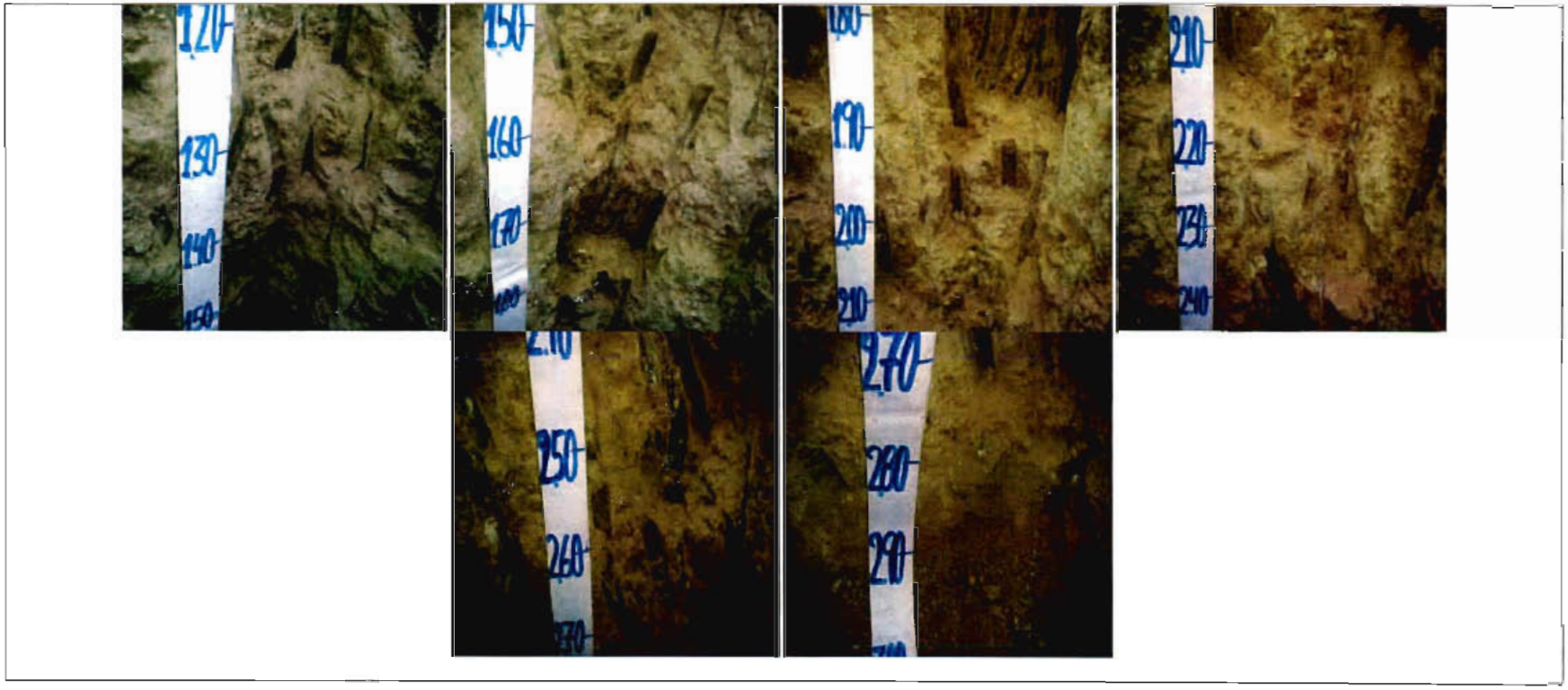
De 0.00 a 0.90 m Arenas limosas con presencia de gravas, bolones y arcilla dispersa. Mal graduadas. Color café rojizo. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 4", partículas angulares y subangulares. Humedad media a baja, plasticidad media a baja, compacidad alta, cementación nula Granulometría estimada: arena 40%, limo 30%, gravas 20%, bolones 10%

De 0.90 a 2.90 m Arenas finas limosas con presencia dispersa de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café.Tamaño máximo de partícula de 4", partículas angulares. Humedad baja a media, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: arena 60%, limo 20%, gravas 10%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

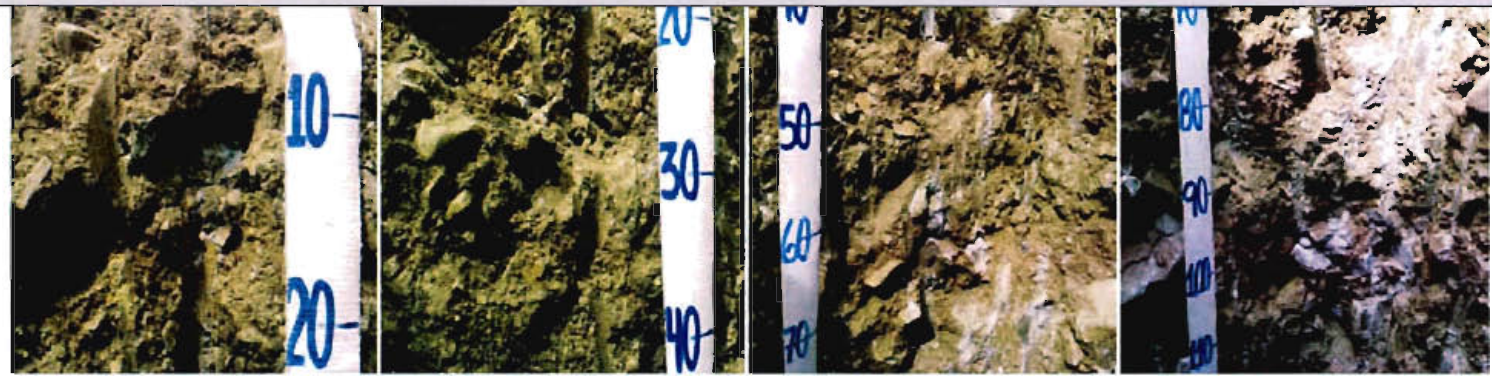
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 36	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0277410 Norte 6613237	Prof. (metros)	2.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.10 m Arenas gravosas y limosas con presencia de bolones y raicillas. Color café. Tamaño máximo de particula de 6", partículas subangulares. Humedad media, plasticidad alta a media, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 35%, grava 30%, limo 25%, bolones 10%.

Desde 1.10 a 2.00 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café amarillento. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas subangulares. Humedad baja, compacidad alta, plasticidad nula, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 20%, limo 25%, bolones10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



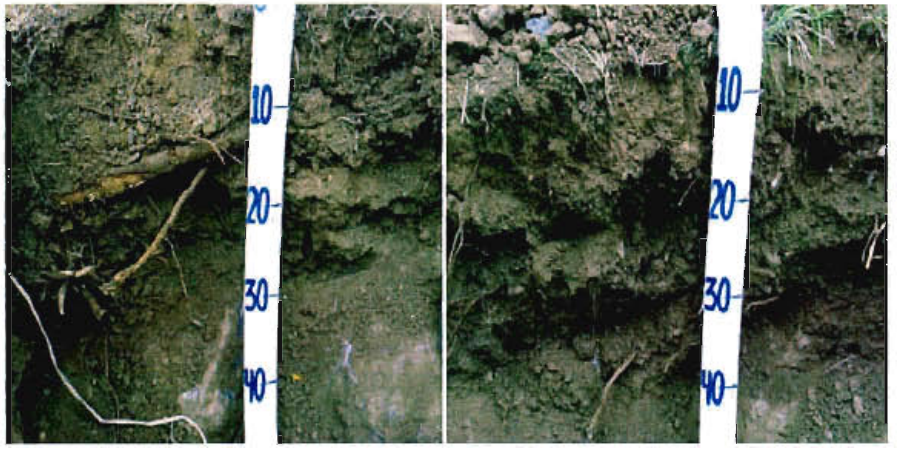
LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 37	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0273993 Norte 6613433	Prof. (metros)	0.45

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.45 m Arenas limosas con presencia de gravas. Se observan raíces y raicillas. Color café claro. Humedad media, plasticidad nula, compacidad media a alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 60%, limo 35%, grava 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

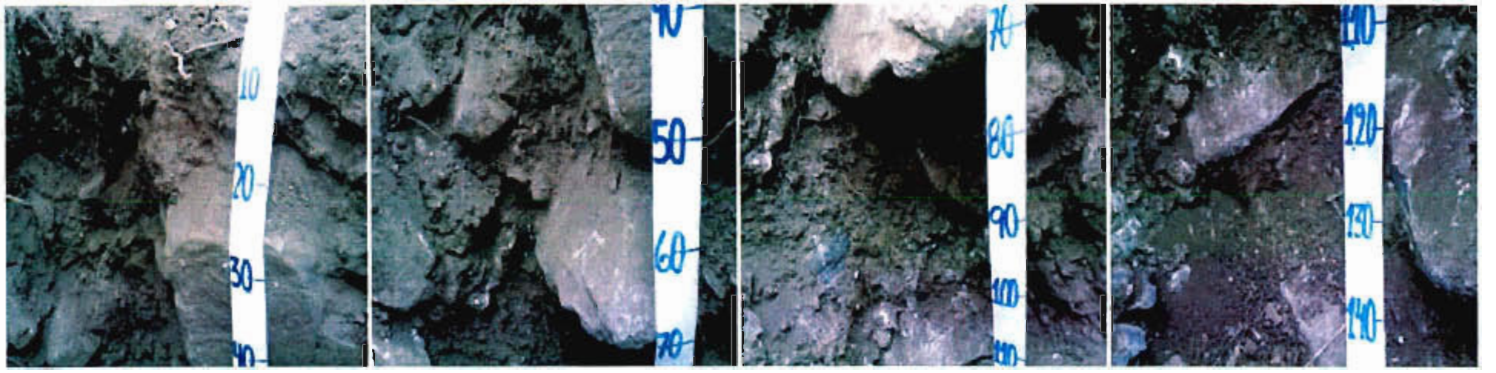
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 37A	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0273949 Norte 6613431	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.00 m Arenas limosas con presencia de gravas y bolones. Mal graduadas. Color café amarillento. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula 16", partículas subredondeadas y subangulares. Granulometría estimada: arena 35%, limo 30%, gravas 25%, bolones 10%

De 1.00 a 1.40 m bloques de roca con arena limosa. Color gris blanquecino. Tamaño máximo de 20", angulares y subangulares. Humedad alta, dureza alta, cementación nula. Granulometría estimada: bloques 70%, arena 20%, limo 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 38	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	**Fecha**	-	**Coordenadas**	Este 0273847 Norte 6612673	**Prof. (metros)**	3.00

Descripción estratigráfica

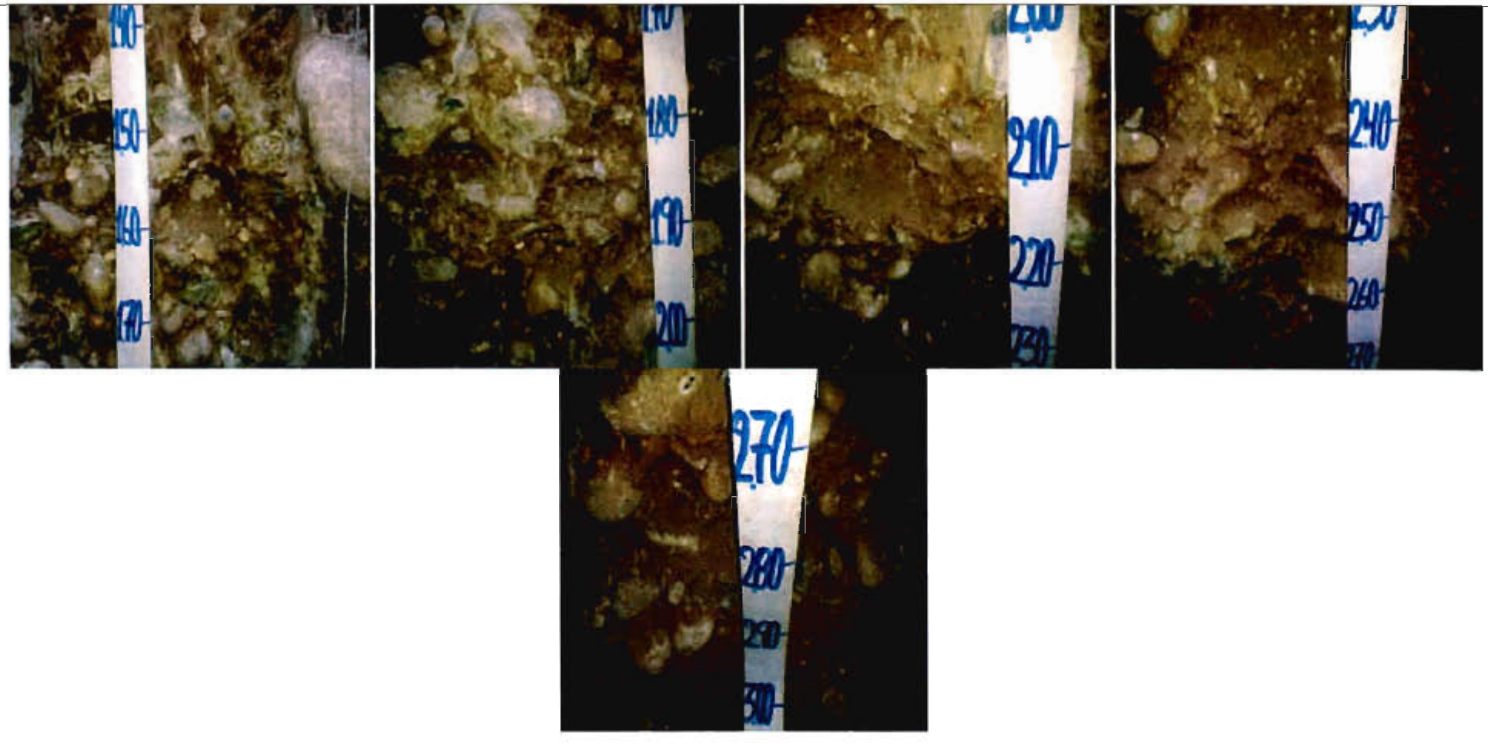
De 0.00 a 0.60 m Limo arenoso con presencia de gravas y bolones. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 2", partículas subangulares. Humedad media, plasticidad baja, consistencia media, cementación nula.Granulometría estimada: limo 40%, arena 35%, grava 15%, bolones 10%.

De 0.60 a 3.00 m. Gravas arenolimosas con bolones. Mal graduadas. Color café amarillento. Tamaño máximo de partícula de 16", partículas angulares y subangulares. Humedad media, plasticidad nula, compacidad alta, cementación baja. Clastos meteorizados (granito) Granulometría estimada: gravas 35%, arena 30%, limo 25%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 39	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0272269 Norte 6613040	Prof. (metros)	3.00

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.40 m Arenas limosas y algo de gravas. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas subredondeadas. Humedad media, plasticidad baja, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 45%, gravas 5%.

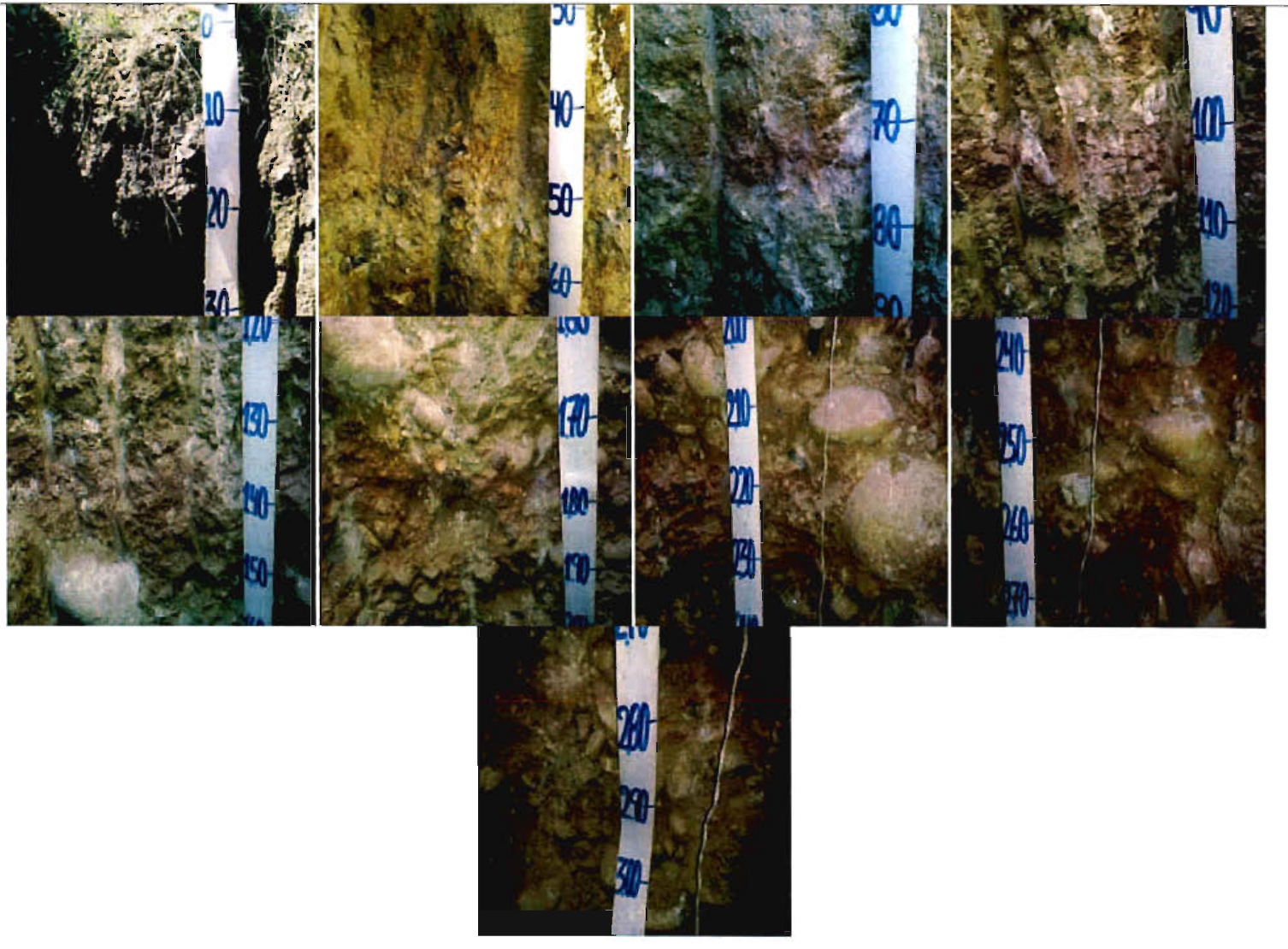
De 0.40 a 0.70 m Gravas arenosas con presencia de limo. Mal graduadas. Color café rojizo. Tamaño máximo de partícula de 3", partículas subredondeadas, angulares, subangulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta,), cementación media. Granulometría estimada: gravas 50%, arena 30%, limo 20%.

De 0.70 a 1.60 m Roca machacada y fracturada en matriz arenolimosa. Color café oscuro. Humedad baja, dureza alta, cementación alta. Tamaño máximo de partícula de 9", partículas redondeadas, subredondeadas. Granulometría estimada: arena 45%, limo 45%, gravas 5%, bolones 5%

De 1.60 a 3.00 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Mal graduadas. Color café. Tamaño máximo de partícula de 9", partículas angulares y subangulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación media. Clastos en descomposición de diferentes colores gris, verdoso, amarillento, Granulometría estimada: gravas 45%, arena 30%, limo 15%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 40	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha		Coordenadas	Este 0271849 Norte 6613820	Prof. (metros)	1.40

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 0.90 m Arenas limosas con presencia de gravas. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 2", partículas subredondeadas. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad alta, cementación alta. Granulometría estimada: arena 45%, limo 40%, gravas 15%.

Desde 0.90 a 1.40 Roca fracturada con presencia de arena limosa. Color café amarillento. Humedad baja, plasticidad nula, dureza alta. Granulometría estimada: roca 90%, arena 5%, limo 5%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

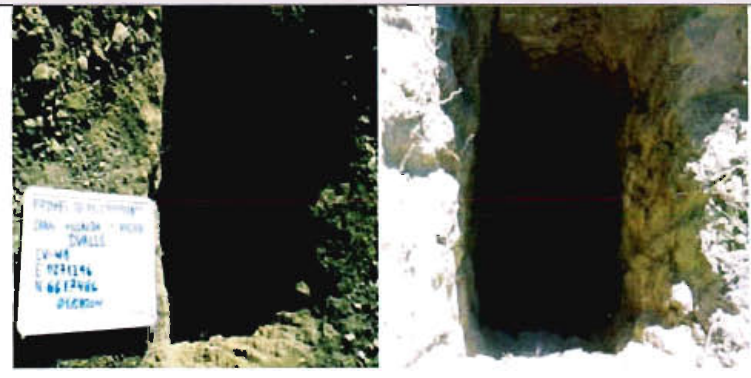
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 41	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0271396 Norte 6613486	Prof. (metros)	2.50

Descripción estratigráfica

De 0.00 a 1.80m Arenas limosas con presencia de gravas. Bien graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 5", partículas subredondeadas. Humedad media, plasticidad media, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 50%, limo 25%, grava 25%

De 1.80 a 2.50 m Gravas arenolimosas con presencia de bolones. Color café. Tamaño máximo de partículas de 6", partículas angulares y subangulares. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad media, cementación nula. Granulometría estimada: grava 40%, arena 30%, limo 20%, bolones 10%. Imposible realizar ensayo de densidad y registro fotográfico por presencia de roedores en el fondo de la calicata.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

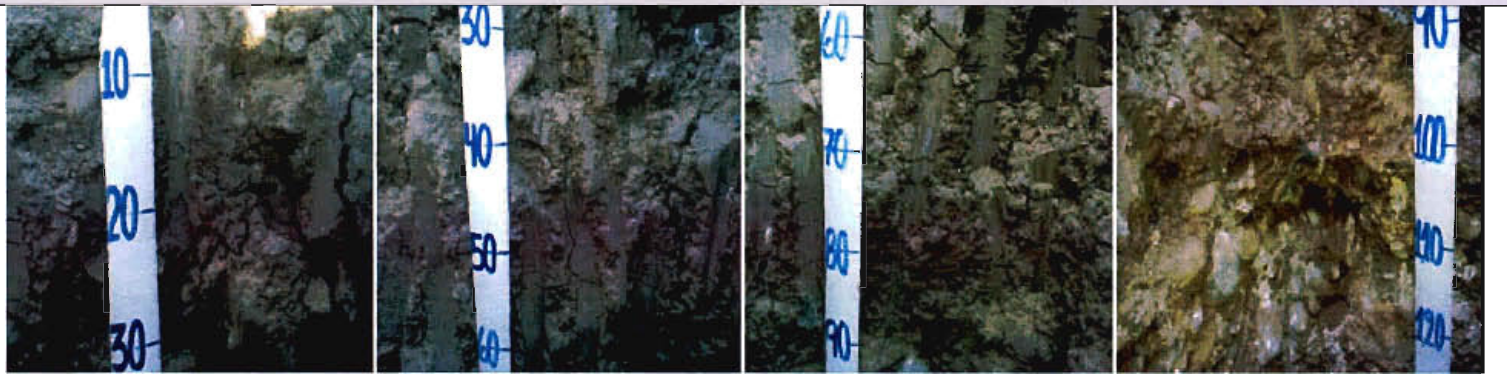
Proyecto		Canal Villalón		Calicata	CV 42	Dimensión	1x1 m
Reconocido por	H.Díaz	Fecha	-	Coordenadas	Este 0270478 Norte 6613528	Prof. (metros)	2.50

Descripción estratigráfica

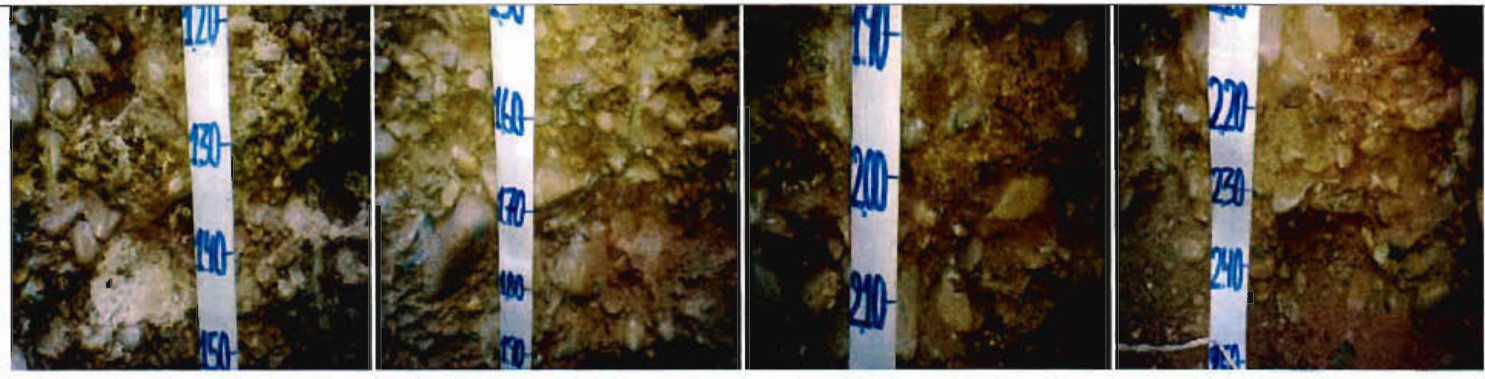
De 0.00 a 1.00 m Arenas limosas con presencia de arcilla, gravas. Mal graduadas. Color café. Se observan raicillas. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas redondeadas y subredondeadas. Humedad baja, plasticidad media, compacidad alta, cementación nula. Granulometría estimada: arena 40%, limo 30% arcilla 20%, gravas 10%.

De 1.00 a 2.50 m Gravas arenolimosas y bolones. Mal graduadas. Color café amarillento. Tamaño máximo de partícula de 6", partículas subredondeadas. Humedad baja, plasticidad nula, compacidad media, cementación nula. Granulometría estimada: gravas 45%, arena 25%, limo 20%, bolones 10%.

Registro fotográfico de la pared Norte de la calicata



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45



LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.2 ENSAYOS DE DENSIDAD EN CANAL VILLALON

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-02	**PROF. DEL ENSAYO**	2.30-2.45 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este 0297668 Norte6622703**		
FECHA	-	**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6243	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4816	
Arena sobrante (g)	1634		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2000 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-04	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este 0294370 Norte** 6620500		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5971	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4650	
Arena sobrante (g)	1800		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1980 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-07	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0292741 **Norte** 6619684		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5830	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4838	
Arena sobrante (g)	1612		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1850 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-08	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0292374 **Norte 6618822**		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Arena total (g)	8000	Material extraído (g)	6085
Arena cono inferior (g)	1550	Arena utilizada (g)	4821
Arena sobrante (g)	1679	Densidad de la arena utilizada (g)	1540
Densidad húmeda	1940 g/cm^3		

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD			
CLIENTE	ARCADIS	Nº DE CALICATA	CV-10A	PROF. DEL ENSAYO	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	COORDENADAS	Este 0291007 Norte 6617497		
FECHA		REALIZADO POR	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		Material extraído (g)	6861	
Arena cono inferior (g)	1550		Arena utilizada (g)	5309	
Arena sobrante (g)	1191		Densidad de la arena utilizada (g)	1540	
Densidad húmeda	1990 g/cm^3				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-09	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	Este 0292248 Norte 6618397		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5580	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4796	
Arena sobrante (g)	1654		**Densidad de la arena utilizada (k)**	1540	
Densidad húmeda	**1790 g/cm^3**				

Registro de datos		
PROYECTO	CANAL	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

	VILLALON				
CLIENTE	ARCADIS	Nº DE CALICATA	CV-09A	PROF. DEL ENSAYO	2.00-2.15 m

Registro de datos

Registro de datos

PROYECTO	VILLALON CANAL VILLALON	TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD			
CLIENTE	ARCADIS ARCADIS	Nº DE CALICATA	CV-12 CV-13	PROF. DEL ENSAYO	1.70-1.85 m 2.50-2.65 m
SECTOR	OVALLE OVALLE	COORDENADAS	Material extraño (g) Arena utilizada (g)	Este 0287905 Norte 6614166	6106 4910
FECHA	15	REALIZADO POR	Densidad de la arena utilizada (g)	H. DIAZ E.	1540
Arena total (g)	8000		Material extraído (g)		6861
Arena total (g)	8000	1920 g/cm^3			6025
Densidad húmeda, Arena cono (g)	1550		Arena utilizada (g)		5702
Arena cono	1550		Arena utilizada (g)		4937
Arena sobrante (g)	748		Densidad de la arena utilizada (g)		1540
Densidad húmeda	1850 g/cm^3				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

inferior (g)			
Arena sobrante (g)	1513	Densidad de la arena utilizada (g)	1540
Densidad húmeda	1880 g/cm^3		

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD			
CLIENTE	ARCADIS	Nº DE CALICATA	CV-15	PROF. DEL ENSAYO	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	COORDENADAS	Este 0283406 Norte 6612704		
FECHA		REALIZADO POR	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		Material extraído (g)	6058	
Arena cono inferior (g)	1550		Arena utilizada (g)	4999	
Arena sobrante (g)	1451		Densidad de la arena utilizada (g)	1540	
Densidad húmeda	1870g/cm^3				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-15B	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0282600 **Norte** 6612571		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5308	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4511	
Arena sobrante (g)	1939		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1810 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-16	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0282105 **Norte** 6612891		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6605	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4738	
Arena sobrante (g)	1712		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2140 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-17	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0281816 **Norte** 6613642		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6842	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	5070	
Arena sobrante (g)	1380		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2080 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-27	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0278677 **Norte** 6613299		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6188	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4272	
Arena sobrante (g)	1178		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**2230 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-31	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0276886 **Norte** 6612656		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5936	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4789	
Arena sobrante (g)	1661		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1910 g/cm^3**				

Registro de datos					
PROYECTO	CANAL VILLALON	**TIPO DE ENSAYO: DENSIDAD**			
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-35	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0275142 **Norte6612708**		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	6022	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4935	
Arena sobrante (g)	1515		**Densidad de la arena utilizada (g)**	540	
Densidad húmeda	**1880 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

	VILLALON				
CLIENTE	ARCADIS	**Nº DE CALICATA**	CV-39	**PROF. DEL ENSAYO**	3.00-3.15 m
SECTOR	OVALLE	**COORDENADAS**	**Este** 0272269 **Norte** 6613040		
FECHA		**REALIZADO POR**	H.DÍAZ E.		
Arena total (g)	8000		**Material extraído (g)**	5939	
Arena cono inferior (g)	1550		**Arena utilizada (g)**	4852	
Arena sobrante (g)	1598		**Densidad de la arena utilizada (g)**	1540	
Densidad húmeda	**1890 g/cm^3**				

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

3.4 ANALISIS DE LABORATORIO

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 485	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensaye : 30/07/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		1	2	2	3	3A	4
Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	Desde	0,60	0,10	0,70	0,20	0,20	0,60
	Hasta	1,80	0,70	2,00	0,70	0,70	3,00
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"			100,00			
GRAVAS	3"	100,00		99,00	100,00	100,00	100,00
GRAVAS	2 1/2"	82,00		97,00	94,00	83,00	92,00
GRAVAS	2"	67,00		91,00	85,00	69,00	83,00
GRAVAS	1 1/2"	49,00		86,00	73,00	53,00	75,00
GRAVAS	1"	37,00		76,00	64,00	43,00	66,00
GRAVAS	3/4"	28,00		64,00	55,00	31,00	57,00
GRAVAS	3/8"	17,00		57,00	43,00	23,00	51,00
ARENA	Nº 4	9,00	100,00	48,00	31,00	16,00	48,00
ARENA	Nº10	5,00	76,00	32,00	22,00	7,00	33,00
ARENA	Nº40	3,00	53,00	22,00	15,00	4 00	24,00
ARENA	Nº200	1,00	31,00	11,00	8,00	2,00	12,00

Coeficiente Uniformidad							
Diametro Efectivo (mm)							
Fracción > a 0,08 mm (%)							

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	1,5	6,1	4,3	3,5	1,7	4,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,712	2,689	2,711	2,703	2,701	2,710
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	17	27	24	19	18	25
Limite Plastico WP	0	20	20	0	0	21
Indice de Plasticidad IP	NP	7	4	NP	NP	4
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GW	SC - SM	GC - GM	GP - GM	GW	GP - GC
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 2 - 4	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo						

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	**1 de 1**
	Informe de Suelos N° 486	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : **31/07/2014**

IDENTIFICACION

Muestra Nº		**5**	**6**	**7**	**8**	**8A**	**8A**
Lugar de Muestreo		**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**
Profundidad	**Desde**	**0,40**	**0,20**	**0,40**	**0,40**	**0,50**	**1,20**
	Hasta	**2,00**	**1,60**	**3,00**	**3,00**	**1,20**	**3,00**
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 3, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	**> 8"**					
		5"					
		4"		100,00			100,00
		3"		98,00	100,00		91,00
		2 1/2"		91,00	97,00	100,00	100,00	82,00
GRAVAS		**2"**	100,00	83,00	93,00	81,00	89,00	71,00
		1 1/2"	94,00	78,00	81,00	78,00	81,00	62,00
		1"	86,00	64,00	72,00	72,00	73,00	54,00
		3/4"	73,00	58,00	59,00	67,00	61,00	45,00
		3/8"	61,00	43,00	51,00	51,00	46,00	38,00
ARENA		**N° 4**	53,00	37,00	41,00	42,00	39,00	31,00
		N°10	39,00	28,00	32,00	36,00	31,00	24,00
		N°40	24,00	17,00	21,00	21,00	24,00	12,00
		N°200	13,00	8,00	11,00	9,00	11,00	7,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,8	4,1	3,8	3,1	2,8	3,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,698	2,701	2,699	2,697	2,712	2,709
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	18	23	20	19	26	19
Limite Plastico WP	0	20	0	0	20	0
Indice de Plasticidad IP	NP	3	NP	NP	6	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres. Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GM	GW - GM	GP - GM	GW - GM	GP - GC	GW - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo		0				

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	**1 de 1**
	Informe de Suelos N° 487	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : **31/07/2014**

IDENTIFICACION

Muestra Nº		9	9A	10	10A	10A	11A
Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	**Desde**	1,00	0,40	0,40	0,00	0,45	0,00
	Hasta	3,00	3,00	3,00	0,45	3,00	0,40
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.302.1-2003)

Tamiz							
Bolones > 8"							
	5"						
	4"	100,00			100,00		
	3"	92,00	100,00	100,00	98,00		
GRAVAS	2 1/2"	81,00	98,00	97,00	92,00	100,00	
	2"	73,00	93,00	94,00	81,00	94,00	
	1 1/2"	65,00	82,00	85,00	77,00	85,00	100,00
	1"	58,00	72,00	69,00	70,00	71,00	83,00
	3/4"	49,00	61,00	60,00	59,00	55,00	69,00
	3/8"	41,00	54,00	51,00	48,00	42,00	56,00
ARENA	N° 4	36,00	45,00	43,00	37,00	36,00	43,00
	N°10	28,00	31,00	31,00	25,00	27,00	32,00
	N°40	16,00	24,00	18,00	18,00	17,00	21,00
	N°200	8,00	11,00	9,00	10,00	8,00	9,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	4,2	3,7	3,9	3,9	3,8	2,8
Peso Espec. (Nch 1532)	2,701	2,712	2,702	2,713	2,711	2,702
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	26	18	24	19	19	23
Limite Plastico WP	21	0	21	0	0	20
Indice de Plasticidad IP	5	NP	3	NP	NP	3
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GW - GM	GP - GM	GW - GM	GP - GM	GW - GM	GW - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo	0		0			0

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 489	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 02/08/2014

IDENTIFICACION

	Muestra Nº	14	14	15	15	15B	15B
	Lugar de Muestreo	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	Desde	0,05	1,20	0,60	1,80	0,55	1,50
	Hasta	1,20	2,50	1,80	3,00	1,50	3,00
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"		100,00			100,00	100,00
	3"		97,00			93,00	97,00
	2 1/2"		93,00			81,00	91,00
GRAVAS	2"		87,00		100,00	72,00	87,00
GRAVAS	1 1/2"		80,00	100,00	97,00	60,00	83,00
GRAVAS	1"		71,00	97,00	91,00	52,00	77,00
GRAVAS	3/4"		57,00	89,00	83,00	47,00	69,00
GRAVAS	3/8"		49,00	81,00	76,00	41,00	62,00
ARENA	N° 4	100,00	41,00	73,00	69,00	36,00	55,00
ARENA	N°10	79,00	33,00	54,00	42,00	25,00	43,00
ARENA	N°40	55,00	22,00	29,00	31,00	19,00	29,00
ARENA	N°200	26,00	15,00	15,00	14,00	11,00	14,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	4,3	2,3	4,2	4,3	3,1	2,6
Peso Espec. (Nch 1532)	2,701	2,715	2,699	2,697	2,697	2,712
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	25	19	24	23	19	26
Limite Plastico WP	20	0	20	20	0	21
Indice de Plasticidad IP	5	NP	4	3	NP	5
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SC - SM	GM	SC - SM	SM	GP - GC	GC - GN
Clasificacion AASHTO	A - 2 - 4	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo	0			0	0	0

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 488	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 01/08/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		11A	11B	12	12	13	13
Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	**Desde**	0,40	0,10	0,40	1,00	0,50	1,25
	Hasta	0,80	1,00	1,00	2,10	1,25	2,45
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"				100,00		
	3"				94,00	100,00	100,00
	2 1/2"				81,00	91,00	96,00
GRAVAS	**2"**			100,00	72,00	85,00	93,00
	1 1/2"			97,00	66,00	73,00	82,00
	1"		100,00	89,00	51,00	64,00	72,00
	3/4"	100,00	91,00	81,00	47,00	55,00	61,00
	3/8"	95,00	85,00	75,00	41,00	49,00	51,00
	N° 4	91,00	73,00	68,00	39,00	45,00	39,00
ARENA	**N°10**	67,00	56,00	49,00	22,00	42,00	32,00
	N°40	46,00	33,00	28,00	16,00	28,00	22,00
	N°200	21,00	14,00	11,00	9,00	16,00	14,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,9	4,5	4,1	4,4	3,3	2,8
Peso Espec. (Nch 1532)	2,697	2,711	2,703	2,711	2,710	2,703
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido W/L	19	25	27	18	23	19
Limite Plastico W/P	0	21	21	0	19	0
Indice de Plasticidad IP	NP	4	6	NP	4	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SC - SM	SC - SM	SP - SC	GW - GM	GC - GM	GM
Clasificacion AASHTO	A - 2 - 4	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 -a
Indice de Grupo		0	0		0	

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 78.765.230-5

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	**1 de 1**
	Informe de Suelos N° 490	

Proyecto : Canal Villalon. Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : **08/08/2014**

IDENTIFICACION

Muestra Nº		**16**	**17**	**17**	**18**	**18A**	**18A**
Lugar de Muestreo		**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**	**Canal Villalon**
Profundidad	**Desde**	**0,60**	**0,70**	**2,00**	**0,60**	**0,00**	**1,20**
	Hasta	**3,00**	**2,00**	**3,95**	**3,00**	**1,20**	**3,00**
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	**> 8"**					
		5"			100,00		
		4"			100,00	98,00	
		3"	100,00		87,00	86,00	100,00
GRAVAS		**2 1/2"**	95,00	100,00	79,00	81,00	94,00
		2"	91,00	94,00	73,00	75,00	89,00
		1 1/2"	84,00	91,00	66,00	71,00	82,00
		1"	76,00	73,00	59,00	62,00	77,00
		3/4"	68,00	62,00	51,00	54,00	71,00
		3/8"	59,00	51,00	46,00	44,00	65,00
ARENA		**N° 4**	47,00	43,00	38,00	35,00	59,00
		N°10	29,00	30,00	27,00	23,00	27,00
		N°40	14,00	21,00	19,00	14,00	17,00
		N°200	8,00	12,00	11,00	7,00	11,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,5	3,7	3,1	2,7	3,4	3,2
Peso Espec. (Nch 1532)	2,709	2,713	2,702	2,717	2,695	2,703
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	19	18	19	25	24
Limite Plastico WP	0	0	0	0	19	21
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	6	3
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GW - GM	GP - GM	GP - GM	GW - GM	SP - SC	GP - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo					0	0

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

CLASIFICACIÓN DE SUELO

Informe de Suelos N° 491

1 de 1

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 08/08/2014

IDENTIFICACION

	Muestra Nº	19	19	20	21	21A	
	Lugar de Muestreo	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	
Profundidad	**Desde**	0,40	1,40	0,60	0,30	0,45	
	Hasta	1,40	3,00	2,80	1,10	1,40	
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	**> 8"**					
		5"					
		4"					
		3"	100,00	100,00			
GRAVAS		**2 1/2"**	96,00	98,00	100,00		
		2"	89,00	94,00	86,00		
		1 1/2"	81,00	82,00	74,00	100,00	100,00
		1"	69,00	72,00	62,00	89,00	95,00
		3/4"	54,00	66,00	57,00	68,00	89,00
		3/8"	48,00	57,00	41,00	59,00	81,00
ARENA		**N° 4**	41,00	46,00	28,00	42,00	76,00
		N°10	28,00	34,00	12,00	33,00	53,00
		N°40	17,00	21,00	8,00	21,00	34,00
		N°200	12,00	11,00	4,00	13,00	18,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	2,8	3,7	2,1	1,1	4,5	
Peso Espec. (Nch 1532)	2,714	2,712	2,716	2,703	2,697	
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	23	19	18	20	
Limite Plastico WP	0	19	0	0	0	
Indice de Plasticidad IP	NP	3	NP	NP	NP	
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM	GP - GC	GW	GM	SM	
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b	
Indice de Grupo		0				

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 492	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 09/06/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		22	23	24	25	26	27
Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	**Desde**	0,40	0,60	0,40	0,60	0,20	0,30
	Hasta	1,75	1,20	1,90	1,30	1,10	1,30
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"					100,00	
	3"		100,00		100,00	95,00	
GRAVAS	2 1/2"		97,00	100,00	92,00	89,00	100,00
GRAVAS	2"		91,00	94,00	79,00	81,00	92,00
GRAVAS	1 1/2"		84,00	86,00	75,00	75,00	86,00
GRAVAS	1"		71,00	67,00	69,00	67,00	73,00
GRAVAS	3/4"		62,00	58,00	57,00	54,00	64,00
GRAVAS	3/8"		51,00	49,00	49,00	47,00	56,00
ARENA	Nº 4	100,00	42,00	41,00	41,00	39,00	46,00
ARENA	Nº10	79,00	33,00	32,00	34,00	26,00	32,00
ARENA	Nº40	52,00	21,00	19,00	24,00	19,00	19,00
ARENA	Nº200	26,00	12,00	11,00	10,00	12,00	12,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	2,7	2,1	2,5	2,7	3,8	2,8
Peso Espec. (Nch 1532)	2,695	2,709	2,702	2,703	2,711	2,699
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	20	18	19	19	19	24
Limite Plastico WP	0	0	0	0	0	20
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	NP	4
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SM	GP - GM	GW - GM	GP - GM	GP - GM	GP - GC
Clasificacion AASHTO	A - 2 - 4	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo			0			0

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut.: 76.766.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	**1 de 1**
	Informe de Suelos Nº 493	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensaye : 08/08/2014

IDENTIFICACION

	Muestra Nº		27	28	29	30	30A	31
	Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad		**Desde**	1,30	0,60	0,50	0,30	0,30	0,30
		Hasta	3,00	1,40	1,40	0,70	1,10	1,50
	Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz							
	Bolones	**> 8"**						
		5"		100				
		4"		97,00				100,00
		3"		92,00			100,00	97,00
		2 1/2"		88,00		100,00	89,00	92,00
GRAVAS		**2"**	100,00	84,00		92,00	75,00	87,00
		1 1/2"	95,00	78,00	100,00	71,00	69,00	81,00
		1"	89,00	72,00	85,00	66,00	62,00	76,00
		3/4"	81,00	63,00	66,00	53,00	52,00	69,00
		3/8"	73,00	59,00	51,00	47,00	41,00	57,00
		Nº 4	55,00	47,00	43,00	38,00	36,00	47,00
ARENA		**Nº10**	39,00	28,00	30,00	25,00	23,00	31,00
		Nº40	21,00	15,00	21,00	17,00	14,00	25,00
		Nº200	16,00	9,00	11,00	11,00	9,00	11,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	2,8	3,5	3,2	3,1	2,7	3,4
Peso Espec. (Nch 1532)	2,702	2,708	2,711	2,702	2,717	2,714
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	19	19	18	19	18
Limite Plastico WP	0	0	0	0	0	0
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GM	GW - GM	GP - GM	GP - GM	GP - GM	GP - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo						

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 494	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : **09/08/2014**

IDENTIFICACION

Muestra Nº		31	32	32A	33	33	34
Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	**Desde**	1,50	0,40	0,20	0,00	0,60	0,00
	Hasta	2,50	0,75	1,90	0,60	1,40	0,60
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	**> 8"**					
		5"					
		4"					
		3"	100,00		100,00		100,00	
		2 1/2"	94,00		97,00		96,00	
GRAVAS		**2"**	89,00	100,00	93,00	100,00	87,00	
		1 1/2"	85,00	91,00	80,00	91,00	73,00	
		1"	72,00	78,00	71,00	79,00	61,00	
		3/4"	59,00	54,00	65,00	62,00	58,00	
		3/8"	48,00	48,00	55,00	53,00	47,00	
		Nº 4	37,00	41,00	46,00	47,00	38,00	100,00
ARENA		**Nº10**	27,00	28,00	34,00	31,00	27,00	78,00
		Nº40	18,00	17,00	21,00	23,00	18,00	51,00
		Nº200	9,00	12,00	13,00	16,00	9,00	39,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	2,7	2,9	2,8	2,5	2,5	4,6
Peso Espec. (Nch 1532)	2,708	2,714	2,712	2,712	2,712	2,698
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	19	19	19	19	37
Limite Plastico WP	0	0	0	0	0	23
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	NP	14
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM	GP - GM	GM	GM	GW - GM	SC
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 6
Indice de Grupo						2

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut.: 76.765.230-5

ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 495	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 09/08/2014

IDENTIFICACION

	Muestra Nº	34	35	35	35	36	36
	Lugar de Muestreo	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	**Desde**	0,60	0,00	0,40	1,00	0,10	0,75
	Hasta	2,90	0,40	1,00	3,00	0,75	2,07
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 3, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones	> 8"					
		5"					
		4"	100,00				100,00
		3"	93,00		100,00		92,00
		2 1/2"	85,00		98,00	100,00	84,00
GRAVAS		2"	72,00		94,00	92,00	73,00
		1 1/2"	64,00		82,00	82,00	91,00	62,00
		1"	58,00	100,00	72,00	63,00	86,00	55,00
		3/4"	51,00	93,00	66,00	56,00	75,00	48,00
		3/8"	44,00	82,00	57,00	42,00	69,00	41,00
ARENA		Nº 4	33,00	74,00	46,00	37,00	61,00	34,00
		Nº10	25,00	56,00	34,00	31,00	49,00	22,00
		Nº40	17,00	35,00	21,00	24,00	28,00	18,00
		Nº200	10,00	21,00	11,00	12,00	17,00	8,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,2	4,1	6,3	6,7	2,3	2,4
Peso Espec. (Nch 1532)	2,703	2,711	2,712	2,706	2,694	2,715
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	24	23	19	20	19
Limite Plastico WP	0	21	19	0	0	0
Indice de Plasticidad IP	NP	3	4	NP	NP	NP
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM	SM	GP - GC	GP - GM	SM	GW - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - a
Indice de Grupo		0	0			

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	**1 de 1**
	Informe de Suelos N° 496	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensaye : 10/08/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		37	37A	37A	37A	38	38
Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	**Desde**	0,00	0,00	0,40	1,00	0,60	1,50
	Hasta	0,45	0,40	1,00	1,60	1,50	3,00
	Cota Muestreo						

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"					100,00	100,00
	3"					92,00	91,00
	2 1/2"			100,00		84,00	81,00
GRAVAS	2"			96,00		73,00	75,00
	1 1/2"			83,00	100,00	66,00	62,00
	1"		100,00	75,00	87,00	58,00	56,00
	3/4"	100,00	92,00	66,00	76,00	49,00	50,00
	3/8"	86,00	84,00	54,00	57,00	42,00	41,00
	Nº 4	73,00	73,00	43,00	43,00	35,00	32,00
ARENA	Nº10	54,00	51,00	33,00	34,00	21,00	19,00
	Nº40	38,00	38,00	28,00	26,00	16,00	14,00
	Nº200	24,00	19,00	13,00	16,00	7,00	6,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1516)	3,1	3,8	2,7	2,7	2,5	3,1
Peso Espec. (Nch 1532)	2,696	2,695	2,714	2,713	2,718	2,706
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	24	27	19	19	18	26
Limite Plastico WP	21	22	0	0	0	22
Indice de Plasticidad IP	3	5	NP	NP	NP	4
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SM	SM	GM	GM	GW - GM	GW - GM
Clasificacion AASHTO	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - a
Indice de Grupo	0	0				

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut.: 76.765.230-5

LABORATORIO ANDINO	**CLASIFICACIÓN DE SUELO**	1 de 1
	Informe de Suelos Nº 497	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensayo : 10/08/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		39	39	40	41	41	42
Lugar de Muestreo		Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon	Canal Villalon
Profundidad	**Desde**	0,40	1,50	0,60	0,60	2,00	0,30
	Hasta	1,50	3,00	1,40	2,00	2,50	1,00
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"		100,00				
	4"		96,00				
	3"		92,00				
	2 1/2"		84,00				
GRAVAS	**2"**	100,00	76,00	100,00	100,00		
GRAVAS	**1 1/2"**	97,00	69,00	95,00	97,00	100,00	
GRAVAS	**1"**	93,00	61,00	86,00	91,00	94,00	
GRAVAS	**3/4"**	83,00	55,00	79,00	86,00	88,00	
GRAVAS	**3/8"**	75,00	49,00	71,00	79,00	78,00	
ARENA	**Nº 4**	68,00	39,00	65,00	71,00	67,00	100,00
ARENA	**Nº10**	43,00	27,00	43,00	53,00	48,00	83,00
ARENA	**Nº40**	34,00	16,00	27,00	38,00	32,00	61,00
ARENA	**Nº200**	22,00	7,00	18,00	24,00	19,00	38,00

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	3,7	1,9	3,7	3,9	4,5	8,2
Peso Espec. (Nch 1532)	2,695	2,714	2,706	2,713	2,697	2,697
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	19	19	18	19	25	31
Limite Plastico WP	0	0	0	0	22	22
Indice de Plasticidad IP	NP	NP	NP	NP	3	9
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	SM	GW - GM	SM	SM	SM	SC
Clasificacion AASHTO	A - 1 - b	A - 1 - a	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 4
Indice de Grupo		0				

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut.: 76.765.230-5

	CLASIFICACIÓN DE SUELO	1 de 1
	Informe de Suelos N° 498	

Proyecto : Canal Villalon, Ovalle
Empresa : DPI Ltda.
Profesional : Rafael Alarcón
Fecha de Ensaye : 10/06/2014

IDENTIFICACION

Muestra Nº		42					
Lugar de Muestreo		Canal Villalon					
Profundidad	Desde	1,00					
	Hasta	2,50					
Cota Muestreo							

GRANULOMETRIA (LNV 105 M.C. Vol. 8, 8.102.1-2003)

	Tamiz						
	Bolones > 8"						
	5"						
	4"	100,00					
	3"	92,00					
	2 1/2"	85,00					
GRAVAS	2"	76,00					
	1 1/2"	69,00					
	1"	62,00					
	3/4"	54,00					
	3/8"	48,00					
	N° 4	41,00					
ARENA	N°10	32,00					
	N°40	24,00					
	N°200	11,00					

Coeficiente Uniformidad						
Diametro Efectivo (mm)						
Fracción > a 0,08 mm (%)						

RELACIÓN DE PESO Y VOLUMEN

% W Natural (Nch 1515)	2,6					
Peso Espec. (Nch 1532)	2,713					
D.M.C.S (kg/m3)						
Humedad Optima (%)						
CBR al 95 % de DMCS a 2"						
Grado de Saturac. Sr (%)						
Densidad Máxima (kg/m3)						
Densidad Mínima (kg/m3)						
Densidad Natural (kg/m3)						

CONSTANTES HIDRICAS

Limite Liquido WL	27					
Limite Plastico WP	22					
Indice de Plasticidad IP	5					
Indice Liquido IL						
Lim. de Contrac. Posible						
Indice de Compres.Posible						

CLASIFICACION

Clasificacion U.S.C.S.	GP - GM					
Clasificacion AASHTO	A - 1 - a					
Indice de Grupo	0					

OBSERVACIONES

LABORATORIO ANDINO S.A
Rut: 76.765.230-5

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

SEPTIEMBRE 2014.

LTDA dpi@dpiltd.cl FONO 56-2-356 71 34 FAX 56-2 494 21 45

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL VILLALÓN

Anexo 8

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

ARCADIS
Infrastructure · Water · Environment · Buildings

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-2000-GO-INF-002_C

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL CANAL VILLALON

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-0000-GO-INF-005**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	S. Rivano	P. Talloni	Paolo Zuñiga/ D. Gonzalez	Coordinación Interna
	Fecha	25.08.14	25.08.14	27.08.14	
B	Nombre Firma	S. Rivano	P. Talloni	Paolo Zuñiga/ D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	25.08.14	25.08.14	27.08.14	
C	Nombre	S. Rivano	P. Talloni	Paolo Zuñiga/ D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Firma	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

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

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL CANAL VILLALON

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5
2 OBJETIVOS 5
3 CANAL VILLALON 5
4 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS 6
4.1 DIRECCIÓN DE RIEGO - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS 6
4.2 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS 6
4.3 SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA 6
5 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL 6
6 GEOLOGÍA DEL CANAL VILLALÓN 7
6.1 UNIDADES DE ROCAS. 7
6.2 UNIDADES DE SUELOS 8
7 GEOLOGÍA DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN 10
7.1 SECTOR 1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN ENTRE LA BOCATOMA Y EL SIFÓN DE LA QUEBRADA EL INGENIO 11
7.2 SECTOR 2.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN ENTRE EL SIFÓN DE LA QUEBRADA EL INGENIO Y EL SIFÓN DE LA QUEBRADA LA PLACA 16
7.3 SECTOR 3.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN ENTRE LA QUEBRADA LA PLACA Y EL FINAL DEL CANAL EN LA HACIENDA EL SAUCE. 19
8 ESTABILIDAD DE LOS TERRENOS DEL CANAL VILLALÓN 26
9 CONCLUSIONES 26
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 Mapa Geológico y Sectorización del Canal Villalón

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1: Ubicación canal Villalón (el canal Villalón se indica en trazo blanco)..... 5

Figura 7-1.- Sectorización del canal Villalón. En trazo azul canal, en trazos azules túneles, en trazo amarillo aducción..... 10

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 7-1.- Detalle del talud que aloja el canal en el tramo de los túneles 1,2 y 3 (Sector 1). Se aprecia un afloramiento de rocas volcánicas cretácicas (Ka) que ha sido cortado por el canal. 12

Fotografía 7-2.- Vista del portal de entrada del túnel 4 que cruza hacia la ladera norte de la terraza. Se observan depósitos de gravas y arenas gravosas fluviales, miopliocénicas, que conforman el talud en el que se aloja el canal..... 12

Fotografía 7-3.- Detalle de un corte en la carretera cercano al Túnel Villalón 4 (que pasa por debajo)..... 13

Fotografía 7-4.- Detalle del talud norte de la terraza en que se localiza el canal, después del túnel Villalón 10. Se aprecia las gravas fluviales previamente mencionadas. En la parte alta del talud se observan ocupaciones ilegales que vierten desperdicios hacia el canal..... 13

Fotografía 7-5.- Vista hacia aguas abajo del canal, después del túnel Villalón 10, mostrando un aspecto general del talud de la terraza..... 14

Fotografía 7-6.- Vista del portal de salida del túnel Villalón 10 (hacia aguas arriba). Se muestra la pendiente del talud y los depósitos de gravas fluviales miopliocenas (MPlc(a)) que conforman las terrazas del sector..... 14

Fotografía 7-7.- Detalle de la granulometría de los depósitos fluviales miopliocénicos (MPlc(a)) aguas abajo del túnel 7. Se aprecia una mayor cantidad de arena y la imbricación de los clastos mayores. El sentido de escurrimiento es de izquierda a derecha..... 15

Fotografía 7-8.- Vista desde la ladera suroriental del Sifón El Ingenio..... 16

Fotografía 7-9.- Vista general hacia el este del llano en que se excavó el túnel Villalón 11 del canal homónimo. Se aprecia el trazado superficial del túnel dado el poco espesor de suelo que lo cubre (en trazos negros). Al fondo se observa el cerro Las Lechuzas, constituido por rocas intrusivas del Cretácico Inferior..... 17

Fotografía 7-10.- Detalle de las gravas miopliocénicas en el segundo tramo del sector 2. Se aprecia claramente la fábrica imbricada en la que se disponen los clastos, el alto redondeamiento y sus formas generalmente ovaladas. También se aprecia lo escaso de la matriz arena..... 18

Fotografía 7-11.- Vista del sifón de la quebrada La Placa, desde su inicio en la ladera sur de la quebrada. 18

Fotografía 7-12.- Depósitos coluviales proximales de conos de deyección miopliocénicos, cruzados por el túnel 13. Se aprecia el gran tamaño de los bloques mayores, la angulosidad de los clastos y el carácter de matrizsoportado del depósito. 19

Fotografía 7-13.- Vista hacia el norte del recorrido de un tramo del canal aguas abajo del túnel 13, mostrando las geoformas correspondientes a los antiguos conos de deyección miopliocénicos en los que se excavó el canal. Hacia la izquierda de la fotografía se localiza el valle del río Limarí. Al fondo, los cordones de cerros desde donde se generaron los flujos detríticos que formaron los conos de deyección. 20

Fotografía 7-14.- Vista del piso de hormigón del canal Villalón entre los túneles 15 y 16. 21

Fotografía 7-15.- Panorama del borde del canal entre los túneles 17 y 18 mostrando rocas andesíticas fracturadas de la unidad Complejo Volcánico Agua Salada (Jas) del Jurásico. 21

Fotografía 7-16.- Portal de entrada del túnel Villalón 19 (túnel Valdivia 3) mostrando depósitos distales de conos de deyección antiguos (MPlc(b)) cubiertos por depósito fluviales (MPlc(a)), ambos de la Formación Confluencia. En trazo negro se indica el contacto. 22

Fotografía 7-17.- Detalle del flanco derecho del canal antes de la entrada al túnel 21 (Ciruelo 2). Se aprecia un estrato de arenas fina limosas rosadas cubiertas por gravas angulosas matrizsoportadas, correspondientes a los depósitos de conos de deyección (MPlc(b)). 23

Fotografía 7-18.- Detalle del margen derecho del canal aguas abajo del túnel 22 (Ciruelo 3). Se observan niveles de estratos de arenas finas y arenas limosas parcialmente litificadas, y sobre ellos depósitos distales, más gruesos, de gravas arenosas matrizsoportadas, muy angulosas que se interpretan como los depósitos más distales de los conos de deyección miopliocénicos (MPlc(b)). 24

Fotografía 7-19.- En el portal de salida del túnel 22 (Ciruelo 3) se visualizan las gravas arenosas matrizsoportadas de la fotografía anterior, cubiertas por depósitos de gravas gruesas angulosas correspondientes a depósitos proximales de conos de deyección (MPlc(b)). 24

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Bellavista", ARCADIS Chile ha ejecutado una campaña de terreno consistente en la revisión de la geología de las zonas involucradas por estos canales.

2 OBJETIVOS

El presente informe tiene como objetivo principal la caracterización geológica de los terrenos en los que se emplaza el canal Villalón, con énfasis en las condiciones de estabilidad de los mismos y la ocurrencia de peligros geológicos que eventualmente puedan afectar al canal.

3 CANAL VILLALON

El canal Villalón, uno de los más importantes de la hoya del río Limarí, está situado en la comuna de Ovalle, provincia de Limarí, IV Región de Coquimbo. En la Figura 3-1 se presenta la ubicación en planta de las áreas de interés. Este sistema de riego se encuentra asociado a los embalses Recoleta-Paloma-Cogotí, con una longitud aproximada de 51 km

Figura 3-1: Ubicación canal Villalón (el canal Villalón se indica en trazo blanco).



4 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

4.1 DIRECCIÓN DE RIEGO - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

- MEJORAMIENTO DEL CANAL VILLALÓN. IRH-MOP. Consultoría OME-39. 1994.

En este informe se describe de manera general la geología y características geotécnicas de los terrenos en los que se emplaza el canal Villalón, entre el sifón La Placa y el final del canal, describiéndose así solo los últimos 20 km del canal.

4.2 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS

- GEOLOGÍA DE LA HOJA OVALLE. PROVINCIA DE COQUIMBO. Boletín N° 23 escala 1:250.000. Chile. 1967.

Este informe corresponde a uno de los primeros levantamientos geológicos de una provincia completa, realizado en el año 1967. Dadas sus características de levantamiento regional a escala 1:250.000, el mapa muestra contactos geológicos aproximados y asignaciones de edades en base a correlaciones a gran distancia.

4.3 SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA.

- GEOLOGÍA DEL ÁREA OVALLE-PEÑABLANCA, REGIÓN DE COQUIMBO. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica N° (n.n) escala 1:100.000. Chile, en edición.

Este documento, realizado entre los años 1998 y 2005, se encuentra aún en edición. Como aporte importante corrige las asignaciones de edad de algunas unidades sobre la base de nuevos antecedentes y presenta, en forma más detallada, los contactos litológicos entre las diferentes unidades. Este estudio incluye la mitad occidental de la anterior Hoja Ovalle.

5 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Geomorfológicamente, el canal Villalón se sitúa en la unidad morfoestructural denominada la "Mediana Montaña" (Paskoff, 1970) que comprende la zona entre la Cordillera de la Costa, con alturas no superiores a 1000 m, y los primeros contrafuertes cordilleranos de la Cordillera Principal o de los Andes, con alturas sobre los 2.500 m. El basamento rocoso está constituido por rocas volcánicas, sedimentarias y graníticas del Cretácico, cubierto parcialmente por depósitos fluviales, aluviales y coluviales del Mioplioceno y Cuaternario.

6 GEOLOGÍA DEL CANAL VILLALÓN

El canal Villalón, de acuerdo con la información geológica disponible en las Hojas Ovalle y Ovalle-Peñablanca, fue excavado casi enteramente en depósitos aterrazados correspondientes a la Formación Confluencia del Mioceno-Plioceno, depósitos que se extienden ampliamente desde Ovalle hacia el oeste (Anexo 1).

Estos depósitos fueron inicialmente considerados de edad cuaternaria (Thomas, 1967); sin embargo, estudios recientes del SERNAGEOMIN (Hoja Ovalle-Peñablanca, en edición) han permitido reasignar estos depósitos al Mioceno-Plioceno, incluyéndolos en la Formación Confluencia (Rivano y Sepúlveda, 1991).

En el sector del aeródromo de El Tuqui, el canal cruza el estero El Ingenio de sur a norte mediante un sifón, para después continuar su recorrido en depósitos coluviales procedentes del cordón del cerro Negro, retornando después a los depósitos aluvionales aterrazados de la Formación Confluencia hasta llegar al sector de confluencia del río Limarí con el estero El Ingenio, en donde se adosa al pie de los cerros ubicados al norte de los Llanos del Limarí. Allí, cruza nuevamente por medio de un nuevo sifón en la quebrada La Placa y continúa luego por rocas volcánicas jurásicas meteorizadas del Complejo Subvolcánico Agua Salada del Jurásico y su cubierta coluvial cuaternaria, cruzando algunos sectores por medio de túneles cortos excavados en roca meteorizada y/o coluvios. El sector final del canal se ubica esencialmente en los depósitos aterrazados de la Formación Confluencia y, eventualmente, en depósitos coluviales que cubren parcialmente las rocas intrusivas del Cretácico inferior. En los sectores en los cuales el canal se emplazó en los depósitos de la Formación Confluencia se excavaron túneles de diferentes longitudes, estando ellos completamente revestidos, mientras que el canal en general muestra solo revestimiento parcial en algunos sectores.

6.1 UNIDADES DE ROCAS.

Unidad Complejo Volcánico Agua Salada (**Jas**) (Jurásico Superior).

Se trata de un conjunto de rocas volcánicas que afloran en el borde occidental de la Cordillera de la Costa, consistentes en andesitas y tobas con escasas intercalaciones de areniscas y calizas (Jas (a)). Otra facies corresponde a ignimbritas con andesitas intercaladas (Jas (b)) las que se ubican hacia el este de la facies anterior. La unidad es intruida por cuerpo plutónicos asignados a la unidad Plutón San Juan del Jurásico-Cretácico. La unidad es cruzada o bordeada por el canal únicamente en las partes bajas del cordón del cerro Tamaya ubicadas al sur de éste, en el sector de la quebrada La Placa.

Unidad Intrusivos Dioríticos (**JKd**) (Jurásico Superior – Cretácico Inferior).

Corresponde a un conjunto de rocas intrusivas del Jurásico Superior a Cretácico Inferior que aflora formando cuerpos de dimensiones reducidas en el sector occidental del área de estudio, en donde intruyen a las rocas del Complejo Volcánico Agua Salada. Litológicamente consisten en monzodioritas cuarcíferas, monzodioritas, dioritas, dioritas cuarcíferas y gabros de biotita, anfíbola y piroxeno, de grano medio con tendencia a porfiroide. Localmente presentan desarrollo de rocas cataclásticas y esquistos dinámicos. Edades de 143 y 145 Ma son consideradas representativas de la edad del conjunto.

Formación Arqueros (**Ka**) (Cretácico Inferior)

Secuencia principalmente volcánica, andesítico-basáltica, de depositación submarina y subaérea, con intercalaciones de sedimentitas marinas, a veces fosilíferas.

En el sector del canal se distinguen tres unidades litológicas de esta formación:

a- Lavas porfíricas ("ocoitas"), basaltos de piroxeno-olivino, de anfíbola-piroxeno y de anfíbola. Además se reconocen niveles de hialoclastitas y peperitas submarinas.
b- Calizas y areniscas marinas subordinadas, en parte fosilíferas, con intercalaciones de lutitas y tobas.
c- Tobas y brechas piroclásticas con intercalaciones de lavas andesíticas de piroxeno de depositación subaérea.

Unidad Intrusivos Graníticos a Dioritícos (**Kig**) (Cretácico Inferior).

Se trata de un complejo intrusivo compuesto por un conjunto de stocks, principalmente de grano grueso, compuestos por dioritas a monzogranitos. Se han obtenido para ellos edades entre 130 a 110 ma. Forman cuerpos equidimensionales, a veces alargados, con superficies entre 20 a 80 km^2. En el área de estudio estas rocas afloran localmente en los cerros Las Lechuzas y El Dorado, en donde el canal las intercepta solo muy localmente.

El grado de meteorización de las unidades de rocas descritas varía entre nada a moderadamente meteorizadas.

6.2 UNIDADES DE SUELOS.

Formación Confluencia (MPlc) (Mioceno-Plioceno).

Esta unidad consiste fundamentalmente en depósitos continentales fluviales, aluvionales y lacustres, estos últimos de extensión reducida.

Los depósitos aluvio-fluviales (MPlc(a)) consisten en gravas gruesas, gravas arenosas, gravas finas y lentes de arenas gruesas con gravas y bloques; los clastos se presenta bien redondeados, ovalados y a menudo mostrando una clara imbricación; la matriz es arena fina a gruesa con muy pocos finos. Poseen un cierto grado de litificación por cementación temprana lo que confiere al material compacidades medias a altas. Estos depósitos forman un gran porcentaje del suelo predominante en las terrazas altas del valle y cuenca del Limarí, con espesores cercanos a los 120 m, extendiéndose ampliamente hacia el oeste hasta llegar a engranar con la Formación Coquimbo (marina) del Mioceno-Plioceno.

Los depósitos aluvionales (MPlc(b)) corresponden principalmente a antiguos conos de deyección truncados por los cauces de las quebradas actuales. Están compuestos por gravas gruesas, gravas arenosas y arenas gravosas con intercalaciones de lentes de arenas finas limosas estratificadas, que se ubican normalmente en o muy cerca del engrane con las facies fluviales (MPlc(a)). Los clastos son angulosos, mal seleccionados, sin estratificación o con estratificación

irregular, en general monomícticos. Se interpretan como depósitos aluvionales de flujos detríticos que confluían hacia el valle del paleo-río Limarí. Se presentan siempre con un cierto grado de litificación lo que les confiere compacidades medias a altas.

Las facies de arenas limosas finas y estratificadas, localizadas casi siempre en las zonas de interdigitación entre las gravas aluvionales (MPlc(b)) y las fluviales (MPlc(a)), se interpretan como depositaciones lacustres resultados de embalses temporales originados por los depósitos aluvionales al invadir el cauce del paleo-río Limarí.

La Formación Confluencia, dado su relación de engrane lateral con la Formación Coquimbo a lo largo del límite entre las Planicies Litorales y la Cordillera de la Costa, ha sido considerada de edad Mioceno-Plioceno en la IV^a Región,

.

Depósitos Fluviales Antiguos (Qfa) (Cuaternario)

Consisten en depósitos matrizsoportados de gravas gruesas a muy gruesas, polimicticas, de compacidad en general media, que forman terrazas bajas adyacentes al cauce actual de los ríos.

Depósitos Fluviales Recientes (Qf) (Cuaternario).

Corresponden a gravas gruesas a muy gruesas con bloques, polimícticas, de compacidad baja y matrizsoportadas. Se presentan bien estratificadas y frecuentemente con imbricación de los clastos. Tienen intercalaciones de gravas finas y arenas. Rellenan los cauces actuales de los ríos Hurtado y Limarí.

Depósitos Coluviales Recientes (Qc) (Cuaternario)

Están compuestos por sedimentos monomícticos, de baja compacidad, adosados a las laderas o al pie de ellas y también a algunas quebradas menores. Están formados por clastos de granulometría variada, incluyendo bloques métricos, angulosos a subangulosos. Ocasionalmente muestran delgadas intercalaciones lentiformes de limos con mala estratificación subparalela.

Depósitos Aluviales Recientes (Qa) (Cuaternario)

Consisten en depósitos de gravas polimícticas con matriz de arenas y limos que constituyen el relleno de quebradas, formando además conos aluvionales que cubren una topografía labrada en los depósitos fluviales y aluvionales de la Formación Confluencia (MPlc).

7 GEOLOGÍA DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN

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 7-1):

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

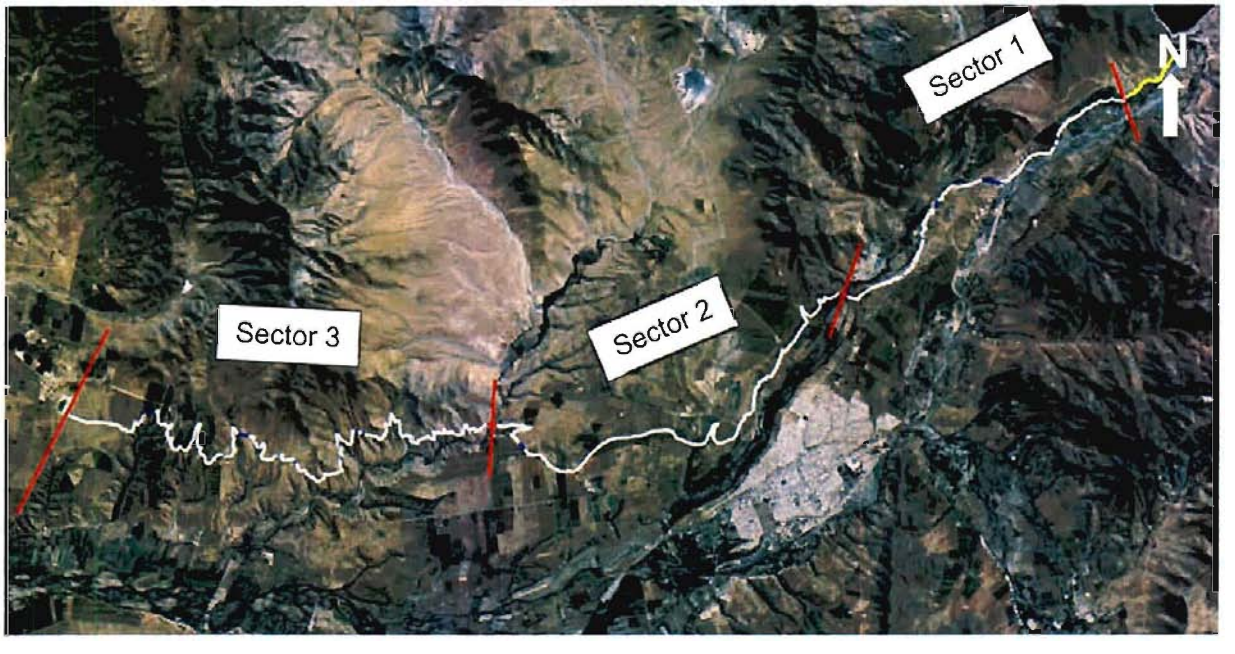
Sector 1. Se extiende desde el final del rápido que alimenta al canal (km 0) en el valle del río Hurtado y el sifón que cruza la quebrada El Ingenio (Km 10,98-11,23).

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.

A continuación se describe la geología de cada sector.

Figura 7-1.- Sectorización del canal Villalón. En trazo azul canal, en trazos azules túneles, en trazo amarillo aducción.



7.1 SECTOR 1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN ENTRE LA BOCATOMA Y EL SIFÓN DE LA QUEBRADA EL INGENIO

El sector se inicia en la Bocatoma del canal Villalón en depósitos fluviales del río Hurtado.

Km 0,000-1,380

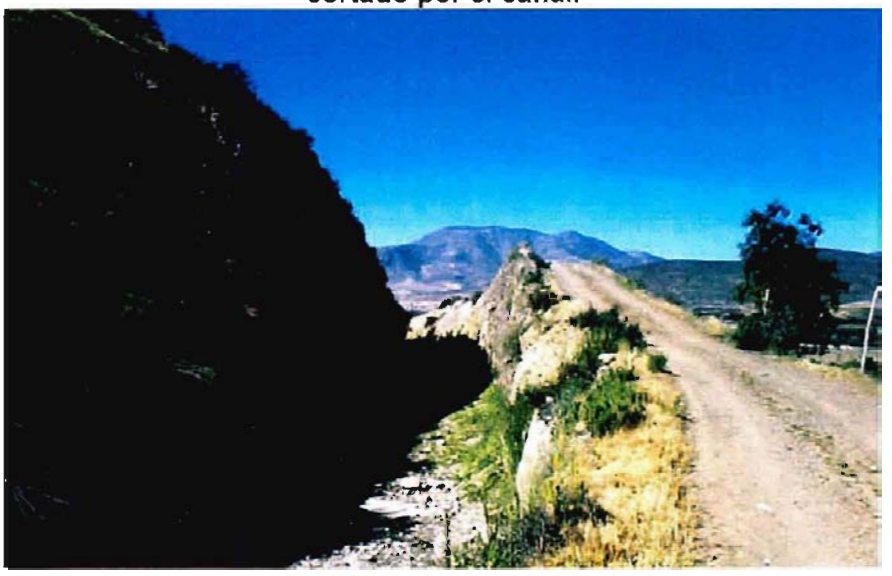
Desde la Bocatoma y durante unos 1.380 m el canal se desarrolla en sedimentos fluviales recientes (Qf), siguiendo el límite norte de la llanura de inundación actual del valle del río Hurtado.

Km 1,380-5,040

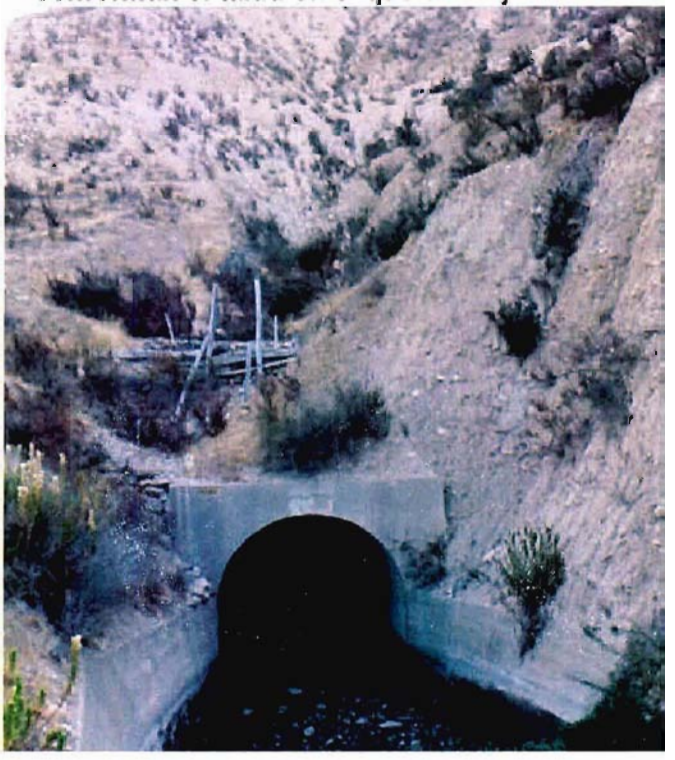
El canal se emplaza en los depósitos semi-litificados antiguos de gravas fluviales con intercalaciones arenosas de la Formación Confluencia (MPlc(a)) del Mioplioceno que constituyen las terrazas altas de los llanos del Limarí y entre los que sobresalen algunos afloramientos de rocas volcánicas cretácicas "ahogados" en los depósitos miopliocénicos. En este tramo el canal se instala en el talud sur de la terraza localizada entre el río Hurtado y la quebrada El Ingenio cortando las unidades de roca y suelos ya mencionados (Fotografía 7-1). Hacia el final del tramo, en los últimos 510 m, el canal se interna en el túnel 4 Villalón (
Fotografía 7-2), de 510 m de largo, cruzando los depósitos de gravas fluviales miopliocénicos de la terraza (Fotografía 7-3), en dirección aproximada N75°W, para concluir el tramo en el portal de salida del túnel 4 Villalón en la quebrada Cuesta Chuela, en el flanco norte de la terraza.

En este tramo se reconocieron otros 3 túneles siendo los dos primeros excavados en parte en rocas volcánicas del Cretácico Inferior (Formación Arqueros (Ka) (Fotografía 7-1).

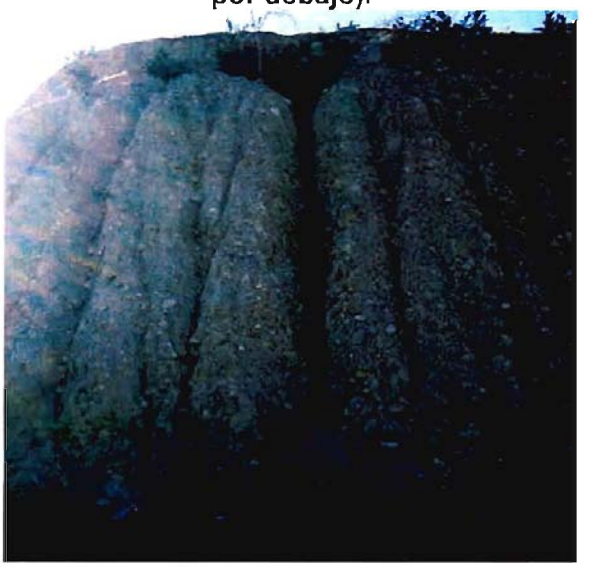
Fotografía 7-1.- Detalle del talud que aloja el canal en el tramo de los túneles 1,2 y 3 (Sector 1). Se aprecia un afloramiento de rocas volcánicas cretácicas (Ka) que ha sido cortado por el canal.



Fotografía 7-2.- Vista del portal de entrada del túnel 4 que cruza hacia la ladera norte de la terraza. Se observan depósitos de gravas y arenas gravosas fluviales, miopliocénicas, que conforman el talud en el que se aloja el canal



Fotografía 7-3.- Detalle de un corte en la carretera cercano al Túnel Villalón 4 (que pasa por debajo).



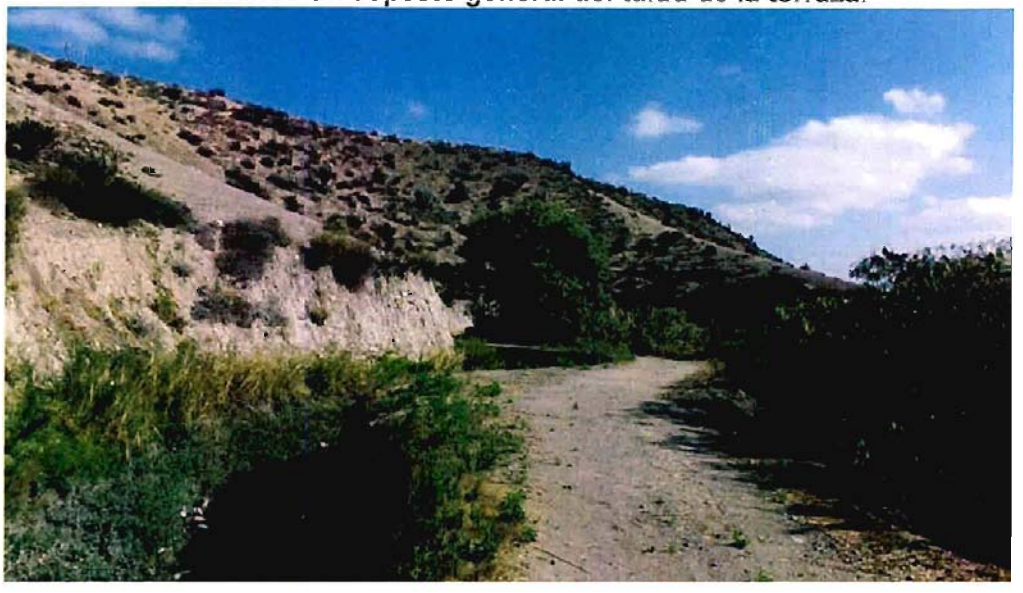
Km 5,040-10,98

El canal, aguas abajo del túnel 4, sigue el cauce de la quebrada Cuesta Chuela durante unos 800 m para luego adosarse al talud norte de la terraza (Fotografía 7-4 y Fotografía 7-5), manteniéndose siempre sobre el flanco izquierdo de la quebrada El Ingenio hasta los 800 m finales del sector en donde se interna en la terraza para enfrentar el cruce de la quebrada El Ingenio mediante un sifón. En este tramo, el canal solo intercepta los depósitos fluviales miopliocénicos de la Formación Confluencia (MPlc(a)) (Fotografía 7-6 y Fotografía 7-7); además, en este tramo se localizan 6 túneles (túneles Villalón 5 al 10).

Fotografía 7-4.- Detalle del talud norte de la terraza en que se localiza el canal, después del túnel Villalón 10. Se aprecia las gravas fluviales previamente mencionadas. En la parte alta del talud se observan ocupaciones ilegales que vierten desperdicios hacia el canal.



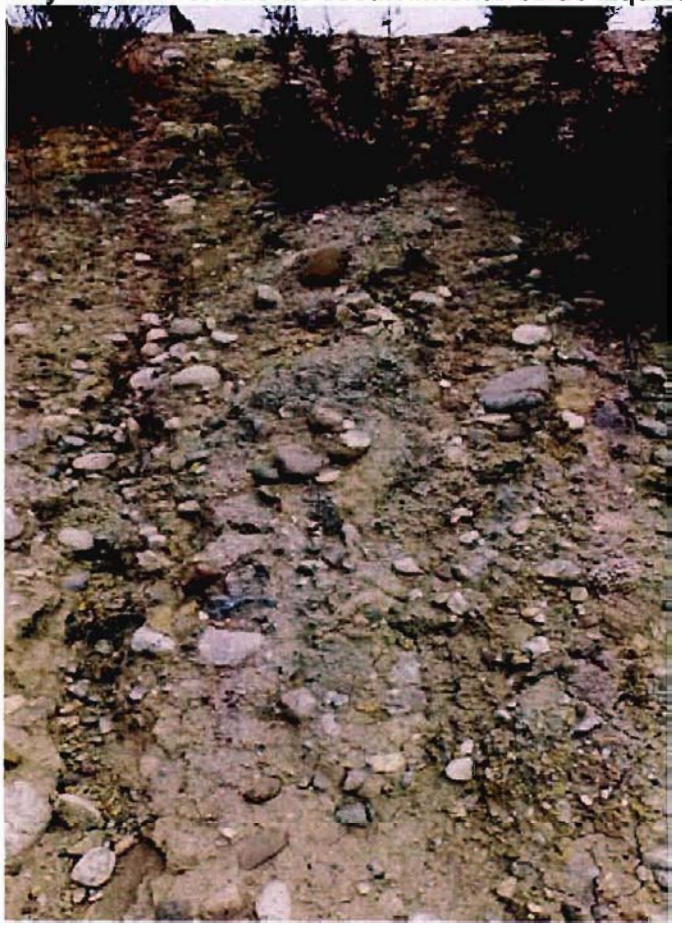
Fotografía 7-5.- Vista hacia aguas abajo del canal, después del túnel Villalón 10, mostrando un aspecto general del talud de la terraza.



Fotografía 7-6.- Vista del portal de salida del túnel Villalón 10 (hacia aguas arriba). Se muestra la pendiente del talud y los depósitos de gravas fluviales miopliocenas (MPlc(a)) que conforman las terrazas del sector.



Fotografía 7-7.- Detalle de la granulometría de los depósitos fluviales miopliocénicos (MPlc(a)) aguas abajo del túnel 7. Se aprecia una mayor cantidad de arena y la imbricación de los clastos mayores. El sentido de escurrimiento es de izquierda a derecha.

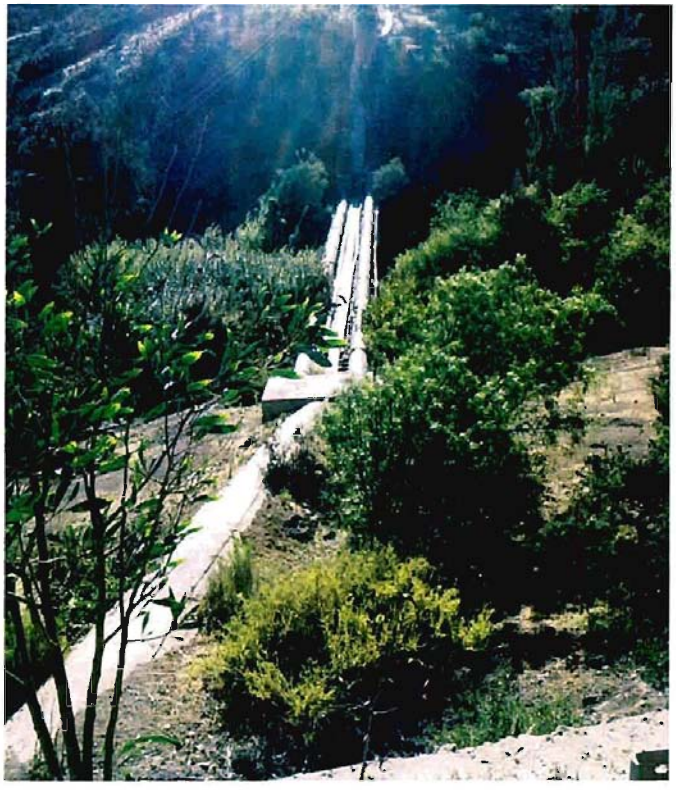


En la llegada del canal al sifón El Ingenio (Fotografía 7-8) finaliza el primer sector del canal Villalón

Km 10,98-11,23

El canal cruza la quebrada El Ingenio mediante un sifón de 250 metros de longitud (Fotografía 7-8).

Fotografía 7-8.- Vista desde la ladera suroriental del Sifón El Ingenio.



7.2 SECTOR 2.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN ENTRE EL SIFÓN DE LA QUEBRADA EL INGENIO Y EL SIFÓN DE LA QUEBRADA LA PLACA.

El sector 2 se inicia en la mitad occidental del sifón El Ingenio, en el cauce de la quebrada homónima.

Km 11,230-13,420

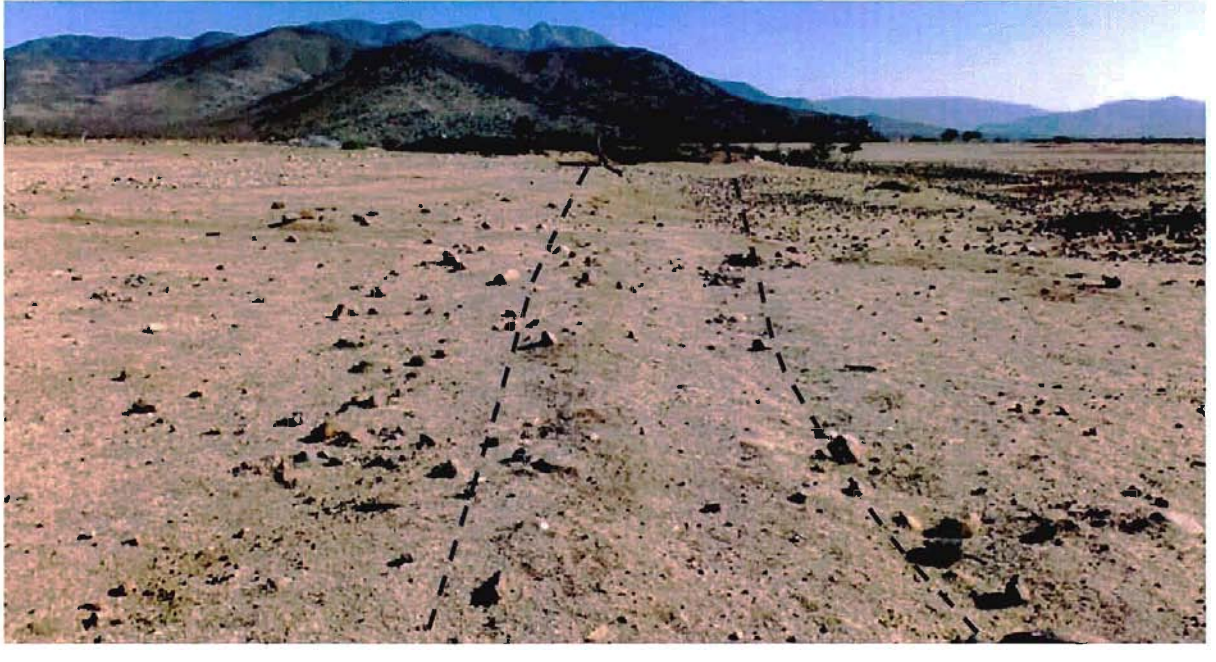
El canal cruza y asciende por el flanco derecho del valle de El Ingenio y se instala en rocas volcánicas, en parte submarinas, correspondientes a andesitas, andesitas basálticas y basaltos, además de hialoclastitas y peperitas de depositación subacuática; todas ellas pertenecientes a la Formación Arqueros del Cretácico Inferior (Ka (a2)) y, por extensión, parcialmente en la cubierta coluvial proveniente de la meteorización de esas rocas. El canal contornea la ladera sur del cerro Negro de 760 m.s.n.m. El tramo finaliza con la entrada del canal en los llanos de Tamaya.

Km 13,420-29,070

El canal se despega de la ladera sur del cerro Negro y entra directamente a los llanos de Tamaya adentrándose nuevamente en las gravas y arenas semi-litificadas de la Formación Confluencia (MPlc(a)), con dirección general NS y bordeando el talud de la terraza que marca el flanco NW del cauce de la quebrada El Ingenio. A unos 4,00 km aproximadamente desde el inicio del tramo, el canal vira en dirección general EW internándose por el llano de Tamaya, acercándose al extremo sur de un cordón de lomas alargado en dirección NS correspondiente al cerro El Dorado (504 m.s.n.m.), curzándolo por el borde sur y cortando en algunos cientos de metros rocas intrusivas meteorizadas pertenecientes a la Unidad Intrusivos Graníticos y Dioríticos (Kigd) del Cretácico Inferior, retomando después su recorrido por los depósitos de gravas fluviales de la Formación Confluencia (MPlc(a)). Luego de unos 3,00 km hacia el oeste el canal bordea nuevamente por el sur un cerro bajo (Cerro Las Lechuzas, 449 m.s.n.m.) (Fotografía 7-9) constituido por rocas intrusivas (Kigd) del Cretácico Inferior y su cubierta coluvial (Qc). Las cuales afloran parcialmente en los costados del canal en una extensión de unos 1,50 km aproximadamente, para luego continuar en los depósitos de gravas fluviales miopliocénicas de la Formación Confluencia (MPlc(a)) (Fotografía 7-10) hasta el final de tramo en el sifón de la quebrada La Placa. En la parte final del tramo se ubican dos túneles (Villalón 11 y 12).

En el sifón La Placa de este tramo concluye el sector 2 del canal Villalón.

Fotografía 7-9.- Vista general hacia el este del llano en que se excavó el túnel Villalón 11 del canal homónimo. Se aprecia el trazado superficial del túnel dado el poco espesor de suelo que lo cubre (en trazos negros). Al fondo se observa el cerro Las Lechuzas, constituido por rocas intrusivas del Cretácico Inferior.



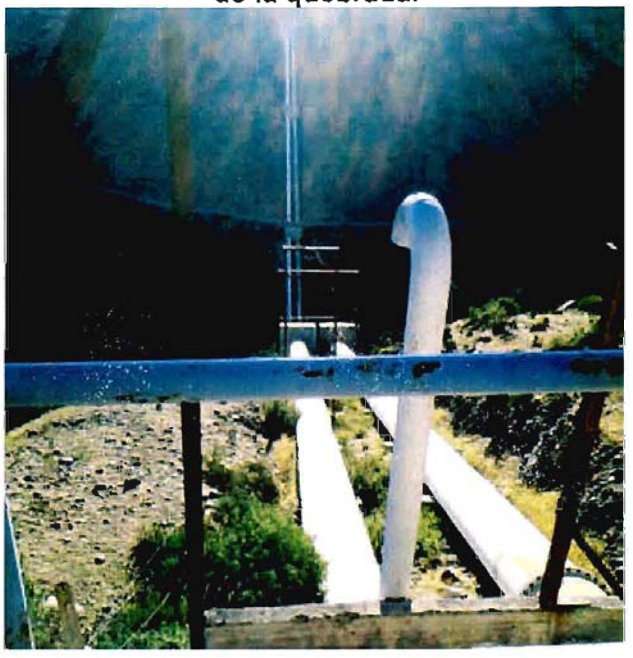
Fotografía 7-10.- Detalle de las gravas miopliocénicas en el segundo tramo del sector 2. Se aprecia claramente la fábrica imbricada en la que se disponen los clastos, el alto redondeamiento y sus formas generalmente ovaladas. También se aprecia lo escaso de la matriz arena.



Km 29,070-29,38

Corresponde al cruce en sifón de la quebrada La Placa que es el límite entre los sectores 2 y 3 del canal (Fotografía 7-11).

Fotografía 7-11.- Vista del sifón de la quebrada La Placa, desde su inicio en la ladera sur de la quebrada.



7.3 SECTOR 3.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DEL CANAL VILLALÓN ENTRE LA QUEBRADA LA PLACA Y EL FINAL DEL CANAL EN LA HACIENDA EL SAUCE.

El sector 3 se inicia en flanco oeste o izquierdo de la quebrada La Placa y concluye en el sector de la hacienda El Sauce en un embalse terminal.

Km 29,380-32,890

En este tramo inicial del sector 3 el canal cruza a media falda la ladera sur del cerro Tamaya (1.151 m.s.n.m.) manteniéndose en rocas volcánicas (ignimbritas con intercalaciones de andesitas) y cuerpos hipabisales (filones andesíticos) pertenecientes a la unidad Complejo Volcánico Agua Salada del Jurásico. En este tramo no hay túneles.

Km 32,890-34,140

Este tramo del canal, ubicado siempre en los faldeos sur del cerro Tamaya, intercepta depósitos semilitificados de gravas arenosas y arenas gravosas con clastos angulosos, groseramente estratificados, de gran heterogeneidad granulométrica y pésima selección (Fotografía 7-12), lo que permite interpretarlos como depósitos coluviales proximales de conos de deyección (Fotografía 7-13), muy probablemente depositados como flujos detríticos. Estos depósitos, de acuerdo a sus relaciones de interdigitación con las gravas fluviales de la Formación Confluencia (MPlc(a)) han sido incluidos como un miembro de brechas proximales de la Formación Confluencia (MPlc(b)). En el tramo existe un corto túnel de unos 27 m aproximadamente (túnel 13 Villalón = túnel González) excavado en las gravas brechosas miopliocénicas (MPlc(b)).

Fotografía 7-12.- Depósitos coluviales proximales de conos de deyección miopliocénicos, cruzados por el túnel 13. Se aprecia el gran tamaño de los bloques mayores, la angulosidad de los clastos y el carácter de matrizsoportado del depósito.



Fotografía 7-13.- Vista hacia el norte del recorrido de un tramo del canal aguas abajo del túnel 13, mostrando las geoformas correspondientes a los antiguos conos de deyección miopliocénicos en los que se excavó el canal. Hacia la izquierda de la fotografía se localiza el valle del río Limarí. Al fondo, los cordones de cerros desde donde se generaron los flujos detríticos que formaron los conos de deyección.



Km 34,140-35,260

El canal corta rocas de la Unidad Complejo Volcánico Agua Salada (Jas); inicialmente cruza rocas ignimbríticas con intercalaciones andesíticas y luego se interna en una alternancia de tobas y lavas andesíticas con escasas intercalaciones de areniscas y calizas hasta el final del tramo.

Km 35,260-36,480

En esta parte del sector 3 el canal se excavó principalmente en suelos coluviales proximales que conforman las zonas más altas de los conos de deyección antiguos (MPlc(b)), los que se extienden ampliamente hacia el sur. Ellos están cubiertos localmente por una delgada cubierta de depósitos aluvio–coluviales recientes (Qc). Los depósitos coluviales antiguos (MPlc(b)) están compuestos por gravas y gravas arenosas angulosas, semilitificadas, con muy mala clasificación.

En la primera parte del tramo se reconocen tres túneles (túneles 14, 15 y 16 Villalón = túneles Marín 1, 2 y 3). En este tramo y localmente en los siguientes tramos se observó en algunos sectores que bajo la capa de suelo de gravas que cubre el fondo del canal existe un piso de hormigón que se encuentra en buen estado (Fotografía 7-14). Se desconoce si este pavimento es continuo o discontinuo.

Fotografía 7-14.- Vista del piso de hormigón del canal Villalón entre los túneles 15 y 16.



Km 36,480-37,140

Nuevamente el canal intercepta rocas volcánicas de la Unidad Complejo Volcánico Agua Salada (Jas) del Jurásico como las anteriormente descritas (Fotografía 7-15). Este tramo posee dos túneles (Túneles 17 y 18 Villalón= túneles Valdivia 1 y Valdivia 2, respectivamente).

Fotografía 7-15.- Panorama del borde del canal entre los túneles 17 y 18 mostrando rocas andesíticas fracturadas de la unidad Complejo Volcánico Agua Salada (Jas) del Jurásico.



Km 37,140-37,280

Este tramo del canal se desarrolla en depósitos coluviales de conos de deyección proximales (MPlc(b)), interdigitados localmente con los depósitos fluviales (MPlc(a)) de la Formación Confluencia (Fotografía 7-16). Existe un solo túnel (Túnel Villalón 19 = túnel Valdivia 3) en este tramo.

Fotografía 7-16.- Portal de entrada del túnel Villalón 19 (túnel Valdivia 3) mostrando depósitos distales de conos de deyección antiguos (MPlc(b)) cubiertos por depósito fluviales (MPlc(a)), ambos de la Formación Confluencia. En trazo negro se indica el contacto.



Km 37,280-38,830

El canal nuevamente contornea la punta sur de un pequeño cerro de 435 m.s.n.m. que concluye en el extremo sur del cordón que se desprende del cerro Tamaya. En esta parte del recorrido nuevamente cruza rocas del complejo Volcánico Agua Salada (Jas) del Jurásico.

Km 38,830-43,300

El canal continúa por la ladera SW del cerro Tamaya cruzando cercanamente el contacto entre las facies coluviales proximales de los conos de deyección y las gravas fluviales de la Formación Confluencia (MPlc(b) y MPlc(a), respectivamente). El contacto está representado por la interdigitación entre ambas facies depositacionales. En estos sectores, por efecto de la depositación de los flujos detríticos y consecuente avance de los conos de deyección hacia el cauce principal, se originaron lagos temporales con acumulación de niveles de depósitos finos (Fotografía 7-17; Fotografía 7-18 y Fotografía 7-19) que se observan en estos sectores de

interdigitación de las facies principales, siendo especialmente visibles entre los túneles Villalón 20 y 21 (túneles Ciruelo 1 y 2, respectivamente). Existen, además de los túneles mencionados, los túneles Villalón 22 y 23 (Túneles Ciruelo 3 y El Sauce 1 respectivamente) localizados en la mitad final del tramo. Eventualmente el canal cruza también depósitos coluviales recientes (Qc) de la quebrada El Sauce y sus afluentes.

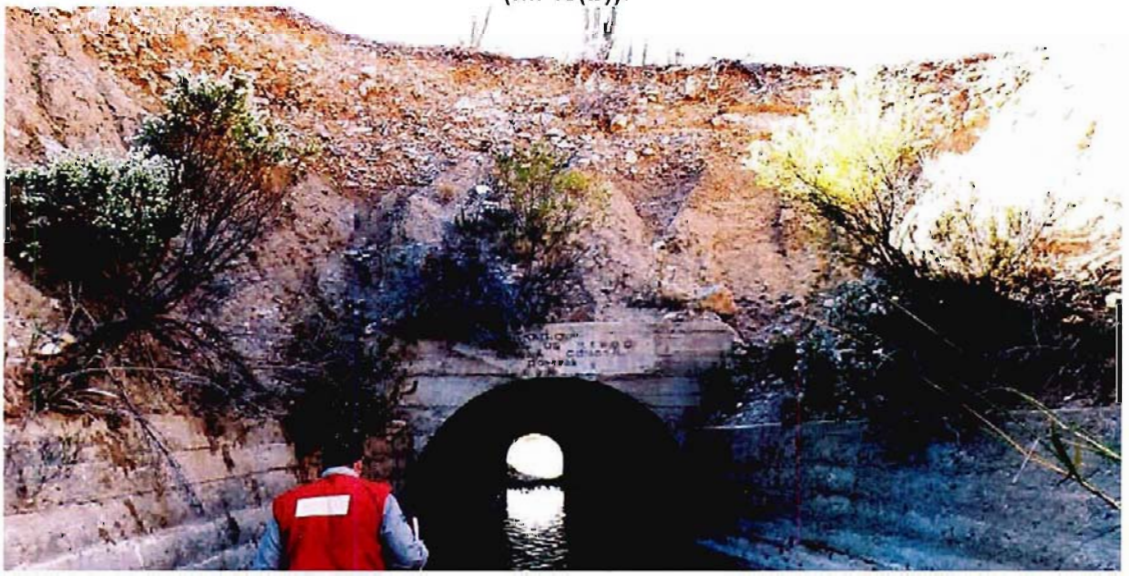
Fotografía 7-17.- Detalle del flanco derecho del canal antes de la entrada al túnel 21 (Ciruelo 2). Se aprecia un estrato de arenas fina limosas rosadas cubiertas por gravas angulosas matrizsoportadas, correspondientes a los depósitos de conos de deyección (MPlc(b)).



Fotografía 7-18.- Detalle del margen derecho del canal aguas abajo del túnel 22 (Ciruelo 3). Se observan niveles de estratos de arenas finas y arenas limosas parcialmente litificadas, y sobre ellos depósitos distales, más gruesos, de gravas arenosas matrizsoportadas, muy angulosas que se interpretan como los depósitos más distales de los conos de deyección miopliocénicos (MPlc(b)).



Fotografía 7-19.- En el portal de salida del túnel 22 (Ciruelo 3) se visualizan las gravas arenosas matrizsoportadas de la fotografía anterior, cubiertas por depósitos de gravas gruesas angulosas correspondientes a depósitos proximales de conos de deyección (MPlc(b)).



Km 43,300-45,580

El canal intercepta rocas intrusivas pertenecientes a la Unidad de Intrusivos Dioríticos del Jurásico Superior-Cretácico Inferior, al contornear un cerro de 334 m.s.n.m. del cordón de los cerrillos de Tamaya. En la mitad final el canal cruza, en unos pocos metros, los depósitos coluviales recientes (Qc) de la quebrada El Tordillo. En este tramo el túnel 24 (= túnel El Sauce 2) se localiza al inicio de éste.

Km 45,580-49,940

Nuevamente el canal intercepta los depósitos de conos de deyección distales miopliocénicos (MPlc(b)) en los terrenos cultivados de la hacienda El Sauce. En este tramo se localizan los túneles Villalón 25 y 26 (=túneles Las Penitas 1 y 2 respectivamente).

Km 49,940-51,100

En este tramo final el canal pasa desde los depósitos de cono de deyección distales a los depósitos francamente fluviales de la Formación Confluencia (MPlc(b)). En los últimos 150 metros vuelve a cruzar los sedimentos coluviales de los conos de deyección miopliocénicos de la Formación Confluencia, para concluir su trayecto en el Embalse San Antonio.

Con este último tramo finaliza el Sector 3 y el recorrido del canal Villalón.

8 ESTABILIDAD DE LOS TERRENOS DEL CANAL VILLALÓN

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 (Fotografía 7-2).

9 CONCLUSIONES

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.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- Paskoff, R. 1970. Le Chili semi-arid: recherches géomorphologiques. Biscaye Frères, Imprimeurs. Bordeaux, France.

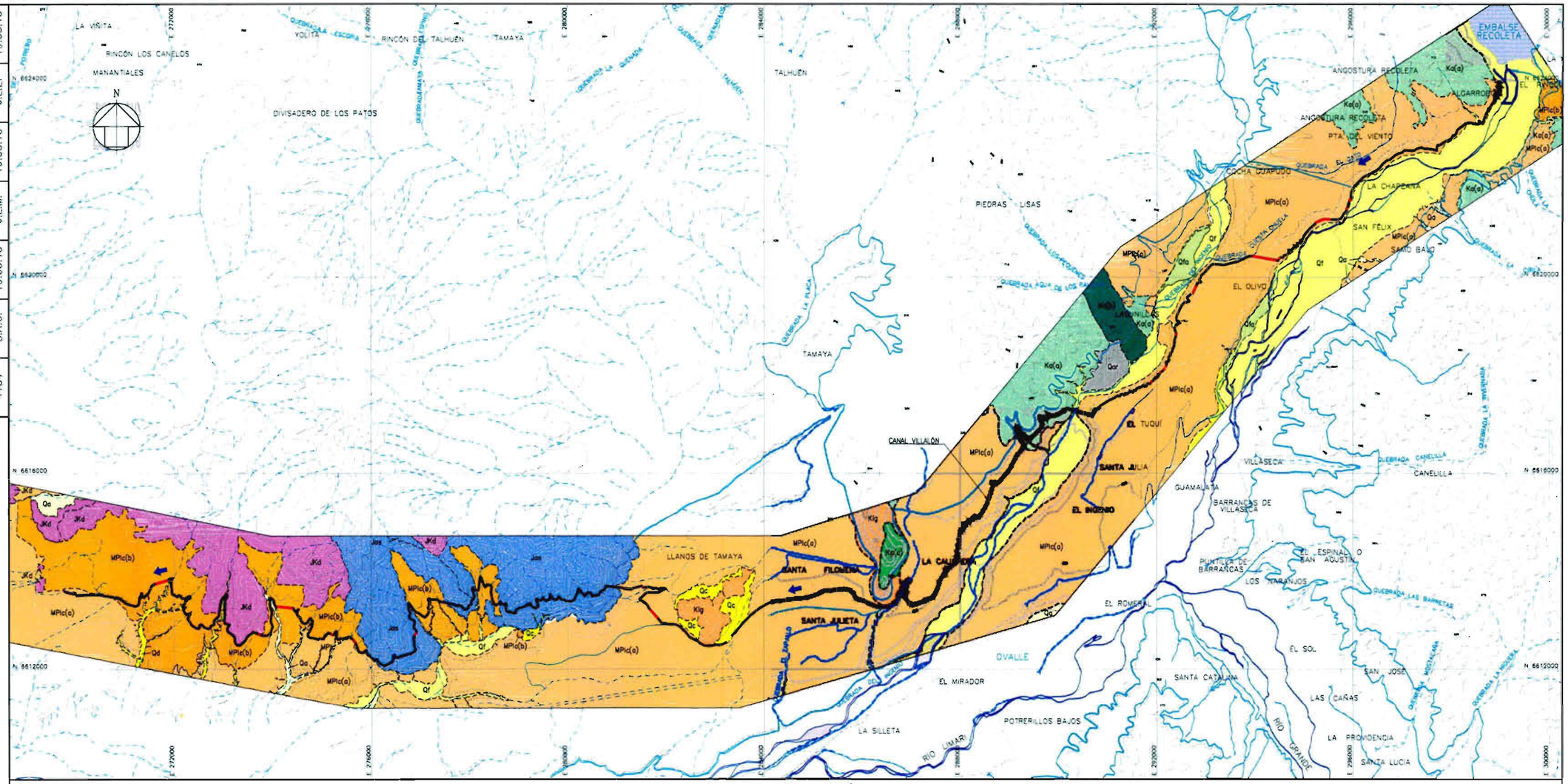
2- Rivano, S; Sepúlveda, P. 1991. HOJA ILLAPEL., Región de Coquimbo. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta geológica de Chile N° 69 escala 1:250.000. Santiago, Chile.

3- Thomas, H. 1967. GEOLOGÍA DE LA HOJA OVALLE. PROVINCIA DE COQUIMBO. Instituto de Investigaciones Geológicas. Boletín N° 23 escala 1:250.000. Chile.

4- ARCADIS CHILE. Inspección Geológico-Geotécnica de los Túneles del Canal Villalon. Informe N° 4184-0000-GO-INF-002. Comisión Nacional De Riego, Santiago, Chile.

ANEXO 1
MAPA GEOLÓGICO Y SECTORIZACIÓN DEL CANAL VILLALÓN

PROY.	DISEÑÓ	FECHA	DIBUJÓ	FECHA	REVISÓ	FECHA
4184	S.R.G.	19.03.15	J.L.M.	19.03.15	J.L.Z.	19.03.15



800 400 0 400 800m
ESCALA GRAFICA

LEYENDA

Unidades de Suelos

Qra — **Depósitos de relleno artificial (Qra) (Holoceno)**
Acumulaciones líticas correspondientes a "botaderos" de estéril de minas, embalses de relaves abandonados y muros de embalses de regadío.

Qa — **Depósitos aluviales recientes (Qa) (Cuaternarios)**
Brechas no consolidadas polimícticas con matriz de arena y limo. Constituyen el relleno de quebradas actuales.

Qc — **Depósitos coluviales (Qc) (Holoceno)**
Sedimentos monomícticos inconsolidadas formados por clastos angulosos con matriz de limo, adosados a las laderas, con mala estratificación subparalela.

Qf — **Depósitos fluviales recientes (Qf) (Holoceno)**
Gravas gruesas y muy gruesas, polimícticas, con abundante matriz de arena, no consolidadas. Forman los cauces actuales.

Qfo — **Depósitos fluviales antiguos (Qfo) (Plioceno)**
Gravas gruesas y muy gruesas, polimícticas, con abundante matriz de arena, débilmente consolidadas y no consolidados, indiferenciadas. Forman terrazas bajas adyacentes y en el centro de cauces actuales.

MPlc(a) / MPlc(b) — **Formación Confluencia (MPlc) (Mioceno – Plioceno)**
Depósitos continentales fluvicos, aluvionales y lacustres.
(a) Depósitos aluvo–fluviales consistentes en gravas medias a muy gruesas, clasto–soportadas, pol–oligomícticos, poco consolidados. Clastos redondeados, discoidales, imbricados y un 30–40% meteorizados. Matriz intersticial de arena muy fina a muy gruesa.
(b) Depósitos aluvionales compuestos por Brechas matriz soportados, gruesas a muy gruesas oligomícticas, con mediana a baja consolidación. Clastos angulosos en parte orientados, con matriz que varía de limo–arenosa a areniscas de guijarros.

PLANTA CANAL VILLALÓN
ESCALA 1:40.000

Unidades de Rocas

Klg — **Unidad Intrusivos Graníticos a Dioríticos (Klg) (Cretácico Inferior)**
Stocks de dioritas a monzogranitos que intruye a la Formación Arqueros.

Ka(a) / Ka(b) / Ka(c) — **Formacion Arqueros (Ka) (Cretácico Inferior)**
Volcánica, andesítico–basáltica, de depositación submarina y subaérea con intercalaciones sedimentarias marinas.
(a) Lavas porfíricas ("ocultas"), andesitas basálticas de piroxeno; basaltos de piroxeno–olivino; de anfíbola–piroxeno y de anfíbola; hialoclastitas y pacorritas submarinas.
(b) Calizas y areniscas subordinadas, en parte fosilíferas, marinas, con intercalación de lutitas y tobas.
(c) Tobas y brechas piroclásticas con intercalación de lavas de piroxeno, de depositación subaérea.

JKd — **Unidad Intrusivos Dioríticos (JKd) (Jurásico – Cretácico)**
Monzodioritas, dioritas y gabros de grano medio con tendencia porfiroide.

Jas — **Complejo Volcánico Agua Salada (Jas) (Jurásico – Superior)**
Lavas andesíticas y tobas con intercalaciones de arenisca y calizas.

SIMBOLOGÍA

- CONTACTO GEOLÓGICO INFERIDO
- CAMINOS
- QUEBRADAS
- RÍO
- 525 CURVAS DE NIVEL
- DIRECCIÓN DE FLUJO
- TRAZADO CANAL VILLALÓN
- TÚNELES CANAL VILLALÓN

NOTAS

1. DIMENSIONES EXPRESADAS EN METRO.
2. ELEVACIONES EN METROS SOBRE NIVEL DEL MAR (m.s.n.m.)
3. COORDENADAS EN SISTEMA DE PROYECCIÓN UTM, REFERIDAS AL DATUM WGS–84.

ARCADIS CHILE

TÍTULO
MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA
CANAL VILLALÓN
MAPA GEOLÓGICO TRAZADO CANAL

FIG. N°	ESCALA	REV.
4184–2000–GO–FIG–001	INDICADA	0

FECHA PLOTEO:

ARCHIVO CAD:

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL VILLALÓN

Anexo 9

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-2000-IH-MEC-001_C

ANEXO 9 - HIDROLOGÍA CANAL VILLALÓN

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-0000-IH-INF-002**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Muñoz	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.08.14	27.08.14	27.08.14	
C	Nombre Firma	P. Muñoz	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

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

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 9 - HIDROLOGÍA CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 OBJETIVOS 4
1.2 REFERENCIAS 4
1.3 ÁREA DE ESTUDIO 5

2 ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES 6
2.1 REGISTRO DE CAUDALES 6
2.2 REGISTRO DE PRECIPITACIONES 9

3 RELLENO Y EXTENSIÓN DE SERIES 13
3.1 CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL 13
3.2 RELLENO DE ESTADISTICA DE PRECIPITACIONES 14
3.3 ANÁLISIS DE FRECUENCIA 17
3.4 MAPA DE ISOYETAS 17
3.5 CURVAS IDF 18

4 ESTUDIO DE CRECIDAS 21
4.1 METODOLOGÍA 21
4.2 RESULTADOS QUEBRADAS APORTANTES AL CANAL 22

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 9.1 Estadística y Correlación de Caudales Medios Mensuales

Anexo 9.2 Estadística de Precipitaciones Máximas Anuales Correlaciones y Análisis de Frecuencia

Anexo 9.3 Estimación de Escorrentías Quebradas Aportantes al Canal

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Estaciones con registro de caudales 6
Tabla 2-2: Estaciones con Registro de Precipitación 9
Tabla 2-3: Precipitaciones anuales máximas diarias (mm) 12
Tabla 3-1: Caudales medios mensuales (m3/s) 13
Tabla 3-2: Precipitaciones anuales máximas diarias (mm). Serie rellenada (k=1,1) 16
Tabla 3-3: Resultados del análisis de frecuencia 17
Tabla 3-4: Coeficientes de frecuencia, estaciones cercanas al canal Buzeta 19
Tabla 3-5: Coeficientes de duración para estación Paloma Embalse 19
Tabla 3-6 Intensidad de lluvia para distintos periodos de retorno y duración 20
Tabla 4-1: Coeficientes de escorrentía (T=10 años) 22
Tabla 4-2: Estimación de caudales afluentes al canal Villalón 24

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación general área de estudio 5
Figura 2-1: Ubicación de estaciones con registro de caudales 7
Figura 2-2: Caudales medios mensuales 8
Figura 2-3: Ubicación de estaciones con registro de precipitaciones 10
Figura 2-4: Ubicación zona homogénea y estaciones pluviométricas seleccionadas 11
Figura 3-1: Curva de variación estacional río Hurtado en Angostura de Paine 14
Figura 3-2: Correlación precipitaciones máximas anuales 15
Figura 3-3: Mapa de isoyetas Ppmáx en 24 hrs y T=10 años 18
Figura 3-4 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia 20
Figura 4-1 Ubicación de quebradas aportantes al canal Villalón 23

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

El siguiente documento contiene el estudio hidrológico de la zona donde se emplaza el canal Villalón, al norte de la ciudad de Ovalle, en la IV región de Coquimbo.

Los objetivos generales del estudio corresponden a:

- Recopilación de los antecedentes fluviométricos y pluviométricos en las cercanías del canal Villalón.
- Caracterizar el recurso hídrico en el cauce del río Limarí, a través de una estadística de caudales medios mensuales, generando las curvas de variación estacional.
- Determinación de la distribución de la precipitación en la zona de estudio para distintas probabilidades de ocurrencia, generando el mapa de isoyetas y generación de las curvas intensidad duración frecuencia.
- Estimación de los caudales de crecida de las quebradas aportantes al canal mediante un modelo precipitación-escorrentía.

1.2 REFERENCIAS

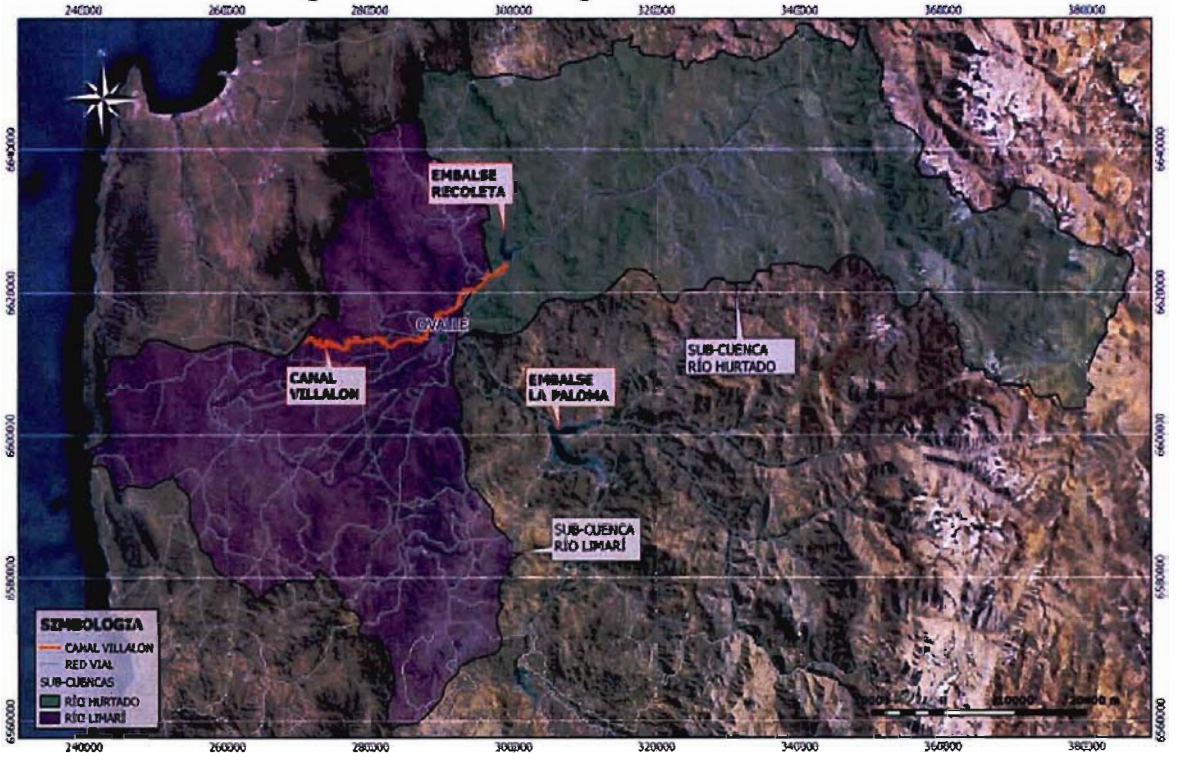
1. Dirección General de Aguas (1995). Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica.
2. Dirección General de Aguas (1991). Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días Escala 1:500.000.
3. Instituto Geográfico Militar, mapas cartográficos escala 1:50.000.
4. Ministerio de Obras Públicas Chile (2012). Manual de Carreteras, Volumen 3, Capítulo 3.700. Diseño del drenaje, saneamiento, mecánica e hidráulica fluvial. Dirección de vialidad.
5. Ministerio de Obras Públicas Chile (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Choapa.
6. Universidad de la Serena (2006). Memoria de título Curvas intensidad – Duración – Frecuencia de precipitaciones de la IV Región.
7. Ven Te Chow, Maidment, D. R., Mays, L.W. (1994): Hidrología Aplicada. -McGraw-Hill Interamericana.

1.3 ÁREA DE ESTUDIO

El canal Villalón se ubica en la cuenca del río Limarí, en la IV región. Esta hoya hidrográfica se encuentra entre los valles de los ríos Elqui por el norte y Choapa por el sur, abarcando una superficie aproximada de 11.800 km^2.

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 km^2. En la Figura 1-1 se presenta la ubicación general del área de estudio.

Figura 1-1: 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 m^3. Esta obra se abastece de las escorrentías del río Hurtado y el río Higuerillas.

2 ANTECEDENTES BÁSICOS DISPONIBLES

2.1 REGISTRO DE CAUDALES

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 2-1 y cuya ubicación se indica en la Figura 2-1.

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 conducirlas 2 km aguas abajo hacia el canal Villalón. La Figura 2-1 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 2-1: 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 2-1: Ubicación de estaciones con registro de caudales

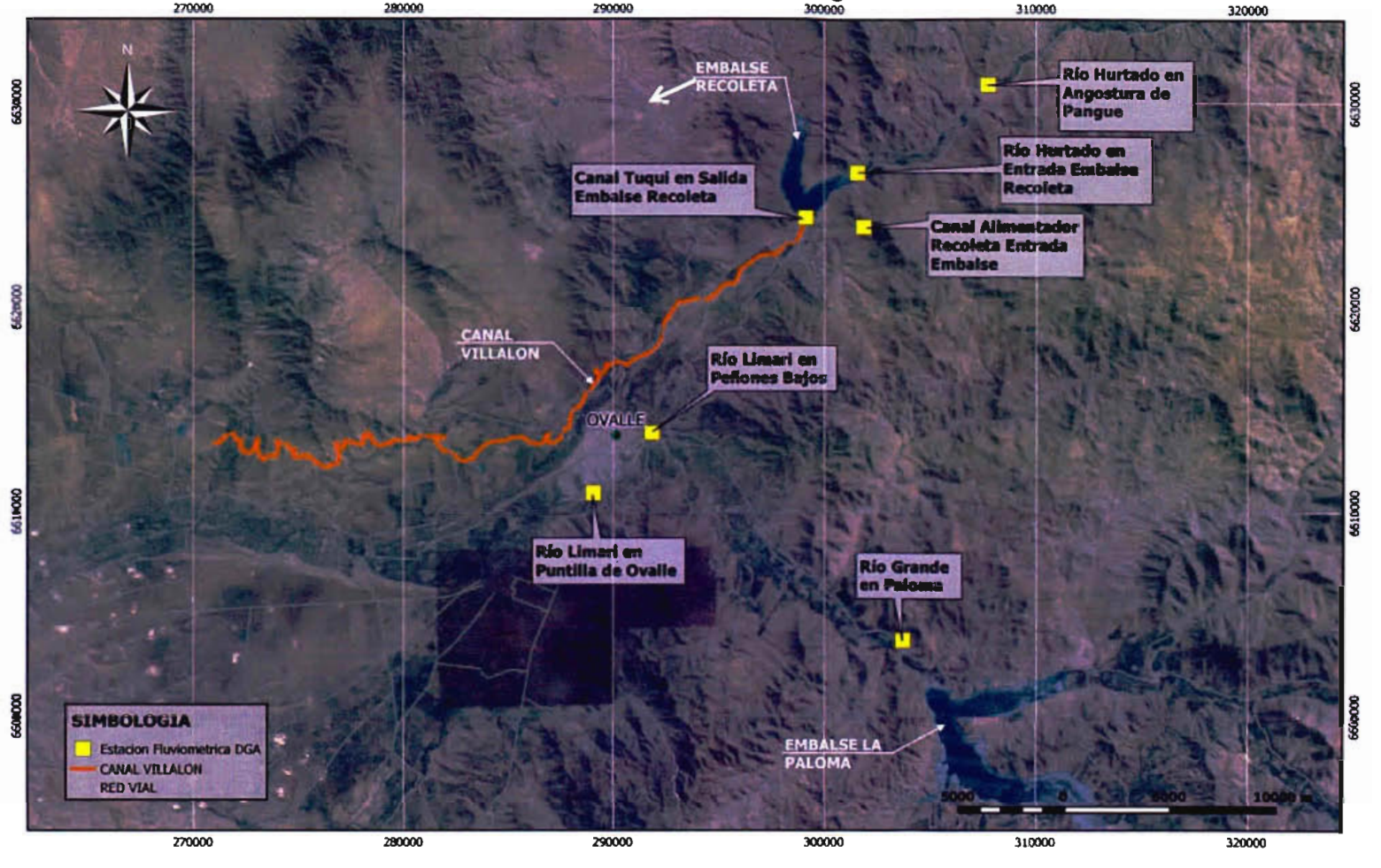
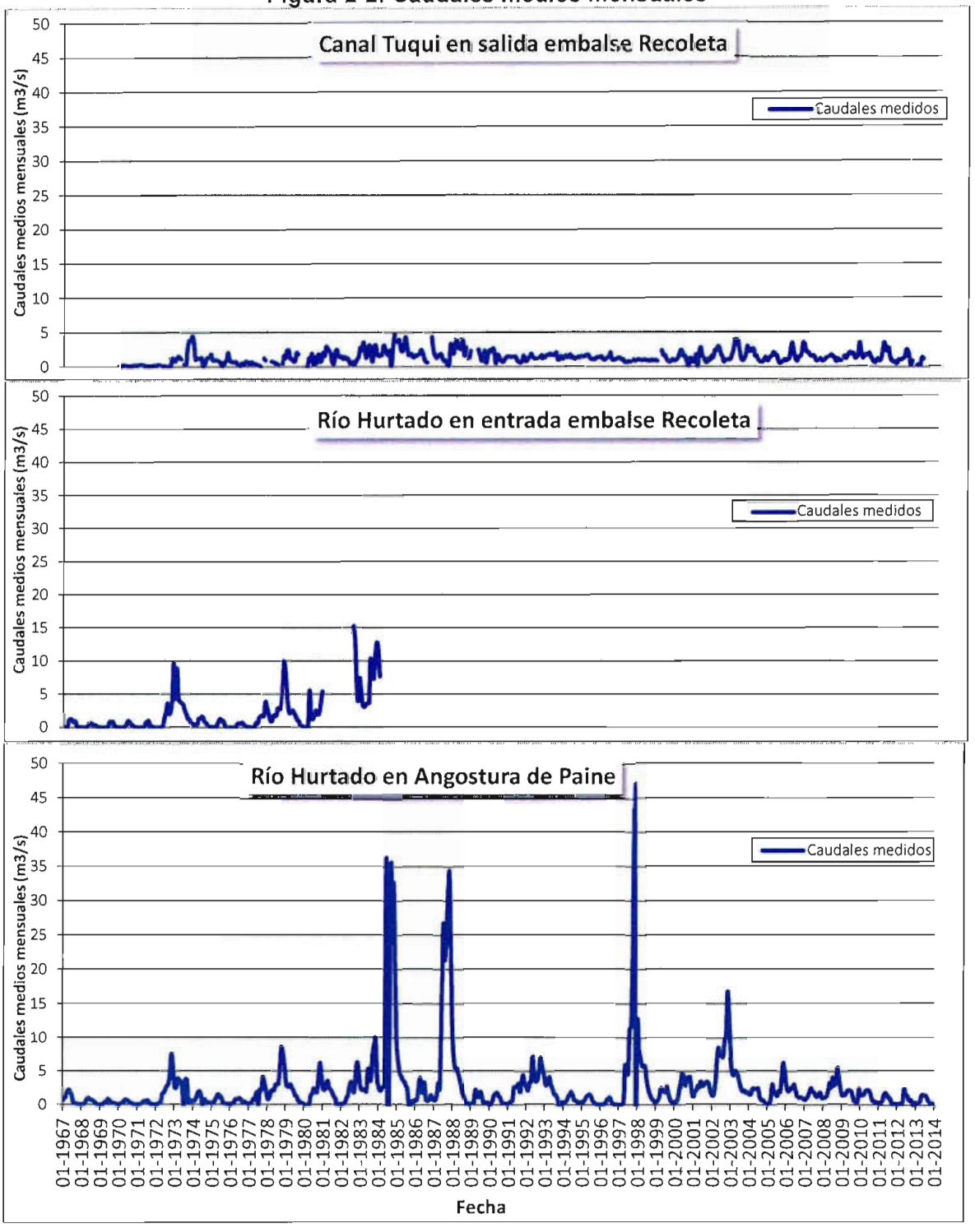


Figura 2-2: Caudales medios mensuales



2.2 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).

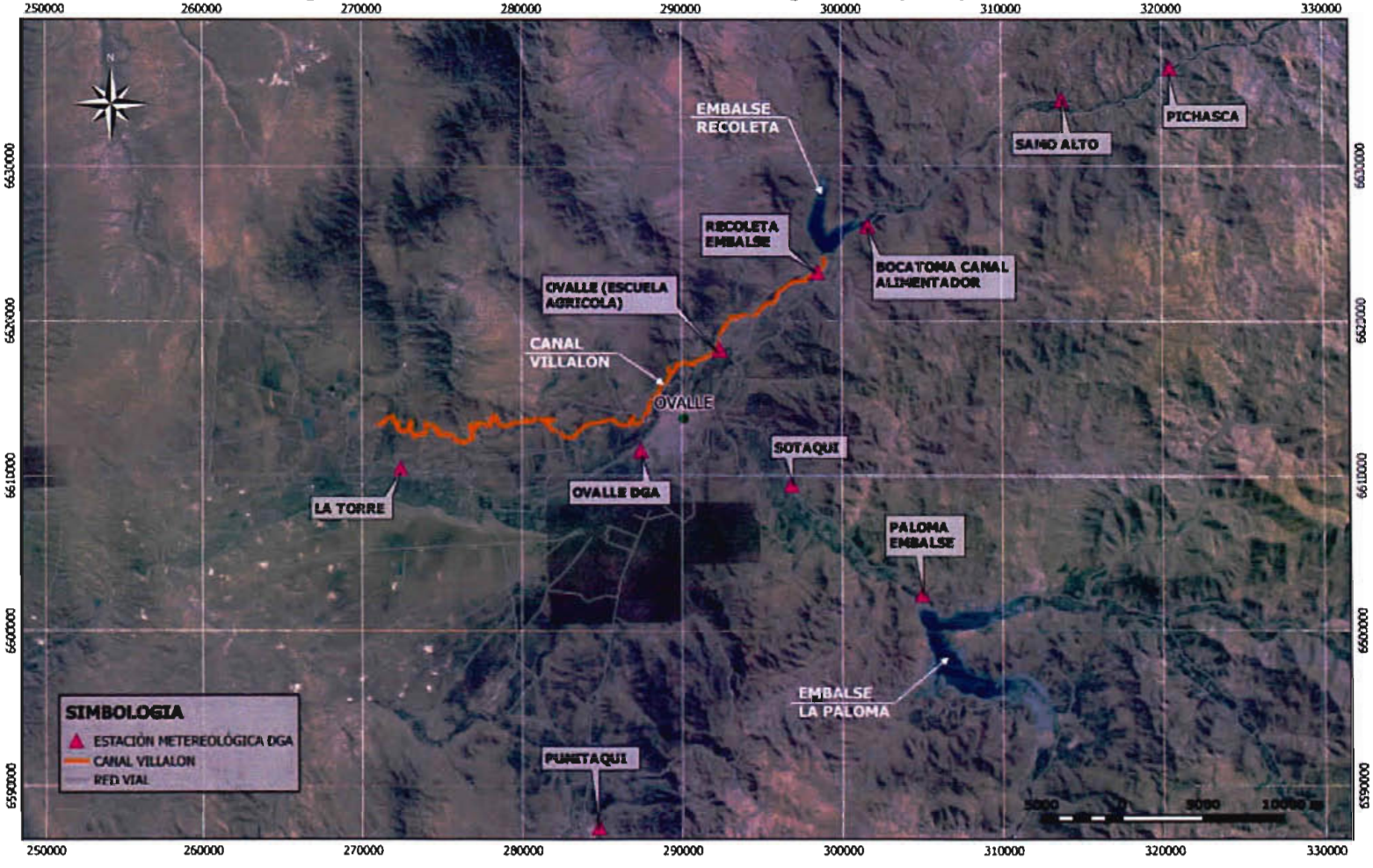
Se recopilaron los registros de precipitaciones disponibles en la DGA, chequeando la calidad y longitud de la información. Adicionalmente, se analizaron los estudios hidrológicos disponibles en la zona.

En la Tabla 2-2 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 2-3.

Tabla 2-2: Estaciones con Registro de Precipitación

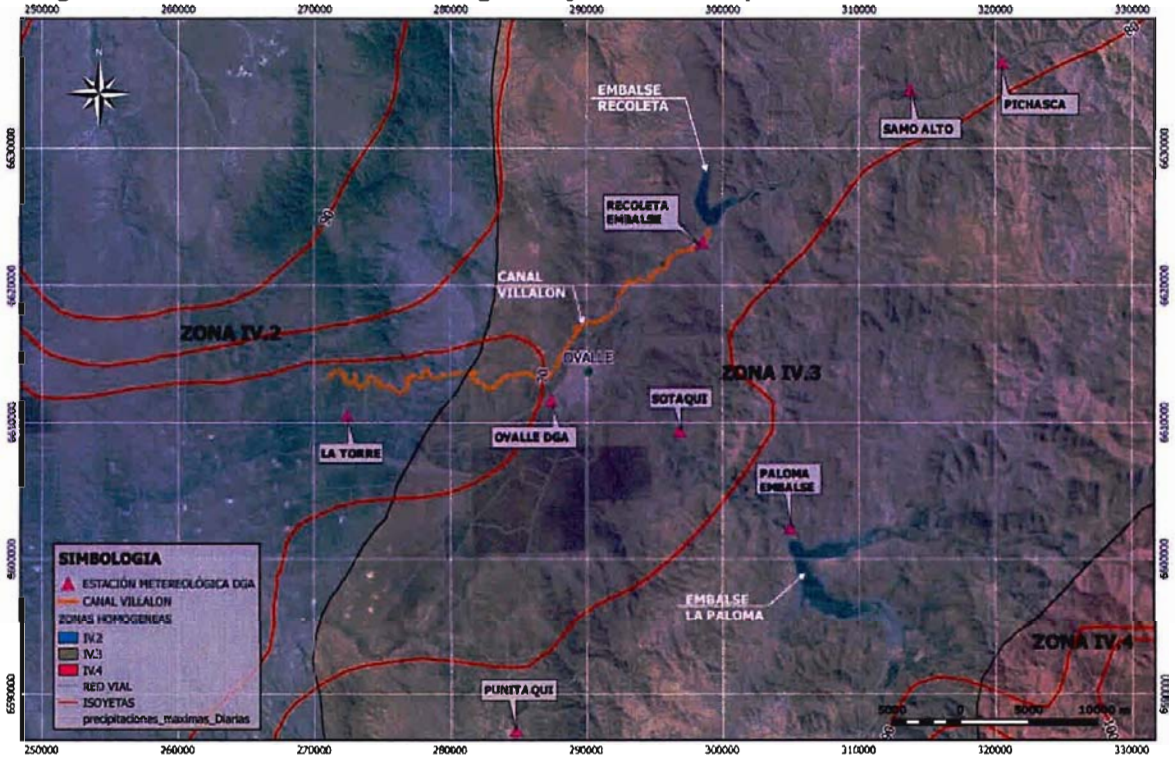
Estación	Periodo (años)	Registro	Elevación (msnm)	Ubicación Coordenadas UTM	
				Norte (m)	Este (m)
La Torre	77	1936-vigente	120	6.610.458	272.404
Ovalle DGA	42	1971-vigente	220	6.612.553	289.070
Sotaqui	59	1954-vigente	280	6.609.375	296.857
Punitaqui	52	1961-vigente	280	6.587.267	284.780
Paloma Embalse	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 2-3: 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 2-4.

Figura 2-4: 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. La Tabla 2-3 da cuenta de la estadística disponible, donde se omiten las estaciones con información insuficiente.

Tabla 2-3: Precipitaciones anuales máximas diarias (mm)

AÑO	FECHA	Recoleta Embalse	FECHA	Ovalle DGA	FECHA	La Torre	FECHA	Samo Alto	FECHA	Sotaqui	FECHA	Pichasca	FECHA	Paloma Embalse	FECHA	Punitaqui
1974	24/06	26.50	24/06	31.50			07/06	12.00	24/06	42.50	24/06	21.00	24/06	31.00	25/06	48.00
1975	31/05	35.50	31/05	25.00			31/05	24.00	31/05	31.00	31/05	50.00	31/05	31.90	10/07	41.00
1976	27/05	57.80	27/05	41.50			27/05	26.50	27/05	42.10	27/05	30.00	27/05	64.80	27/05	49.00
1977	30/06	16.00	11/07	39.00			07/10	27.00	01/01	0.00	05/08	16.00	11/07	20.30	10/07	81.00
1978	19/07	28.00	19/07	35.00	12/09	14.00	17/11	26.50	19/07	39.50	18/07	33.50	19/07	45.30	19/07	55.50
1979	31/07	1.50	31/07	4.00	30/07	5.50			31/07	12.00	31/07	7.50	31/07	2.50	30/07	14.20
1980	09/04	49.50	10/04	62.00	10/04	98.00	24/07	36.00	09/04	63.00	24/07	51.20	10/04	69.40	10/04	64.80
1981	12/05	36.50	12/05	28.50	12/05	28.50	12/05	33.00	12/05	32.30	12/05	34.40	12/05	50.70	12/05	22.00
1982	12/08	24.50	15/07	28.00	12/08	50.00	11/08	22.00	16/07	37.50	11/08	35.00	12/08	42.30	08/05	45.00
1983	07/07	81.00	07/07	73.50	07/07	68.00	07/07	55.00	07/07	78.50	07/07	76.50	07/07	84.00	07/07	78.50
1984	01/07	69.50	04/07	48.00	04/07	66.00	01/07	56.50	02/07	63.00	04/07	73.00	01/07	97.00	01/07	92.50
1985	29/07	14.00	29/07	16.40	29/07	19.00	28/07	20.00	22/07	15.50	28/07	25.00	29/07	18.00	29/07	18.50
1986	13/08	16.50	13/08	16.00	28/05	13.00	13/08	33.00	28/05	19.20	28/05	40.00	13/08	21.50	28/05	26.00
1987	24/07	68.00	24/07	89.50	24/07	68.00	24/07	96.00	23/07	73.00	24/07	97.50	24/07	95.50	24/07	122.00
1988	16/06	12.00	13/08	7.50	13/08	9.00	16/06	12.00	16/06	7.50	16/06	14.00	13/08	10.80	16/06	11.00
1989	04/05	6.50	20/08	23.00	02/08	24.50	01/01	0.00	20/08	33.50	20/08	35.00	20/08	35.60	02/08	29.00
1990	07/07	16.00	16/07	11.30	16/07	12.50			16/07	13.00	07/07	16.00	07/07	12.50	16/07	16.30
1991	17/06	42.00	17/06	33.00	02/06	46.00			17/05	38.00	16/06	49.00	17/06	36.50	02/06	43.00
1992	05/06	50.00	05/06	57.00	05/06	49.00			05/06	65.00	05/06	30.00	05/06	64.00	05/06	68.00
1993	06/05	21.00	06/05	27.00	06/05	30.00			06/05	30.00	29/08	23.00	06/05	46.50	06/05	56.00
1994	29/06	26.00	29/06	27.50	29/06	26.00			29/06	24.00	29/06	31.00	29/06	27.00	29/06	28.50
1995	23/06	20.00	04/07	9.80	04/07	18.00			04/07	9.00	10/01	2.40	23/06	5.50	04/07	21.40
1996	06/07	23.00	06/07	23.00	06/07	37.00			06/07	32.00	06/07	24.00	06/07	31.50	06/07	48.00
1997	16/08	84.00	16/08	66.00	16/08	115.00			16/08	101.50	16/08	91.00	16/08	77.00	16/08	162.00
1998	15/06	9.00	15/06	4.60	15/06	7.00			15/06	8.50	16/06	24.00	10/04	5.80	15/06	5.20
1999	27/05	14.00	27/05	16.20	27/05	15.00			30/10	17.50	07/09	23.00	31/10	14.60	30/10	17.00
2000	23/06	43.00	23/06	39.50	23/06	50.00			23/06	42.50	23/06	52.00	23/06	48.00	23/06	50.00
2001	19/07	53.00	19/07	38.00	25/08	30.00			19/07	59.00	19/07	83.00	19/07	67.00	19/07	68.00
2002	23/07	53.50	23/07	44.10	04/06	58.00			23/07	53.50	04/06	73.50	04/06	72.30	04/06	70.00
2003	20/05	37.00	20/05	29.80	20/05	45.00			20/05	48.00	21/05	31.00	20/05	49.00	20/05	84.00
2004	02/08	35.50	02/08	30.20	02/08	36.00			02/08	34.00	02/08	27.00	02/08	37.20	02/08	44.00
2005	03/05	26.00	03/05	18.80	23/05	13.00			03/05	29.00	25/04	18.00	03/05	29.50	03/05	25.00
2006	26/07	18.00	08/06	23.00	08/06	39.50			08/06	21.50	26/07	27.00	26/07	20.80	08/06	41.00
2007	14/06	19.00	14/06	20.10	14/06	15.50			14/06	19.50	14/06	18.00	14/06	25.20	08/08	14.00
2008	16/08	50.00	16/08	24.60	16/08	34.00			16/08	42.50	16/08	46.10	16/08	45.50	21/07	32.00
2009	15/08	31.00	15/08	27.30	27/06	23.00			15/08	38.00	15/08	31.00	15/08	37.00	15/08	38.00
2010	18/06	27.00	13/06	30.10	13/06	26.00			18/06	26.50	18/06	31.00	16/06	35.00	13/06	44.10
2011	18/06	48.00	18/06	57.30	18/06	69.00			18/06	62.00	18/06	53.00	18/06	62.80	18/06	66.50
2012	16/08	7.00	15/08	15.50	16/08	36.00			16/08	8.00	01/01	0.00	16/08	8.00	16/08	24.50
2013	27/05	35.00	27/05	32.20	17/05	39.00			17/05	30.00	01/01	0.00	17/05	30.50	17/05	53.00

Precipitaciones anuales máximas diarias registradas, mayores 3 eventos

Precipitaciones anuales máximas diarias coincidentes con otra estación

3 RELLENO Y EXTENSIÓN DE SERIES

3.1 CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL

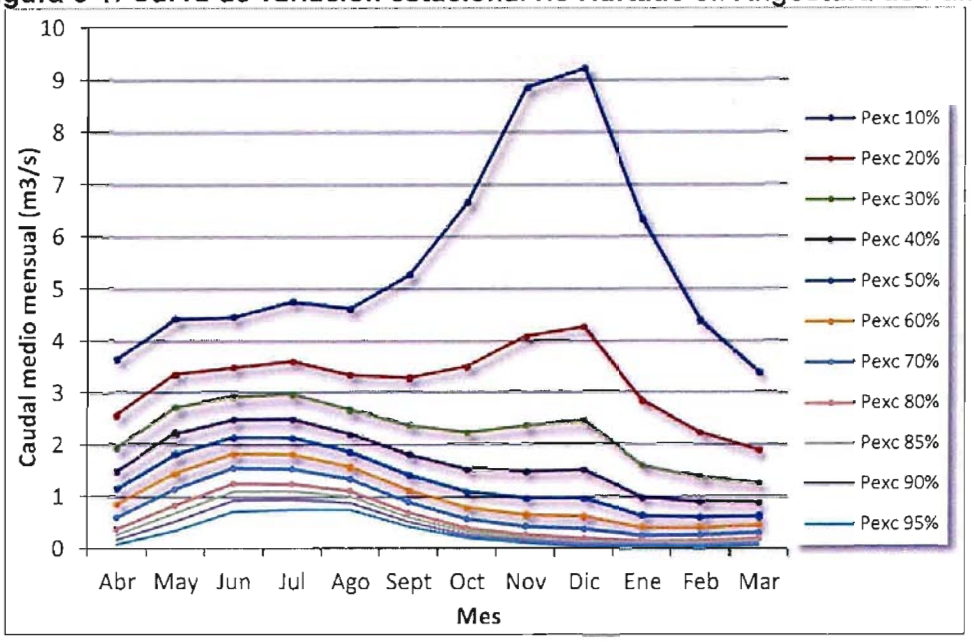
Para caracterizar el recurso hídrico disponible afluente al canal Villalón, se confeccionó la curva de variación estacional con los caudales medios mensuales de la estación río Hurtado en Angostura de Paine, que presenta la estadística del río Hurtado, afluente al embalse Recoleta. Esta estación presenta una longitud de registro superior a los 40 años.

Cabe agregar que según la estadística indicada en la Figura 2-2, los caudales medios mensuales en la estación Tuqui en salida embalse Recoleta presenta una tendencia constante y los caudales de entrega se encuentran netamente regulado por el embalse Recoleta. Respecto a la estación río Hurtado en embalse Recoleta, los registros presentan un periodo de 17 años, estadística insuficiente para realizar un análisis probabilístico para las curvas de variación estacional.
En la Tabla 3-1 y en la Figura 3-2 se puede observar la variabilidad de los caudales afluentes al embalse Recoleta, donde en periodos normales y secos (sobre probabilidades de excedencia del 30%) los máximos se alcanzan en los meses de mayo y agosto, asociados a un régimen pluvial, y además los caudales disminuyen en los periodos de verano producto de extracciones para riego. En el caso de años lluviosos se observa que el régimen de deshielos en los periodos de octubre a enero tiene una mayor influencia que el régimen pluvial.

Tabla 3-1: Caudales medios mensuales (m3/s)

Probabilidad de excedencia	Mes											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
10%	3.7	4.4	4.5	4.8	4.6	5.3	6.7	8.9	9.2	6.3	4.4	3.4
20%	2.6	3.4	3.5	3.6	3.4	3.3	3.5	4.1	4.3	2.9	2.2	1.9
30%	2.0	2.7	2.9	3.0	2.7	2.4	2.3	2.4	2.5	1.6	1.4	1.3
40%	1.5	2.2	2.5	2.5	2.2	1.8	1.6	1.5	1.5	1.0	0.9	0.9
50%	1.2	1.8	2.2	2.1	1.9	1.4	1.1	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
60%	0.9	1.5	1.8	1.8	1.6	1.1	0.8	0.7	0.6	0.4	0.4	0.5
70%	0.6	1.2	1.6	1.5	1.4	0.9	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
80%	0.4	0.9	1.3	1.3	1.1	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
85%	0.3	0.7	1.1	1.1	1.0	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
90%	0.2	0.5	0.9	1.0	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
95%	0.1	0.4	0.7	0.8	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
Distribución de probabilidad	Gamma	LogPearson III	Lognormal III	Lognormal	Lognormal III	Lognormal III	Lognormal III	Lognormal III	Lognormal	Lognormal III	LogPearson III	LogPearson III

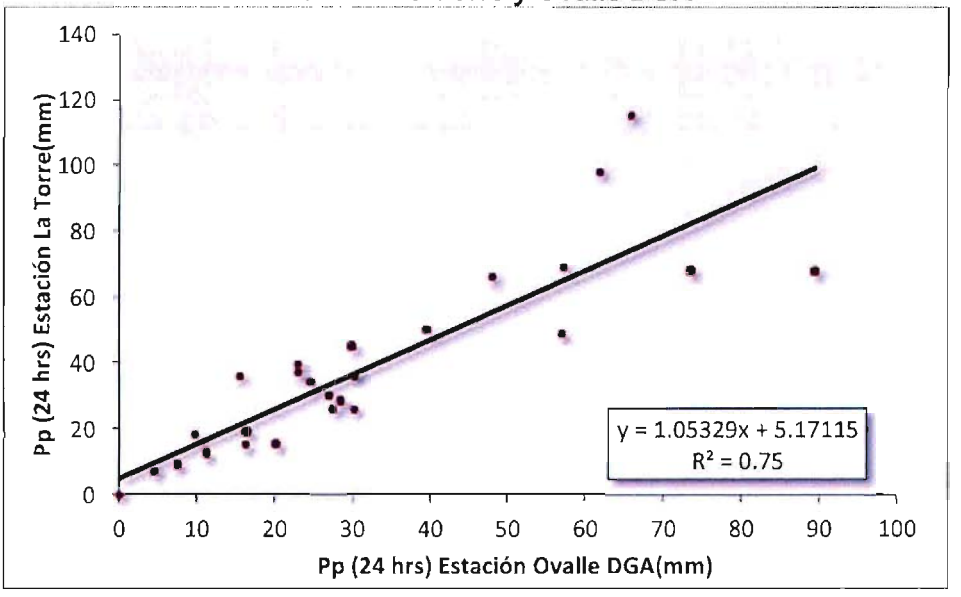
Figura 3-1: Curva de variación estacional río Hurtado en Angostura de Paine



3.2 RELLENO DE ESTADISTICA DE PRECIPITACIONES

Se estableció una correlación entre la Torre y la estadística de la estación Ovalle DGA (estación patrón), a nivel de precipitaciones máximas en 24 horas. Se determinó la relación lineal con aquellas precipitaciones cuyo periodo es coincidente (ver Figura 3-2), entregando un coeficiente de correlación de 75%, esta curva fue empleada para completar los datos sin información de la estación la Torre.

Figura 3-2: Correlación precipitaciones máximas anuales Estación La Torre y Ovalle DGA



Adicionalmente, de las estaciones escogidas, se utilizará un factor de aumento de 1,1 sobre las precipitaciones máximas diarias según lo indicado en el Manual de Carreteras (2012), donde se indica la relación entre las lluvias máximas en las 24 horas más lluviosas de las tormentas (registro pluviográfico) y las lluvias máximas diarias determinadas entre 8 am y 8 am (registro pluviométrico).

La Tabla 3-2 muestra los resultados de la estadística rellenada y amplificada, descartando la estación Samo Alto, que presenta una estadística muy baja (15 datos) para caracterizar un comportamiento de precipitaciones.

Tabla 3-2: Precipitaciones anuales máximas diarias (mm). Serie rellenada (k=1,1)

AÑO	Recoleta Embalse	Ovalle DGA	La Torre	Sotaqui	Pichasca	Paloma Embalse	Punitaqui
1974	63.58	34.65	41.67	46.75	23.10	34.10	52.80
1975	17.60	27.50	34.14	34.10	55.00	35.09	45.10
1976	30.80	45.65	53.25	46.31	33.00	71.28	53.90
1977	1.65	42.90	50.36	0.00	17.60	22.33	89.10
1978	54.45	38.50	15.40	43.45	36.85	49.83	61.05
1979	40.15	4.40	6.05	13.20	8.25	2.75	15.62
1980	26.95	68.20	107.80	69.30	56.32	76.34	71.28
1981	89.10	31.35	31.35	35.53	37.84	55.77	24.20
1982	76.45	30.80	55.00	41.25	38.50	46.53	49.50
1983	15.40	80.85	74.80	86.35	84.15	92.40	86.35
1984	18.15	52.80	72.60	69.30	80.30	106.70	101.75
1985	74.80	18.04	20.90	17.05	27.50	19.80	20.35
1986	13.20	17.60	14.30	21.12	44.00	23.65	28.60
1987	7.15	98.45	74.80	80.30	107.25	105.05	134.20
1988	17.60	8.25	9.90	8.25	15.40	11.88	12.10
1989	46.20	25.30	26.95	36.85	38.50	39.16	31.90
1990	55.00	12.43	13.75	14.30	17.60	13.75	17.93
1991	23.10	36.30	50.60	41.80	53.90	40.15	47.30
1992	28.60	62.70	53.90	71.50	33.00	70.40	74.80
1993	22.00	29.70	33.00	33.00	25.30	51.15	61.60
1994	25.30	30.25	28.60	26.40	34.10	29.70	31.35
1995	92.40	10.78	19.80	9.90	2.64	6.05	23.54
1996	9.90	25.30	40.70	35.20	26.40	34.65	52.80
1997	15.40	72.60	126.50	111.65	100.10	84.70	178.20
1998	47.30	5.06	7.70	9.35	26.40	6.38	5.72
1999	58.30	17.82	16.50	19.25	25.30	16.06	18.70
2000	58.85	43.45	55.00	46.75	57.20	52.80	55.00
2001	40.70	41.80	33.00	64.90	91.30	73.70	74.80
2002	39.05	48.51	63.80	58.85	80.85	79.53	77.00
2003	28.60	32.78	49.50	52.80	34.10	53.90	92.40
2004	19.80	33.22	39.60	37.40	29.70	40.92	48.40
2005	20.90	20.68	14.30	31.90	19.80	32.45	27.50
2006	55.00	25.30	43.45	23.65	29.70	22.88	45.10
2007	34.10	22.11	17.05	21.45	19.80	27.72	15.40
2008	29.70	27.06	37.40	46.75	50.71	50.05	35.20
2009	52.80	30.03	25.30	41.80	34.10	40.70	41.80
2010	7.70	33.11	28.60	29.15	34.10	38.50	48.51
2011	38.50	63.03	75.90	68.20	58.30	69.08	73.15
2012	0.00	17.05	39.60	8.80	0.00	8.80	26.95
2013	0.00	35.42	42.90	33.00	0.00	33.55	58.30

Precipitaciones anuales máximas en 24 horas, rellenadas de la correlación entre estaciones

3.3 ANÁLISIS DE FRECUENCIA

En función de la estadística de precipitaciones máximas en 24 horas completada, se seleccionaron las siete estaciones indicadas en la Tabla 3-2, las cuales se encuentran contenidas en la zona de precipitaciones homogénea IV.2 y IV.3, y se les aplicó un análisis de frecuencia.

Se ajustaron las siguientes distribuciones de probabilidad, comúnmente empleadas en este tipo de estudios: Normal, Gamma, Log-Normal, Log-Normal Tipo III, Pearson Tipo III, Log-Pearson Tipo III y Gumbel. La selección de la distribución de mejor ajuste se efectuó en base a la aplicación de un test estadístico, en este caso χ^2 Chi-cuadrado en complemento con una inspección gráfica de los resultados obtenidos.

El análisis de precipitaciones tuvo como objetivo generar las lluvias representativas de la zona en estudio para un extenso rango de períodos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100, 500 y 1.000 años según se resumen en la Tabla 3-3 de forma de abarcar eventos muy probables hasta otros de muy baja probabilidad.

Tabla 3-3: Resultados del análisis de frecuencia

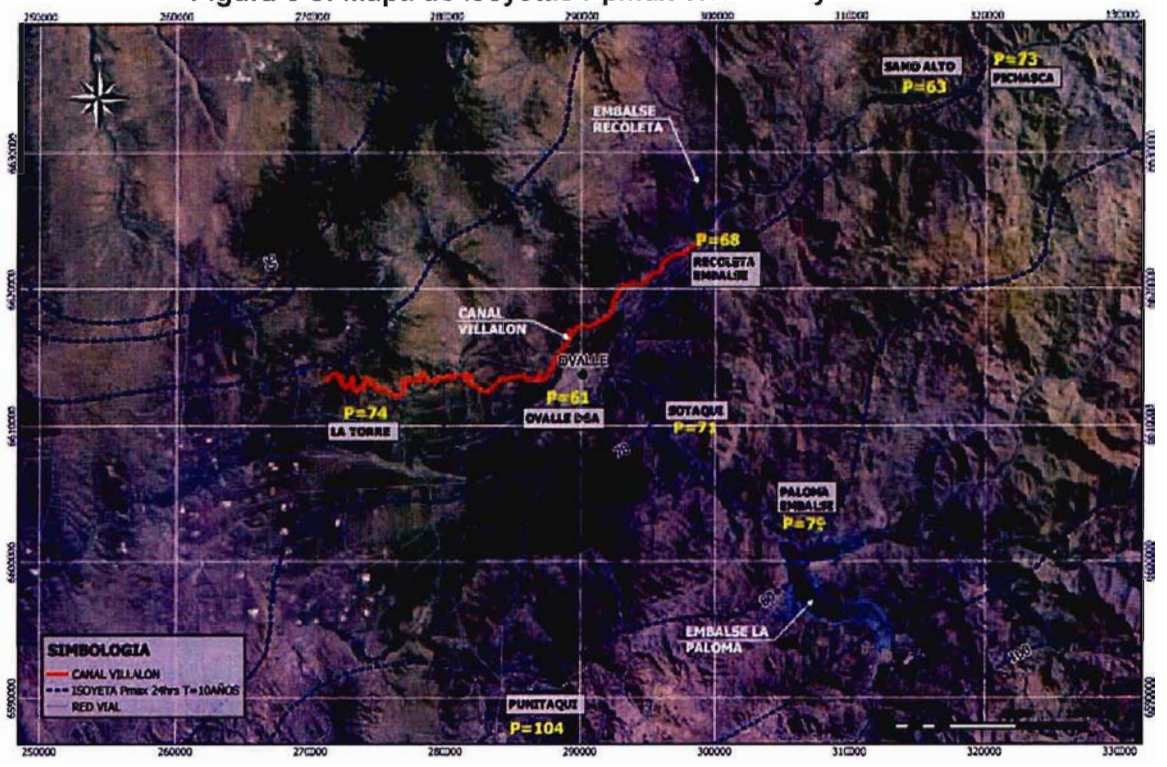
Estación	Distribución	Precipitación máxima anual en 24 hrs						
		T= 2 años	T= 5 años	T= 10 años	T= 50 años	T= 100 años	T= 500 años	T= 1000 años
Recoleta Embalse	Log Pearson III	34	56	68	86	90	97	99
Ovalle DGA	Normal	35	52	62	78	83	95	99
La Torre	Normal	41	63	75	95	102	117	122
Sotaqui	Normal	41	61	71	89	96	109	114
Pichasca	Log Pearson III	39	62	74	91	96	103	105
Paloma Embalse	Normal	44	67	79	100	108	123	128
Punitaqui	Lognormal	43	77	104	179	217	319	369

3.4 MAPA DE ISOYETAS

Con los resultados obtenidos del análisis de frecuencia de las estaciones en estudio cercanas al canal Buzeta se trazaron las isoyetas para un periodo de retorno de 10 años, utilizando como base el mapa de isoyetas de la DGA (Ref. 2).

De este trazado, la estación Punitaqui presenta un comportamiento distinto, tanto en comparación con las estaciones estudiadas como en las isoyetas de la DGA, por lo cual se descarta dentro del trazado de isoyetas. Con esta nueva configuración, como se observa en la Figura 3-3, el canal Villalón queda por debajo de la curva de los 70 mm.

Figura 3-3: Mapa de isoyetas Ppmáx en 24 hrs y T=10 años



3.5 CURVAS IDF

Se determinaron las Curvas de Intensidad Duración Frecuencia (IDF) para la precipitación máxima en 24 hrs representativa del canal Villalón, a la que se le aplicó los coeficientes de duración y frecuencia, obteniéndose las curvas correspondientes mediante la aplicación de la siguiente relación:

$$P_t(T) = K \cdot CD_t \cdot CF_T \cdot P_d(T)$$

Donde:

$P_t(T)$ = Precipitación máxima de duración t y periodo de retorno T [mm].
K = Coeficiente que transforma las precipitaciones máximas diarias en máximas en 24 hrs, equivalente a 1,1 y que ya se encuentra incorporado en los análisis de frecuencias.
$P_d(T)$ = Precipitación máxima diaria para el periodo de retorno T [mm].
CD_t = Coeficiente de duración para el tiempo t.
CF_T = Coeficiente de frecuencia para el periodo de retorno T.

El coeficiente de frecuencia se define como la razón entre la lluvia asociada a un cierto periodo de retorno y la lluvia asociada a 10 años de periodo de retorno. A partir de los resultados obtenidos del análisis probabilísticos indicados en la Tabla 3-3, se determinaron los coeficientes de frecuencias para periodos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100, 500 y 1000 años. Los resultados se indican en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Coeficientes de frecuencia, estaciones cercanas al canal Buzeta

Estación	Coeficientes de frecuencia				
	T= 2 años	T= 5 años	T= 10 años	T= 50 años	T= 100 años
Recoleta Embalse	0.498	0.828	1.000	1.254	1.322
Ovalle DGA	0.568	0.769	0.902	1.137	1.220
La Torre	0.548	0.927	1.096	1.394	1.499
Sotaqui	0.577	0.889	1.042	1.310	1.405
Pichasca	0.530	0.907	1.078	1.333	1.403
Paloma Embalse	0.556	0.984	1.159	1.467	1.575
Promedio	**0.546**	**0.884**	**1.046**	**1.316**	**1.404**

Por otro lado, el coeficiente de duración se define como la razón entre la lluvia caída en una determinada duración y la lluvia caída en 24 hrs., ambas para la misma frecuencia. Los coeficientes de frecuencia se pueden encontrar en la memoria de título Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de precipitaciones de la IV región (Ref. 6). De este documento existe la estación Embalse Paloma como lugar más cercano para obtener los coeficientes de duración, los cuales se presentan en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5: Coeficientes de duración para estación Paloma Embalse

Duración	15 min	30 min	45 min	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	6 hr	8 hr	10 hr	12 hr	24 hr
CD_{24}	0,079	0,128	0,170	0,202	0,332	0,427	0,504	0,659	0,771	0,840	0,894	1,000

Finalmente para determinar las curvas IDF, se calculan las intensidades para distintos periodos de retorno y duraciones mediante la siguiente expresión,

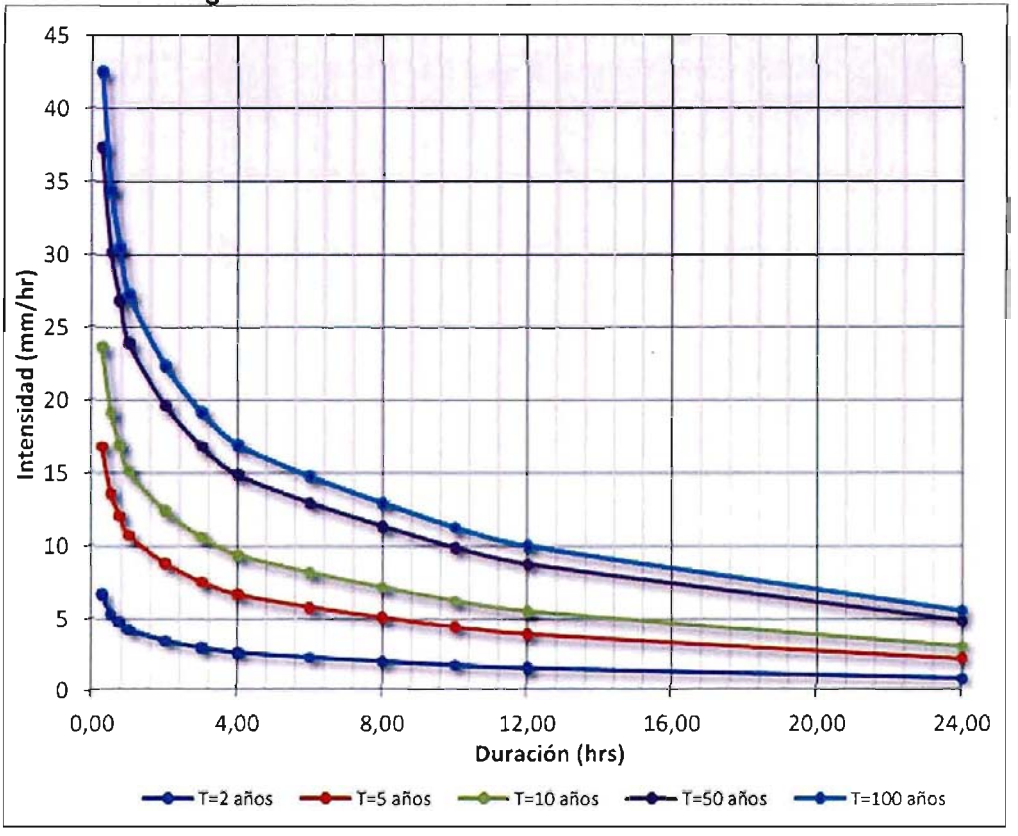
$$I_t^T\left(\frac{mm}{hr}\right) = P_t^T/(\frac{t(min)}{60})$$

Los resultados se indican en la Tabla 3-6 y la representación gráfica de las curvas IDF se presentan en la Figura 3-4.

Tabla 3-6 Intensidad de lluvia para distintos periodos de retorno y duración

Duración (hr)	Intensidad (mm/hr)				
	T= 2 años	T= 5 años	T= 10 años	T= 50 años	T= 100 años
0.25	6.7	16.9	23.6	37.3	42.5
0.50	5.5	13.7	19.1	30.2	34.4
0.75	4.8	12.1	16.9	26.8	30.5
1	4.3	10.8	15.1	23.9	27.2
2	3.5	8.9	12.4	19.6	22.3
3	3.0	7.6	10.6	16.8	19.2
4	2.7	6.7	9.4	14.9	17.0
6	2.3	5.9	8.2	13.0	14.8
8	2.1	5.1	7.2	11.4	13.0
10	1.8	4.5	6.3	9.9	11.3
12	1.6	4.0	5.6	8.8	10.0
24	0.9	2.2	3.1	4.9	5.6

Figura 3-4 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia



4 ESTUDIO DE CRECIDAS

Este capítulo tiene como objetivo determinar los caudales de crecida de las quebradas aportantes al canal Villalón bajo el escenario de eventos de precipitaciones asociadas a 2, 5, 10, 50 y 100 años de periodo de retorno. Esta información será de utilidad para analizar las capacidades de conducción máximas del canal.

4.1 METODOLOGÍA

Para la determinación de los caudales de crecida en los puntos de interés se aplicó la fórmula racional utilizando como base las precipitaciones máximas estimadas en la zona de estudio. Esta metodología es utilizable en cuencas pequeñas menores de 25 km2 y se estima mediante la siguiente expresión.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3{,}6}$$

Dónde:

- Q : Caudal Máximo en m^3/s.
- C : Coeficiente de escorrentía.
- i : Intensidad de precipitación, en mm/hr.
- A : Superficie de la cuenca en km^2.

La intensidad de precipitación corresponde a aquella de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en análisis y del periodo de retorno de diseño.

Dada la morfología de las cuencas de las quebradas en análisis, que corresponde a cuencas pequeñas con pendiente se ha escogido la expresión Giandotti para estimar el tiempo de concentración de la cuenca:

$$Tc = 60\left((4A^{0,5} + 1{,}5L) \cdot (0{,}8Hm^{0,5})\right)$$

Dónde:

- Tc : Tiempo de concentración (min).
- A : Superficie de la cuenca en km^2.
- L : Longitud del cauce (km).
- Hm : diferencia de nivel entre la cota media de la cuenca y la salida (m).

La estimación del coeficiente de escorrentía depende de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, entr otros. En la Tabla 4-1se incluyen cuatro factores que inciden en este valor: el relieve, la infiltración, la vegetación y la capacidad de almacenar agua. Al seleccionara las categorías estos factores se suman para contruibuir al coeficientes de escorrentía total.

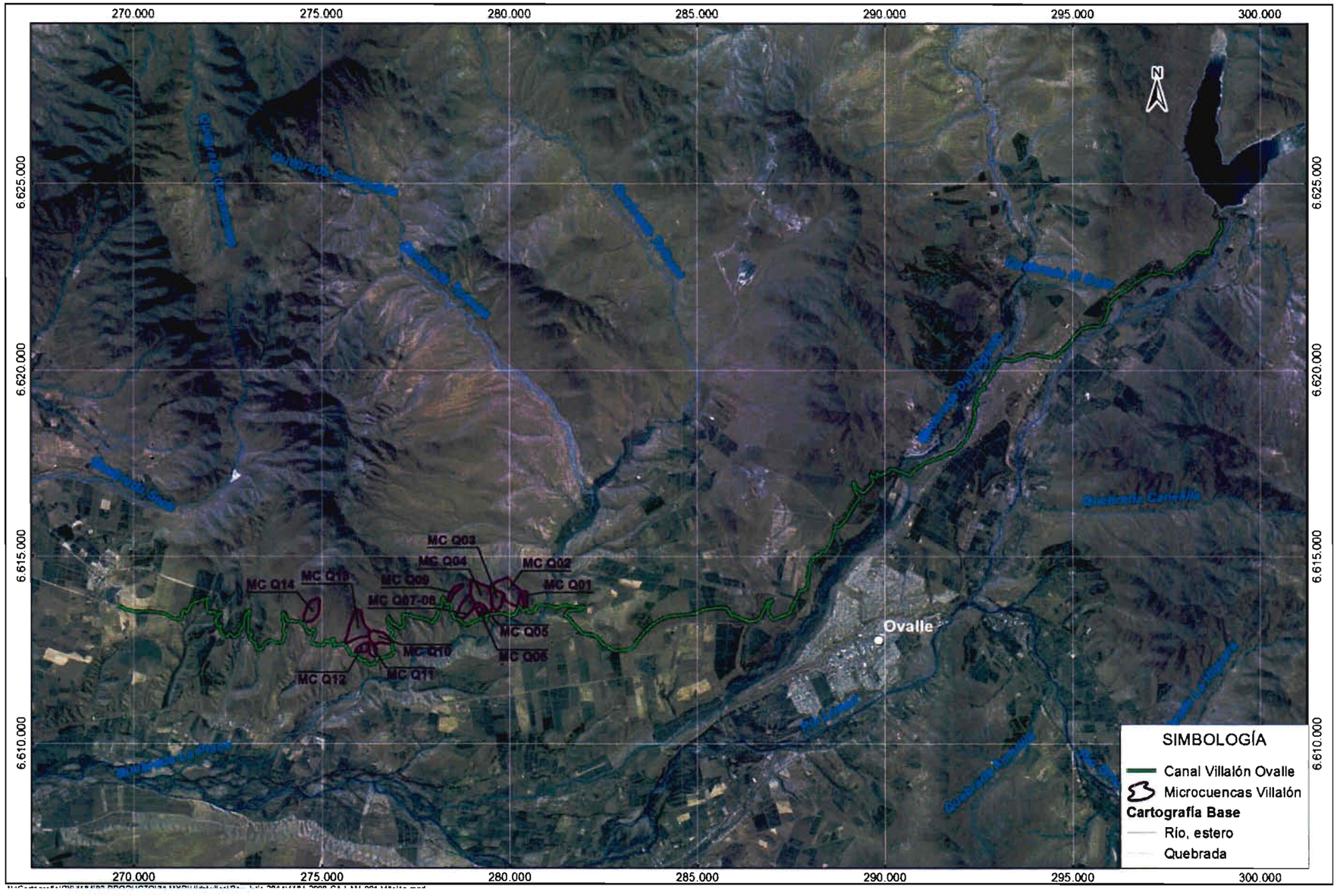
Tabla 4-1: Coeficientes de escorrentía (T=10 años)

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	**0,28-0,35** Escarpado con pendientes mayores que 30%	**0,20-0,28** Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	**0,14-0,20** Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	**0,08-0,14** Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	**0,12-0,16** Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	**0,08 – 0,12** Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	**0,06-0,08** Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	**0,04-0,06** Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	**0,12-0,16** Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	**0,08-0,12** Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	**0,06-0,08** Regular a buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	**0,04-0,06** Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento superficial	**0,10-0,12** Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	**0,08 – 0,10** Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	**0,06-0,08** Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	**0,04-0,06** Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos

4.2 RESULTADOS QUEBRADAS APORTANTES AL CANAL

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 4-1. 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 4-1 Ubicación de quebradas aportantes al canal Villalón



ANEXO 9.1
ESTADÍSTICA Y CORRELACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

En la Tabla 4-2 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 4-2: Estimación de caudales afluentes al canal Villalón

Código	Km	A (km^2)	Tc (min)	C TOTAL	T=2 años I (mm/hr)	T=2 años Q (m^3/s)	T=5 años I (mm/hr)	T=5 años Q (m^3/s)	T=10 años I (mm/hr)	T=10 años Q (m^3/s)	T=50 años I (mm/hr)	T=50 años Q (m^3/s)	T=100 años I (mm/hr)	T=100 años 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

Tabla 1. Caudales medios mensuales
Estación Canal Tuqui en salida embalse Recoleta

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1970		0,16	0,15	0,20	0,11	0,06	0,07	0,01	0,18	0,18	0,17	0,16
1971	0,22	0,26	0,22	0,16	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,16	0,16	0,14
1972	0,22	0,24		0,09	0,08	0,02	0,01	0,02	0,04	1,17	0,99	0,80
1973	1,22	1,48	1,27	1,08		0,34	0,25	2,88	3,81	3,73	4,40	3,50
1974	1,03	1,23	1,15	1,16	1,24	0,06	0,40	1,09	1,30	1,33	1,76	0,99
1975	0,88	0,98	0,88	0,79	0,65	0,12	0,14	0,70	0,96	2,02	0,93	0,73
1976	0,67	0,65	0,67	0,32	0,21	0,14	0,52	0,17	0,65	0,75	0,56	0,30
1977	0,64	0,45	0,32	0,36	0,21	0,15	0,02		1,22	0,92		
1978		0,73	0,67	0,52	0,42	0,30			0,43	1,59	1,30	2,32
1979	2,34	1,18	1,13	0,82	0,80	1,97	1,78					
1980		1,22	0,95	1,86	0,22	1,41	0,50	1,77	0,74	0,93	2,02	1,52
1981	2,86	2,56	2,33	1,94	0,71	0,40	2,06	2,46	1,58	1,40	1,42	1,12
1982	1,38	1,14	1,19	0,79	0,34	0,69	0,27	0,62	1,09	1,42	2,76	2,31
1983	3,51	2,26	1,27	2,60	3,07	1,77	0,76	2,98	3,09	1,84	1,51	1,67
1984	1,70	3,01	2,59	2,00	1,68	2,28	0,01	2,57	4,66		3,57	3,88
1985	2,69	2,17	2,99	4,24	3,18	1,70	1,86	1,76	1,32	1,59	1,61	1,66
1986	1,86	2,42	2,09	1,28	0,76	0,58			4,29	2,34	1,66	1,23
1987	1,53	1,78	1,77	1,14	0,80	0,90	0,29	0,13	3,22	2,75	1,85	3,42
1988	3,82	2,72	2,88	2,56	3,91	1,59	2,80		1,18	2,29		
1989			2,48	1,75	0,84	1,07	2,33	0,52	1,73	2,37	2,19	2,62
1990	2,43	0,48	1,70	1,62	1,03	0,76	0,72	1,13	1,38	1,42	1,47	1,41
1991	1,43		1,43	0,85	0,67	0,56	0,77	1,58	0,90	0,77	1,23	1,48
1992	1,86	1,36	1,21	1,16	1,14	1,20	1,53	1,59	1,15	1,45	1,65	1,66
1993	1,86	1,70	1,73	1,65	2,07	1,01	1,04	1,53	1,12	1,36	1,59	1,35
1994	1,42	1,73	1,30	1,41	1,22	1,11	1,43	1,34	1,53	1,43	1,46	1,64
1995	1,69	1,60	1,17	1,10	1,07	1,07	1,33	1,36	1,38	1,46	1,11	0,99
1996	1,17	1,34	1,47	2,01	1,03	0,98	1,04	1,17	1,26	1,23	1,02	1,05
1997	0,65	0,70	0,62	0,78	0,69		1,03	0,83	0,92	1,05	0,96	0,91
1998	0,95	1,02	0,91	0,88	0,83	0,92	0,95	0,84	0,92	0,82		
1999	2,31	1,62	1,68	1,08	0,77	0,68	0,87	1,05	0,83	0,93	1,13	1,65
2000	2,31	2,28	1,47	1,48	0,80		1,15	1,16	0,65	0,97	1,69	
2001	2,18	2,78	1,59	1,26	0,70	0,64	1,14	0,93	1,52	1,34	2,36	2,32
2002	2,91	2,66	1,79	1,40	0,68		1,00	1,00	1,07	1,71	2,52	3,79
2003	3,42	3,89	2,38	1,32	0,87	1,19	1,74	2,95	2,25	2,21	2,56	2,48
2004	1,53	1,46	1,11	0,73	0,73	0,71	1,11	1,36	0,85	1,12	1,43	1,63
2005	2,06	1,64	1,67	0,99	0,51	0,67	0,77	1,02	0,85	1,02	1,21	2,80
2006	3,33	2,01	1,15	0,82	1,35	1,46	1,85	3,37	3,08	2,16	2,10	1,74
2007	1,51	1,55	1,47	0,93	0,87		1,15	0,81	0,88	1,11	1,28	
2008	1,52	1,65	1,38	1,33	0,75	1,09	0,93	0,90		1,49	1,17	1,48
2009	1,91	2,00	1,81	1,88	1,23	1,33	1,96	3,41	2,16	1,25	1,65	1,64
2010	1,70	1,93	1,56	1,14	0,71	0,58	1,00	1,12	0,91	1,06	2,21	3,47
2011	2,92	2,24	2,75	1,50	0,87	0,77	0,72	0,49	0,99	1,01	1,05	1,26
2012	1,39	2,40	2,42	1,67	0,29	0,85			0,23	0,31	0,40	1,32
2013	1,17											

Datos no disponibles

Tabla 2. Caudales medios mensuales
Estación río Hurtado en embalse Recoleta

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1967					1.02	1.22	1.11	0.73	0.93	0.16	0.07	0.03
1968	0.02			0.01	0.16	0.46	0.57	0.53	0.30	0.25	0.09	0.02
1969					0.03	0.16	0.80	0.76	0.80	0.27	0.08	0.02
1970	0.00			0.05	0.16	0.68	0.96	0.71	0.37	0.16	0.03	
1971					0.03	0.65	0.83	0.93		0.21		
1972					0.28	1.48	2.35	3.59	2.00	2.51	4.50	9.55
1973	4.21	8.82	4.52	3.84	3.63	3.40	2.58	2.04	1.28	1.20	0.75	0.60
1974	0.34	0.48	0.47	1.28	1.31	1.59	1.42	0.79	0.63	0.22	0.10	0.06
1975	0.04	0.01	0.02	0.52	0.95	1.27	0.86	0.95	0.24	0.05	0.00	
1976				0.06	0.50	0.59	0.55	0.70	0.46	0.17	0.10	0.05
1977	0.01			0.13	0.65	0.62	1.43	1.67	1.78	1.72	3.80	3.00
1978	2.14	1.14	0.86	1.57	1.88	1.75	2.84	2.75	2.85	5.69	9.83	9.40
1979	6.50	3.34	2.12	2.34	2.49	2.15	1.73	1.08	0.91	0.26	0.10	0.04
1980		0.05	0.02	5.52	1.29	1.22	1.79	2.50	1.92	2.01	3.74	5.36
1981												
1982								15.21	13.23	7.65	3.90	7.37
1983	5.50	3.29	3.06	3.40	3.64	3.71	10.17	8.19	7.39	11.02	12.73	11.48
1984	7.64											

Datos no disponibles

Tabla 2. Caudales medios mensuales
Estación río Hurtado en Angostura de Paine

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1919	6.76	6.37	6.08	5.81	5.56	10.69	14.14	5.78	3.56	2.42	10.50	67.50
1920	70.71	35.66	28.16	22.58	16.64	12.37	8.57					
1921											12.06	7.35
1922	6.84	3.75	3.29	3.85	5.08	5.44	4.78	6.77	7.96	5.54	6.03	4.43
1923	3.29	2.30	2.11	2.93	3.46	2.88	4.32	3.88	1.93	2.48	3.78	3.69
1924	3.42	3.06	3.00	2.76	2.95	2.99	2.77	2.49	2.62	2.11	1.17	1.16
1925	0.95	1.61	1.61	1.50	1.74	1.68	1.58	1.61				
1926	1.14	1.58	1.63	1.63	1.56	5.65	12.57	3.15	8.35	8.36	14.92	13.32
1927	6.34	2.98	1.94	1.20	1.00	5.78	3.80	2.74	2.12	3.22	4.01	3.66
1928	2.77	2.57	1.25	1.79	2.70	3.90	3.55	2.29	1.34	1.76	8.15	10.28
1929	6.13	6.00	5.90	6.16	7.47	8.91	4.26	2.11	1.49	1.42	2.21	2.94
1930	1.51	0.71	0.04	0.02	0.03	0.02	0.06	0.06	9.03	8.42	15.13	12.54
1931	9.89	6.28	4.76	5.36	5.48	4.65	4.54	4.23				
1932									2.00	2.26	3.20	3.66
1933	2.40	2.04	1.99	2.00	2.75	3.40	3.07	1.63	1.55	1.73	2.06	1.46
1934	1.64	1.43	1.52	1.27	19.60	31.42	11.43	10.97	10.13	10.97	15.30	15.12
1935	16.01	8.50	4.25	3.99	3.93	4.68	4.63	3.73	1.71	2.73	3.64	2.12
1936	1.24	2.08	2.10	1.96	3.46	2.71	3.16	2.49	1.60	1.63	1.02	0.79
1937	0.79	0.58	0.54	0.63	0.97	1.65	2.08			1.12	3.01	4.97
1938	2.14	1.62	2.52	1.66	3.97	2.33	2.18	1.46	1.71	0.90	0.60	0.51
1939	0.43	0.38	0.56	0.55	0.91	1.32	1.47	1.10	0.79	0.86	0.63	0.89
1940	0.90	0.95	0.64	0.76	1.08	2.11	3.42	2.86	2.82	2.63	5.20	4.00
1941	4.81	2.95	2.91	2.84	6.58	4.37	4.81	11.28	4.11		11.18	24.73
1942	17.85	14.63	16.29	7.32	7.28	7.34	6.18	6.08	5.08	5.46	7.04	5.36
1943	5.74	4.39	4.11	3.80	4.50	4.65	4.46	3.92	2.58	2.16	2.56	2.66
1944	0.60	0.63	0.26	0.61	0.71	1.67	3.64	1.65	0.97	0.88	1.58	4.68
1945	2.25					3.56	3.45	3.15	2.51	2.03	1.30	0.51
1946	0.58	0.61	0.61	0.57	0.98	1.44	1.45	0.97	0.86	0.69	0.54	0.34
1947	0.31	0.43	0.39	0.44	0.64	1.06	0.94	1.31	1.33	0.97	0.75	0.54
1948	0.38	0.37	0.15	0.51	0.68	0.90	1.55	1.56	1.85	1.81	2.60	3.15
1949	1.83		1.32	1.04	1.15	1.60	2.15	3.15	0.94	1.13	1.35	0.89
1950	0.89	0.70	0.65	1.16	2.16	2.11	1.51	0.63	1.00	0.91	1.56	1.15
1951	0.85	0.73	0.85	1.19	1.47	1.77	1.74	0.65	0.39			
1952							2.18	1.57	2.08	1.38	2.23	2.84
1953	1.68	1.14	0.83	1.03	1.87	2.76	1.75	2.23	2.43	2.63	10.41	12.39
1954	5.90	3.56	2.26	2.62	2.64	3.03	2.60	2.73	1.97	0.74	1.33	1.24
1955	1.29	0.88	1.11	1.50	2.36	1.38	1.23	1.02	0.55	0.66	0.49	0.35
1956	0.28		0.83	0.32	0.42	0.81	0.91	0.91	0.76	0.90	0.51	0.16
1957	0.21	0.21	0.32	0.13	27.27	3.85	3.00	3.59	2.83	3.92	5.99	8.58
1958	6.28	3.05	2.58	2.96	3.04	3.28	2.43	2.76	1.12	0.62	0.19	0.76
1959	0.47	0.44	0.42	0.85	1.21	1.71	2.18	2.52	1.55			
1960	0.89	0.67	0.63	0.81	1.59	2.13	1.66	1.34	0.79	0.85	0.73	0.60
1961	0.12	0.05	0.41	0.63	1.02	1.82	0.99	2.91	4.84	1.81	1.97	1.55
1962	1.00	0.67	0.59	1.12	1.54	1.58	1.57	0.98	0.58	0.77	0.58	0.35
1963	0.25	0.21	0.26	0.44	0.73	1.20	1.66	1.67	2.65	1.22	3.44	10.10
1964	6.98	3.69	2.55	2.82	2.89	3.53	2.92	2.33	0.77	0.78	0.94	0.79

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	0.65	0.39	0.25	0.79	1.67	1.62	2.57	11.69	4.88	8.08	19.61	17.01
1966	9.15	4.20	3.72	4.20	3.96	3.85	3.63	2.54	1.52	1.35	1.27	1.12
1967	0.80	0.69	0.97	1.18	1.99	2.25	1.86	1.35	0.34	0.25	0.13	0.12
1968	0.11	0.11	0.14	0.15	0.59	0.95	0.99	0.71	0.68	0.50	0.30	0.06
1969	0.04	0.04	0.06	0.10	0.42	0.35	0.86	0.64	0.42	0.30	0.24	0.19
1970	0.13	0.08	0.12	0.28	0.36	0.75	0.70	0.60	0.38	0.30	0.14	0.08
1971	0.05	0.08	0.09	0.10	0.25	0.51	0.54	0.63	0.60	0.17	0.11	0.08
1972	0.06	0.06	0.06	0.31	0.36	1.56	1.78	2.35	2.78	3.08	4.83	7.55
1973	5.66	2.75	2.43	3.84	3.70	3.32	2.78		3.75	3.66	0.37	0.67
1974	0.48	0.65	0.61	1.14	1.78	1.97	1.49		0.82	0.51	0.36	0.32
1975	0.28	0.24	0.26	0.73	1.18	1.58	1.08	1.19	0.39	0.20	0.19	0.12
1976	0.14	0.17	0.13	0.34	0.78	0.89	0.79	0.99	0.73	0.34	0.50	0.29
1977	0.19	0.20	0.21	0.44	0.95	0.86	1.82		2.26	2.18	4.07	3.19
1978	2.05	0.87	0.99	1.89	2.22	2.09	2.92	3.00	3.13	5.44	8.49	7.62
1979	5.79	3.26	2.64	2.89	2.98	2.54	2.04	1.34	1.23	0.60	0.39	0.26
1980	0.18					1.33	1.68	2.41	1.93	1.82	4.17	6.21
1981	3.99	2.31	2.21	3.03	3.52	2.51	2.23	1.79	1.21	0.95		0.04
1982	0.11	0.13	0.13	0.29	0.92	1.36	2.60	3.38	3.04	1.83	4.46	6.28
1983	5.02	2.75	2.21	2.31	2.25	1.96	5.28	4.15	3.61	7.61	9.00	9.89
1984	3.71	2.61	2.07	2.33	2.68	2.91	36.36			35.05	29.06	32.39
1985	19.06	8.94	6.42	4.78	4.26	3.71	3.45	2.90	2.42			0.65
1986	0.44	0.81	0.70	2.03	3.92	3.28	1.75	3.34	0.88	0.61	0.83	1.49
1987	1.07	0.72	0.76	1.48	3.30	2.38	14.70	26.65	21.45	23.92	31.02	34.15
1988	23.08	11.56	7.06	5.47	5.49	4.54	3.76	2.62	1.57	1.04	0.37	0.34
1989	0.14	0.28	0.32	0.47	2.26	1.64	1.16	1.97	1.55	0.49	0.49	0.40
1990	0.36		0.26	0.66	1.49	1.69	1.84	1.35	1.11	0.47	0.34	0.25
1991	0.23	0.14	0.40	0.51	0.69	2.59	2.64	2.77	3.15	1.88	3.74	4.41
1992	3.09	2.68	2.17	3.41	3.42	7.17	5.01	3.54	3.68	4.61	6.90	5.91
1993	4.93	3.48	2.90	3.50	4.14	3.02	2.46	1.61	1.55	1.10		
1994	0.45	0.36	0.36	0.66	1.27	1.44	1.97	1.57	0.76	0.71	0.48	0.39
1995	0.43	0.49	0.46	0.82	1.26	1.45	1.60	1.25	0.62	0.39	0.15	0.15
1996	0.14	0.11	0.11	0.17	0.20	0.75	0.92	1.13	0.63	0.23	0.14	0.10
1997	0.09	0.02	0.06	0.13	0.36	5.82	4.56	4.59	11.35	11.94	27.04	46.48
1998		12.55	8.39	7.13	5.83	5.72	5.80	3.67	2.48	1.68	1.06	0.79
1999	0.45	0.46	0.68	1.07	2.38	2.38	2.08	1.92	2.74	1.68	0.94	0.48
2000	0.46	0.50	0.41	0.98	2.46	3.48	4.78	3.91	2.92	4.06	3.91	4.14
2001	2.24	1.22	2.00	2.27	2.89	2.65	3.50	2.87	3.03	3.32	3.49	3.23
2002	2.17	1.46	1.45	2.64	5.70	8.55	7.48	7.52	7.11	9.69	10.58	16.69
2003	13.01	7.66	5.00	4.37	5.09	4.73	4.44	3.28	2.51	2.04	2.17	1.85
2004	1.90	1.63	1.59	2.39	2.49	2.39	2.43	2.44	1.20	0.75	0.73	0.44
2005	0.20	0.22	0.26	0.86	3.08	2.08	1.82	1.32	2.13	1.96	4.27	6.23
2006	4.96	3.11	2.11	2.13	2.51	2.72	3.06	2.17	1.32	1.09	1.14	1.11
2007	0.90	0.81	0.98	1.39	1.91	2.51	2.07	1.85	1.32	1.25	1.70	1.81
2008	1.02	1.09	1.10	1.34	2.20	3.28	2.56	4.09	2.95	3.30	5.50	4.07
2009	2.39	1.46	1.53	1.49	2.02	2.19	2.20	2.02	1.23	0.61	0.52	0.42
2010	0.38	0.39	0.46	0.61	1.44	1.77	1.53	1.08	1.03	0.27	0.21	0.24
2011	0.19	0.20	0.27	0.27	0.55	2.29	1.56	1.34	0.70	0.78	0.55	
2012	0.34	0.31	0.32	0.60	1.37	1.47	1.42	1.30	0.88	0.43	0.31	0.31
2013	0.23	0.38	0.27	0.32	1.56	1.82	1.42	1.23	1.14	0.59	0.47	0.41

☐ Datos no disponibles

ANEXO 9.2
ESTADÍSTICAS DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES CORRELACIONES Y ANÁLISIS DE FRECUENCIA

Tabla 1. Precipitaciones anuales máximas diarias (mm)

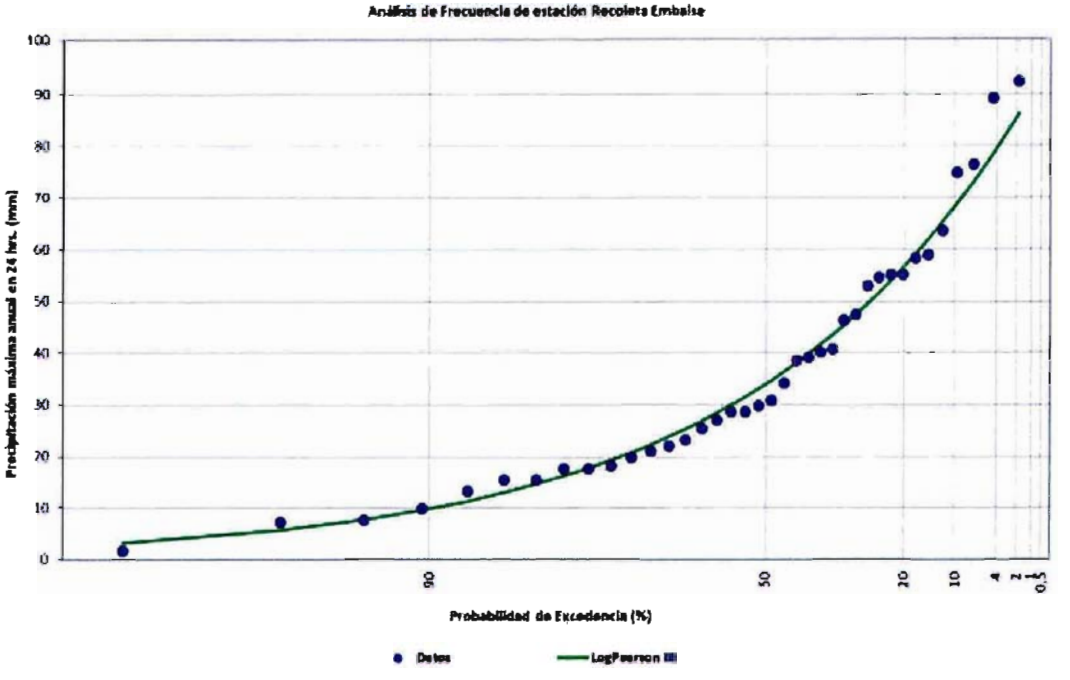
AÑO	FECHA	Recoleta Embalse	FECHA	Ovalle DGA	FECHA	La Torre	FECHA	Samo Alto	FECHA	Sotaqui	FECHA	Pichasca	FECHA	Paloma Embalse	FECHA	Punitaqui
1974	24/06	26.50	24/06	31.50			07/06	12.00	24/06	42.50	24/06	21.00	24/06	31.00	25/06	48.00
1975	31/05	35.50	31/05	25.00			31/05	24.00	31/05	31.00	31/05	50.00	31/05	31.90	10/07	41.00
1976	27/05	57.80	27/05	41.50			27/05	26.50	27/05	42.10	27/05	30.00	27/05	64.80	27/05	49.00
1977	30/06	16.00	11/07	39.00			07/10	27.00	01/01	0.00	05/08	16.00	11/07	20.30	10/07	81.00
1978	19/07	28.00	19/07	35.00	12/09	14.00	17/11	26.50	19/07	39.50	18/07	33.50	19/07	45.30	19/07	55.50
1979	31/07	1.50	31/07	4.00	30/07	5.50			31/07	12.00	31/07	7.50	31/07	2.50	30/07	14.20
1980	09/04	49.50	10/04	62.00	10/04	98.00	24/07	36.00	09/04	63.00	24/07	51.20	10/04	69.40	10/04	64.80
1981	12/05	36.50	12/05	28.50	12/05	28.50	12/05	33.00	12/05	32.30	12/05	34.40	12/05	50.70	12/05	22.00
1982	12/08	24.50	15/07	28.00	12/08	50.00	11/08	22.00	16/07	37.50	11/08	35.00	12/08	42.30	08/05	45.00
1983	07/07	81.00	07/07	73.50	07/07	68.00	07/07	55.00	07/07	78.50	07/07	76.50	07/07	84.00	07/07	78.50
1984	01/07	69.50	04/07	48.00	04/07	66.00	01/07	56.50	02/07	63.00	04/07	73.00	01/07	97.00	01/07	92.50
1985	29/07	14.00	29/07	16.40	29/07	19.00	28/07	20.00	22/07	15.50	28/07	25.00	29/07	18.00	29/07	18.50
1986	13/08	16.50	13/08	16.00	28/05	13.00	13/08	33.00	28/05	19.20	28/05	40.00	13/08	21.50	28/05	26.00
1987	24/07	68.00	24/07	89.50	24/07	68.00	24/07	96.00	23/07	73.00	24/07	97.50	24/07	95.50	24/07	122.00
1988	16/06	12.00	13/08	7.50	13/08	9.00	16/06	12.00	16/06	7.50	16/06	14.00	13/08	10.80	16/06	11.00
1989	04/05	6.50	20/08	23.00	02/08	24.50	01/01	0.00	20/08	33.50	20/08	35.00	20/08	35.60	02/08	29.00
1990	07/07	16.00	16/07	11.30	16/07	12.50			16/07	13.00	07/07	16.00	07/07	12.50	16/07	16.30
1991	17/06	42.00	17/06	33.00	02/06	46.00			17/06	38.00	16/06	49.00	17/06	36.50	02/06	43.00
1992	05/06	50.00	05/06	57.00	05/06	49.00			05/06	65.00	05/06	30.00	05/06	64.00	05/06	68.00
1993	06/05	21.00	06/05	27.00	06/05	30.00			06/05	30.00	29/08	23.00	06/05	46.50	06/05	56.00
1994	29/06	26.00	29/06	27.50	29/06	26.00			29/06	24.00	29/06	31.00	29/06	27.00	29/06	28.50
1995	23/06	20.00	04/07	9.80	04/07	18.00			04/07	9.00	10/01	2.40	23/06	5.50	04/07	21.40
1996	06/07	23.00	06/07	23.00	06/07	37.00			06/07	32.00	06/07	24.00	06/07	31.50	06/07	48.00
1997	16/08	84.00	16/08	66.00	16/08	115.00			16/08	101.50	16/08	91.00	16/08	77.00	16/08	162.00
1998	15/06	9.00	15/06	4.60	15/06	7.00			15/06	8.50	16/06	24.00	10/04	5.80	15/06	5.20
1999	27/05	14.00	27/05	16.20	27/05	15.00			30/10	17.50	07/09	23.00	31/10	14.60	30/10	17.00
2000	23/06	43.00	23/06	39.50	23/06	50.00			23/06	42.50	23/06	52.00	23/06	48.00	23/06	50.00
2001	19/07	53.00	19/07	38.00	25/08	30.00			19/07	59.00	19/07	83.00	19/07	67.00	19/07	68.00
2002	23/07	53.50	23/07	44.10	04/06	58.00			23/07	53.50	04/06	73.50	04/06	72.30	04/06	70.00
2003	20/05	37.00	20/05	29.80	20/05	45.00			20/05	48.00	21/05	31.00	20/05	49.00	20/05	84.00
2004	02/08	35.50	02/08	30.20	02/08	36.00			02/08	34.00	02/08	27.00	02/08	37.20	02/08	44.00
2005	03/05	26.00	03/05	18.80	23/05	13.00			03/05	29.00	25/04	18.00	03/05	29.50	03/05	25.00
2006	26/07	18.00	08/06	23.00	08/06	39.50			08/06	21.50	26/07	27.00	26/07	20.80	08/06	41.00
2007	14/06	19.00	14/06	20.10	14/06	15.50			14/06	19.50	14/06	18.00	14/06	25.20	08/08	14.00
2008	16/08	50.00	16/08	24.60	16/08	34.00			16/08	42.50	16/08	46.10	16/08	45.50	21/07	32.00
2009	15/08	31.00	15/08	27.30	27/06	23.00			15/08	38.00	15/08	31.00	15/08	37.00	15/08	38.00
2010	18/06	27.00	13/06	30.10	13/06	26.00			18/06	26.50	18/06	31.00	18/06	35.00	13/06	44.10
2011	18/06	48.00	18/06	57.30	18/06	69.00			18/06	62.00	19/06	53.00	19/06	62.60	19/06	66.50
2012	16/08	7.00	16/08	15.50	16/08	36.00			16/08	8.00	01/01	0.00	16/08	8.00	16/08	24.50
2013	27/05	35.00	27/05	32.20	17/05	39.00			17/05	30.00	01/01	0.00	17/05	30.50	17/05	53.00

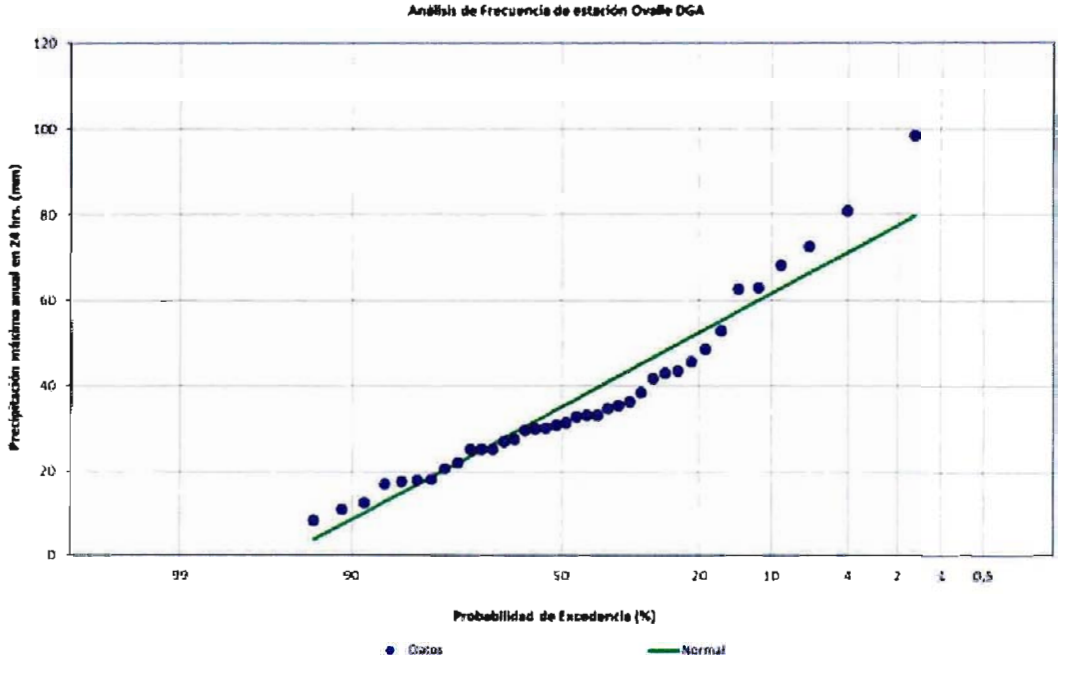
Precipitaciones anuales máximas diarias registradas, mayores 3 eventos
Precipitaciones anuales máximas diarias coincidentes con otra estación

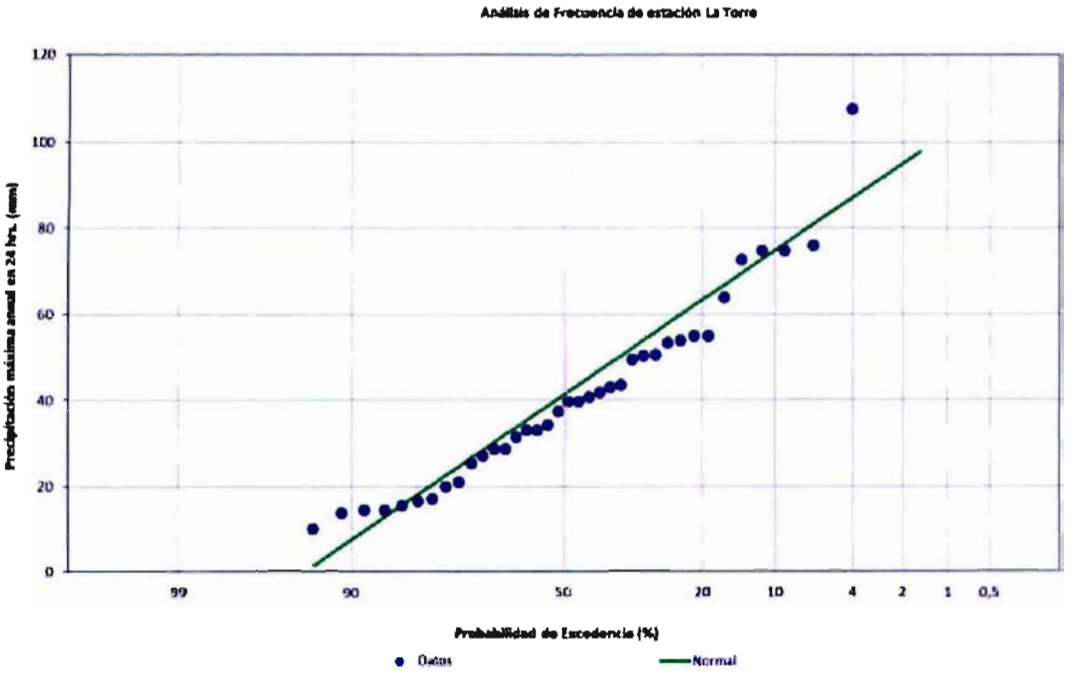
Tabla 2. Resultados Test Chicuadrado

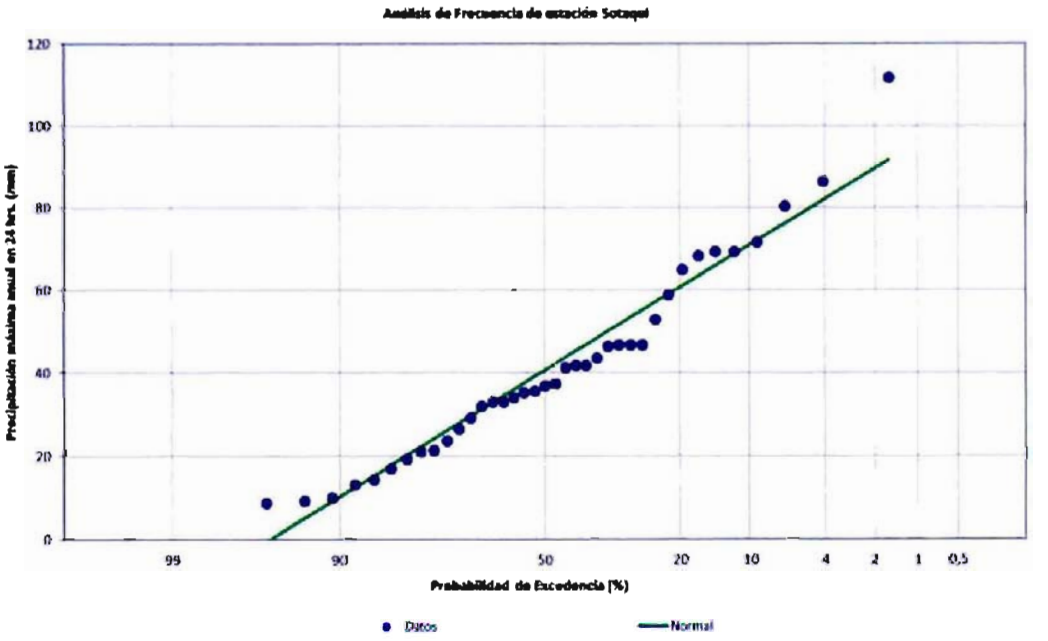
DISTRIBUCIÓN	Recoleta Embalse	Ovalle DGA	La Torre	Sotaqui	Pichasca	Paloma Embalse	Punitaqui
Normal	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
Gumbel	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Pearson III	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
LogNormal	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
LogPearson III	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
LogNormal III	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
Gamma	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023

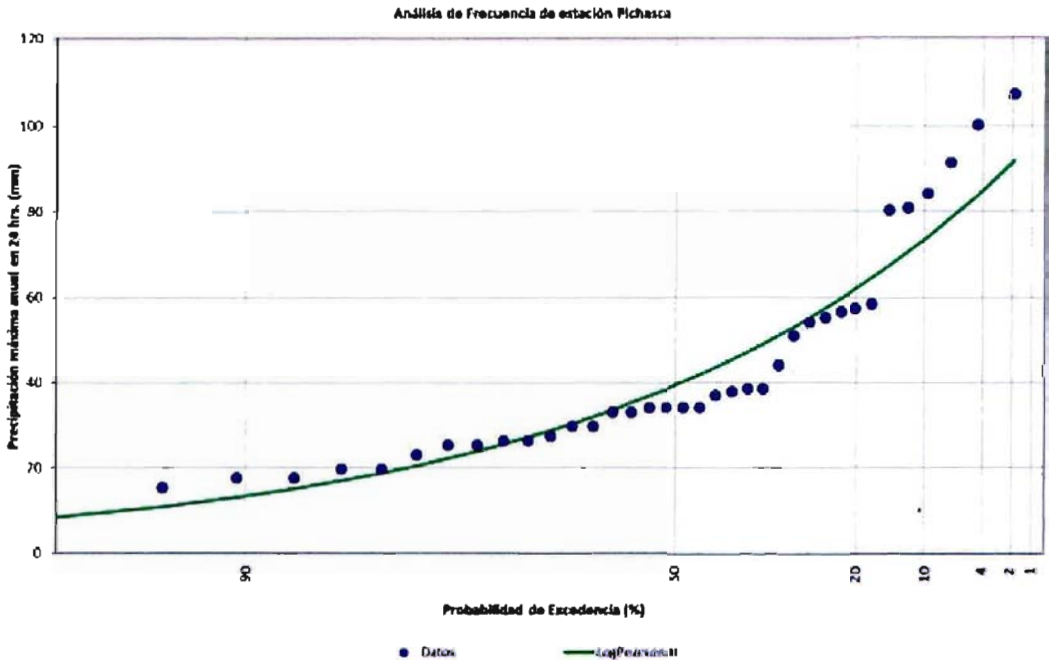
Figura 1. Resultados análisis de frecuencia

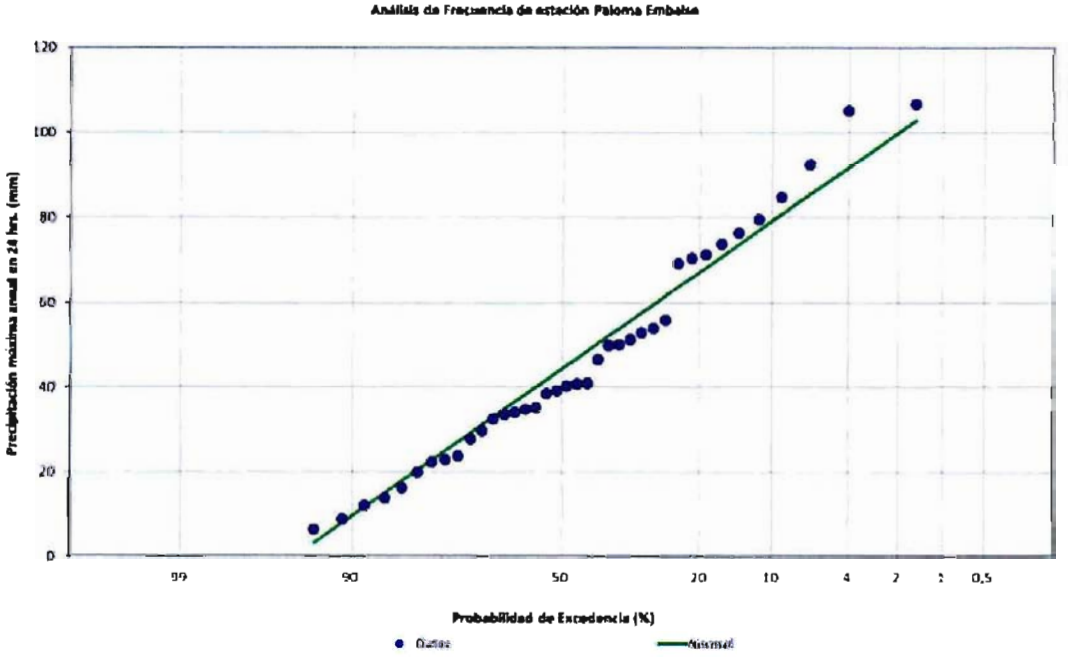


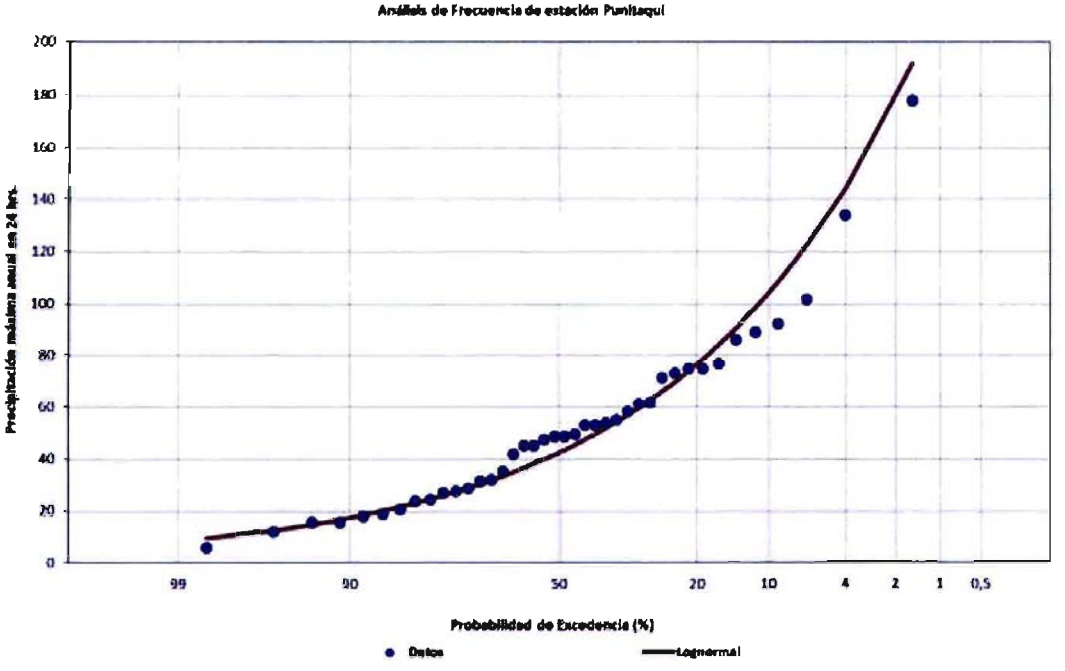



Análisis de Frecuencia de estación La Torre
Precipitación máxima anual en 24 hrs. (mm)
120
100
80
60
40
20
0
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
Normal


Análisis de Frecuencia de estación Sotaqui
Precipitación máxima anual en 24 hrs. (mm)
120
100
80
60
40
20
0
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
Normal


Análisis de Frecuencia de estación Pichasca
Precipitación máxima anual en 24 hrs. (mm)
120
100
80
60
40
20
0
90
50
20
10
4
2
1
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos


Análisis de Frecuencia de estación Paloma Embalse
Precipitación máxima anual en 24 hrs. (mm)
120
100
80
60
40
20
0
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos


Análisis de Frecuencia de estación Puntiagul
Precipitación máxima anual en 24 hrs.
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
99
90
50
20
10
4
2
1
0,5
Probabilidad de Excedencia (%)
Datos
Lognormal

ANEXO 9.3
ESTIMACIÓN DE ESCORRENTÍAS QUEBRADAS APORTANTES AL CANAL

1. Estimación de caudales quebradas afluentes al canal Villalón

Código	Km	A	L	H máx	H mín	Pendiente	Hm	Tc	Tc	Coeficiente de escorrentía				C	T=2 años		T=5 años		T=10 años		T=50 años		T=100 años	
								Giandotti		Relieve	Infiltración	Cobertura vegetal	Alm. superficial	TOTAL	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
		(km²)	(km)	(m)	(m)	%	(m)	(min)	(min)						(mm/hr)	(m³/s)	(mm/hr)	(m³/s)	(mm/hr)	(m³/s)	(mm/hr)	(m³/s)	(mm/hr)	(m³/s)
MC Q01	27500	0.05	0.48	430	290	0.29	70	15	15	0.28	0.12	0.08	0.10	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	0.90	528	301	0.25	114	25	30	0.26	0.12	0.08	0.10	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	0.70	532	301	0.33	116	18	15	0.29	0.12	0.08	0.10	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	1.06	533	295	0.22	119	26	30	0.25	0.12	0.08	0.10	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	0.44	450	302	0.34	74	12	15	0.29	0.12	0.08	0.10	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	0.32	417	299	0.37	59	12	15	0.31	0.12	0.08	0.10	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	0.70	468	290	0.25	89	22	30	0.26	0.12	0.08	0.10	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	0.67	452	290	0.24	81	16	15	0.26	0.12	0.08	0.10	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	0.63	430	289	0.22	71	22	30	0.25	0.12	0.08	0.10	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	0.44	427	289	0.31	69	15	15	0.29	0.12	0.08	0.10	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	0.46	422	284	0.30	69	15	15	0.28	0.12	0.08	0.10	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	0.99	522	284	0.24	119	25	30	0.26	0.12	0.08	0.10	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	0.73	482	289	0.26	97	21	15	0.27	0.12	0.08	0.10	0.57	6.7	0.19	16.9	0.48	23.6	0.67	37.3	1.05	42.5	1.20

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL VILLALÓN

Anexo 11

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-2000-IH-MEC-002_C

ANEXO 11 - POTENCIAL HIDROELÉCTRICO CANAL VILLALÓN

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-1000-IH-INF-002**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	R. Suárez	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Coordinación interna
	Fecha	21.08.14	25.08.14	25.08.14	
B	Nombre Firma	R. Suárez	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.08.14	27.08.14	27.08.14	
C	Nombre Firma	R. Suárez	P. Zúñiga	D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	13.11.14	13.11.14	13.11.14	

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

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

ANEXO 11 - POTENCIAL HIDROELÉCTRICO CANAL VILLALÓN

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 OBJETIVO 3
1.2 ANTECEDENTES DOCUMENTALES 4
2 METODOLOGÍA 4
2.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA 5
2.1.1 Perfil Longitudinal del Canal 5
2.1.2 Caudales 7
2.1.3 Potencial Hidroeléctrico 7
2.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA 8
2.2.1 Costos Directos 8
2.2.2 Análisis Económico 9
3 RESULTADOS 11
3.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA 11
3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA 14
4 CONCLUSIONES 15

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Potencia Promedio Generada Canal Villalón 11

LISTADO DE FIGURAS

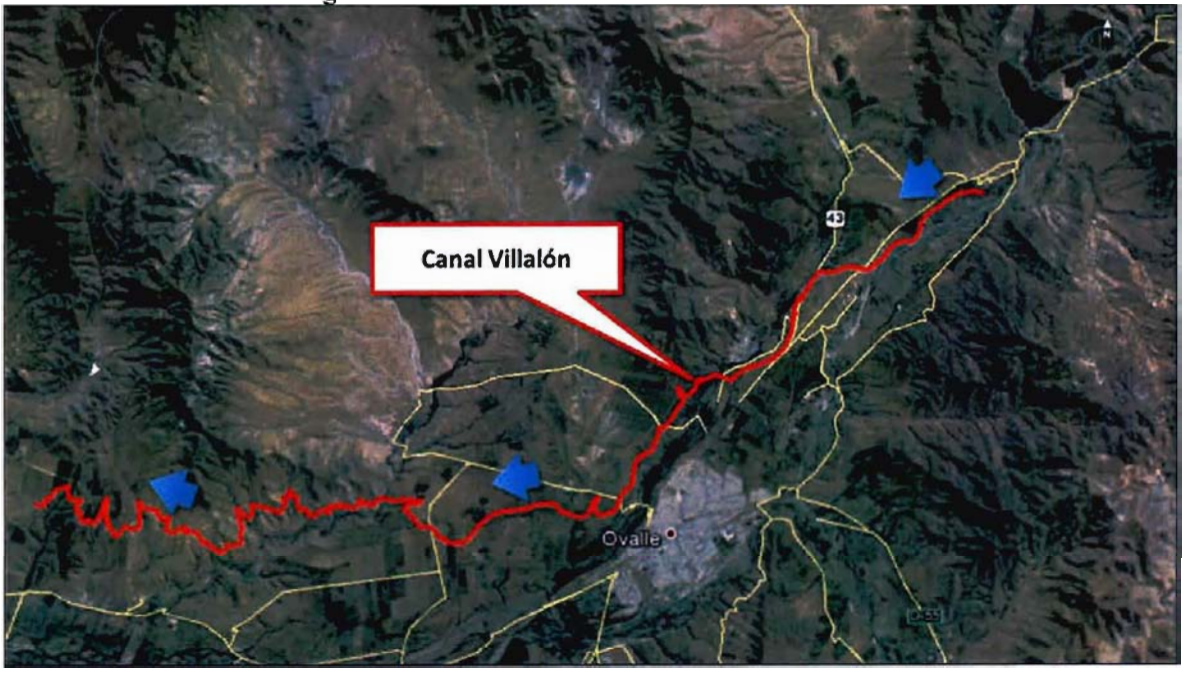
Figura 1-1: Trazado en Planta Canal Villalón 3
Figura 2-1: Perfil Longitudinal Canal Villalón 6
Figura 2-2: Curva de Costos Directos para Obras Civiles 8
Figura 2-3: Curva de Costos Directos para Equipamiento Electro Mecánico 8
Figura 3-1: Curva Potencia Instalada vs VAN 14

1 INTRODUCCIÓN

Como parte de los estudios realizados para del proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta" se presenta a continuación un análisis del potencial para el aprovechamiento hidroeléctrico del canal Villalón, el cual se emplaza al norte de la ciudad de Ovalle, en la IV región de Coquimbo y cuyo trazado se extiende por una longitud de aproximadamente 47,07 Km con un desnivel total de 61,9 m.

En la Figura 1-1 se muestra de manera general el trazado en planta del canal Villalón.

Figura 1-1: Trazado en Planta Canal Villalón



1.1 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue establecer la capacidad y condiciones del canal Villalón para la generación hidroeléctrica, considerando tanto sus características topográficas como los caudales de operación para riego.

Necesariamente el análisis ha considerado que esta capacidad de generación hidroeléctrica se determina con una operación supeditada al riego.

En el presente documento se detallan los antecedentes básicos, criterios y la metodología además de procedimientos aplicados, así como los resultados obtenidos para la evaluación del potencial hidroeléctrico asociado al canal Villalón.

1.2 ANTECEDENTES DOCUMENTALES

Para la elaboración del presente estudio, se realizó una investigación para conocer los antecedentes disponibles en proyectos pasados de similares características, cuyo objetivo fue el de formular metodologías de análisis que generasen resultados fundamentados. De los documentos revisados el que más destaca en este aspecto es:

Ref. 1: Procivil Ingeniería Ltda. (2007). *Estimación Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto Región de Atacama a Región de la Araucanía.* Santiago.

En este mismo sentido, se pudo acceder al estudio elaborado por el Ing. Alvarado-Ancieta el cual contiene una recopilación de los costos de los equipos electro mecánicos de 82 centrales hidroeléctricas de alrededor del mundo con diversos tamaños y configuraciones. La referencia bibliográfica es:

Ref. 2: Alvarado-Ancieta, C. A. (2009). Estimating E&M Powerhouse Costs. *Water Power & Dam Construction*, 21-25.

2 METODOLOGÍA

La metodología adoptada para el estudio del potencial hidroeléctrico del canal Villalón se fundamentó primordialmente en los siguientes análisis:

- El primero consistió en estimar la capacidad de generación hidroeléctrica considerando los desniveles existentes en su recorrido topográfico para los tramos del trazado longitudinal del canal. Se consideró el caudal por derechos de aguas vigente hasta la fechas además de datos históricos de caudales medidos en bocatoma.

- El segundo consistió en realizar una evaluación económica, estimando los montos de inversión necesarios para las obras civiles, equipamiento electromecánico y del montaje para una central, los que junto con el análisis de los posibles ingresos producto de la generación permitió fijar la potencia mínima de generación que es económicamente atractiva para un proyecto hidroeléctrico ubicado al interior del cauce del canal en estudio.

Los resultados globales obtenidos tanto para la generación hidroeléctrica como para la evaluación económica fueron comparados entre sí determinando de esta manera la viabilidad de un proyecto hidroeléctrico.

A continuación se desarrollan los aspectos inherentes a los fundamentos comentados.

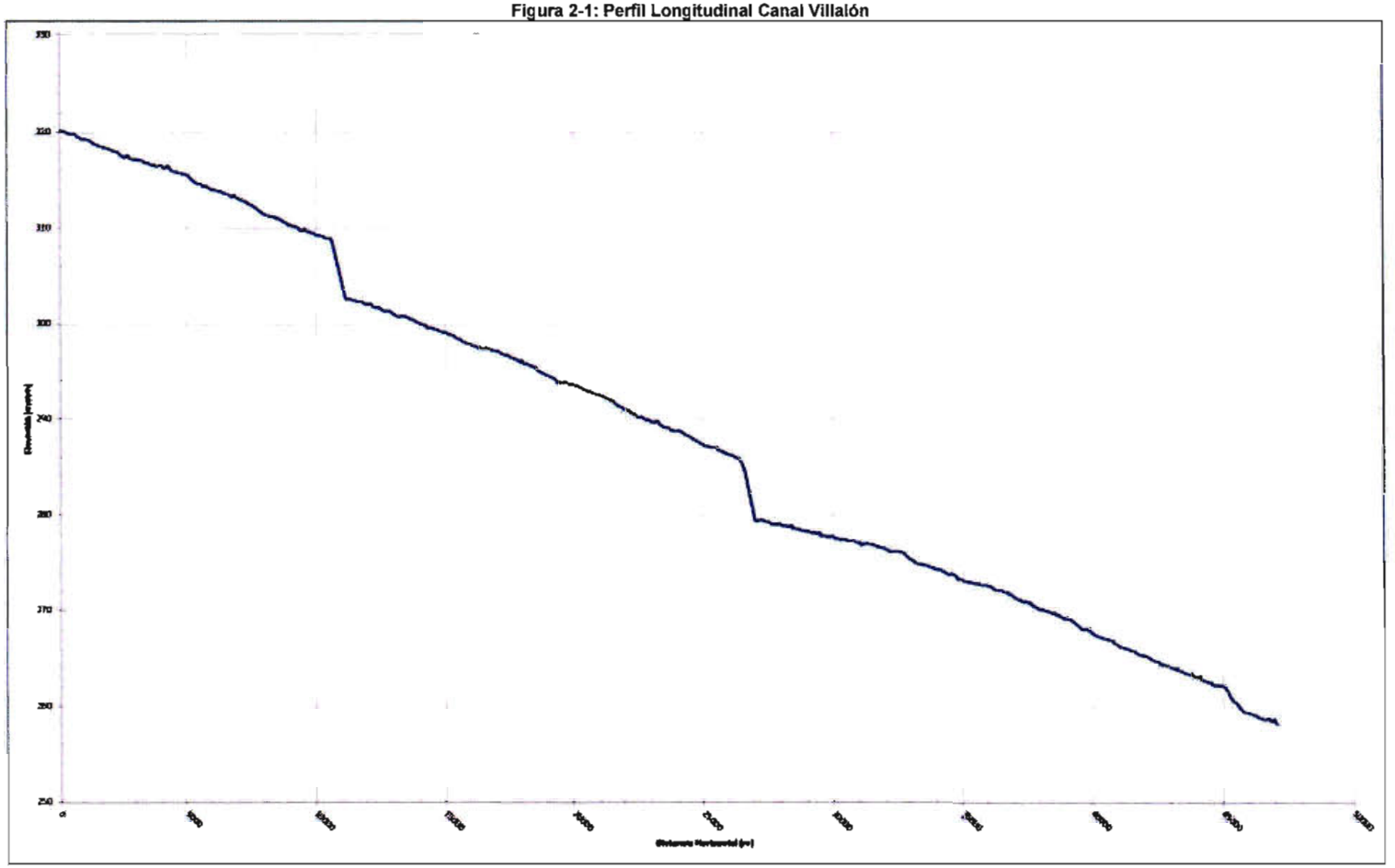
2.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

El estudio del potencial hidroeléctrico del canal se realizó bajo la premisa de aprovechar las caídas del trazado longitudinal del canal Villalón. No se estudiaron alternativas de generación que derivaran el flujo fuera del canal debido a la operación continua y permanente del mismo durante todo el año, condición que impide el análisis de este tipo escenario.

2.1.1 Perfil Longitudinal del Canal

Para la estimación de la generación hidroeléctrica primeramente se realizó un análisis del perfil longitudinal del canal Villalón obtenido a partir del levantamiento topográfico realizado como parte del presente proyecto. El perfil se muestra en la Figura 2-1.

Figura 2-1: Perfil Longitudinal Canal Villalón



En la Figura 2-1 se puede observar que la longitud total del canal Villalón es de 47,07 Km, cuyo fondo de cauce al inicio del canal se ubica en la cota 320,0 msnm y en su final se ubica en la cota 258,1 msnm, presentando de esta forma un desnivel total de 61,9 m.

2.1.2 Caudales

Se consideró el caudal total por derecho otorgado al canal los cuales alcanzan los 6,5 m^3/s continuos y permanentes a lo largo del año, con y sin pérdidas por conducción, las cuales según información provista por la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta presenta aproximadamente un 40% de pérdidas de caudal a lo largo de su conducción.

2.1.3 Potencial Hidroeléctrico

Finalmente, con los datos tanto de las caídas presentes a lo largo del trazado del canal como de los caudales disponibles, se procedió a calcular en sí el potencial hidroeléctrico por tramos del canal mediante la aplicación de la ecuación de potencia de una turbina hidráulica que expresa lo siguiente:

$$P = 9{,}81 \cdot \eta_T \cdot \eta_G \cdot Q \cdot H_D$$

Donde:

P: Potencia de la turbina (kW).
η_T: Eficiencia de la turbina.
η_G: Eficiencia del generador.
Q: Caudal generable (m^3/s).
H_D: Caída de diseño (m).

La longitud total del canal se dividió en tramos de 500 m cada uno, realizando un tramo especial en los puntos de ubicación de los sifones El Ingenio y La Placa. Las caídas analizadas corresponden al desnivel acumulado en cada uno de dichos tramos

Para efectos prácticos, y de acuerdo a la experiencia del consultor, se adoptó un valor estándar de 84% que engloba tanto la eficiencia de la turbina como la del generador, resultando la ecuación finalmente adoptada para los análisis como:

$$P = 8{,}20 \cdot Q \cdot H_D$$

Donde:

P: Potencia de la turbina (kW).
Q: Caudal generable (m^3/s).
H_D: Caída de diseño (m).

2.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

2.2.1 Costos Directos

Como primer paso para la evaluación económica, se procedió a estimar los costos directos de inversión de obras civiles (OO.CC.) y equipamiento electro mecánico (E&M) teniendo como referencia la experiencia de este Consultor en proyectos similares y el estudio realizado por el Ing. Alvarado-Ancieta de la Ref. 2.

Se puso foco en las pequeñas centrales hidroeléctricas pero se decidió incluir de igual manera a las grandes centrales con el fin de obtener un espectro válido de costos considerando únicamente elementos típicos de centrales en canales como lo son la cámara de carga, tubería forzada y casa de máquinas.

En total se analizaron los costos de múltiples centrales cuyas potencias instaladas varían desde los 0,8 MW hasta los 51 MW. Los resultados de este análisis se presentan en la Figura 2-2 y Figura 2-3 para obras civiles y equipamiento electro mecánico respectivamente.

Figura 2-2: Curva de Costos Directos para Obras Civiles

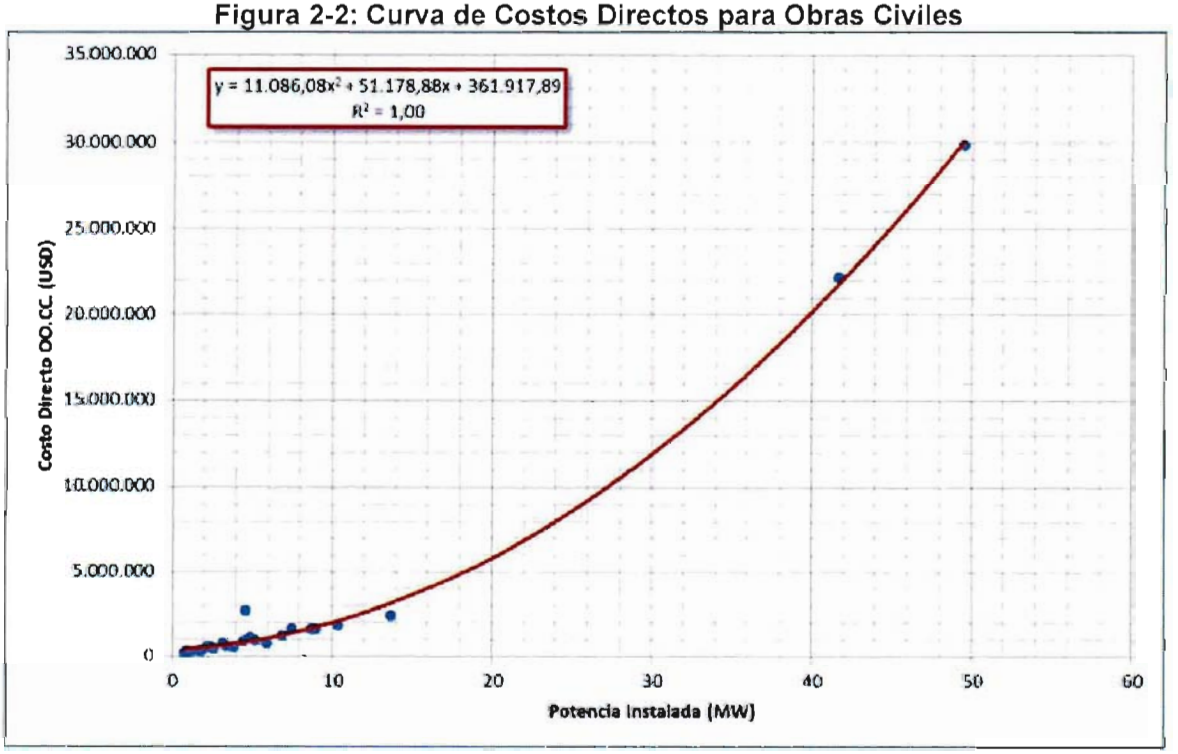
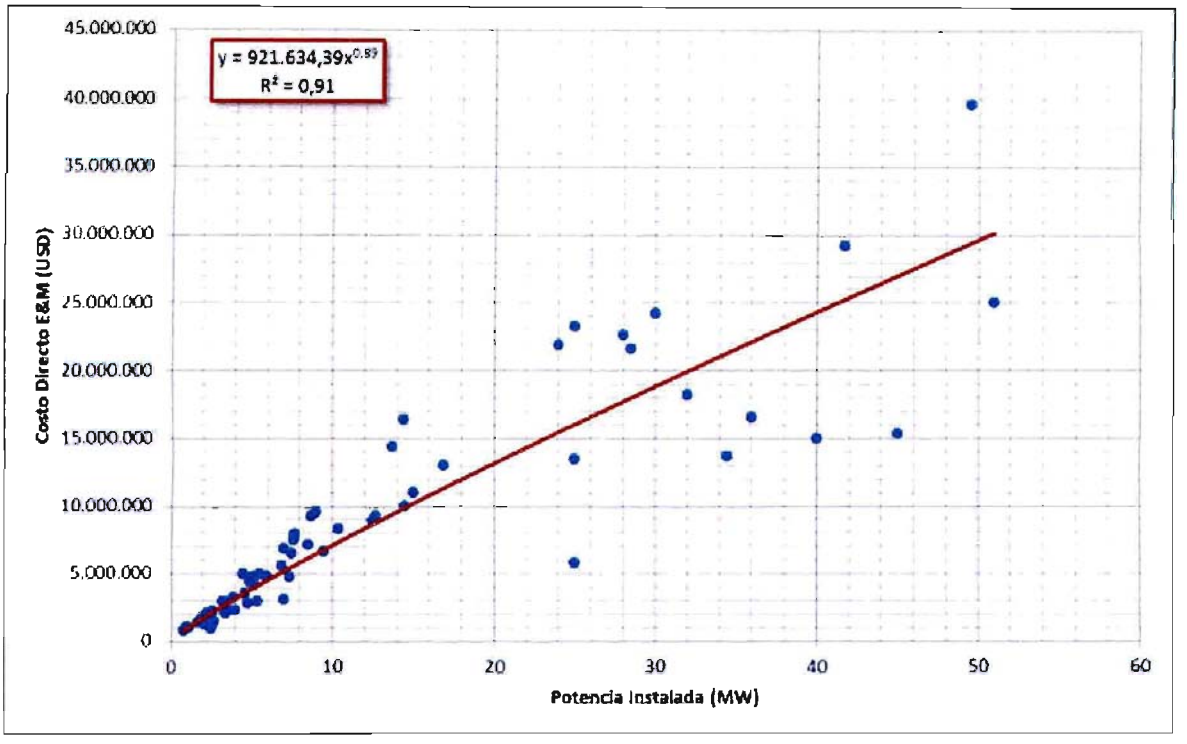


Figura 2-3: Curva de Costos Directos para Equipamiento Electro Mecánico



En la Figura 2-3 se puede apreciar una gran dispersión de los datos a partir de centrales con más de 10 MW de potencia instalada, centrales que se encuentran muy sobre el rango esperado por las características del proyecto.

Además de los costos comentados, para la inversión inicial de la central se consideraron igualmente los siguientes puntos:

- Montaje de equipamiento electro mecánico, igual al 20% del costo directo E&M.
- Gastos generales, igual al 20% de los costos de OO.CC. más E&M más Montaje.

Debido al nivel de ingeniería en el cual se desarrolla el presente estudio no se consideraron los costos asociados a líneas de alta tensión, lo cual disminuye el monto de inversión inicial y favorece, desde el punto de vista económico, a proyectos de generación de menor tamaño.

2.2.2 Análisis Económico

El segundo punto de análisis fue generar un flujo de caja el cual permitiese estimar una curva de Valuar Actual Neto.

El flujo de caja se realizó considerando los criterios:

- Parámetros de Evaluación Económica:

  - Horizonte de evaluación: 40 años sin valor residual.
  - Tasa de actualización anual: 12%.
  - Impuestos 1[ra] categoría: 21%.

- Ingresos Constantes en el Flujo de Caja:

  - Ingreso por venta de la energía: 90 USD/MWh.
  - Ingresos por ERNC (Ley 20.257): 10 USD/MWh.

- Costos Puntuales Considerados para la Inversión Inicial:

  - Costo de operación y mantenimiento: 5% de la inversión inicial.
  - Costo de inspección de obras: 5% de la inversión inicial.
  - Costo por contingencias e imprevistos: 15% de la inversión inicial.

- Otros Considerandos en el Flujo de Caja:

  - Costo peaje por uso de líneas de transmisión: 2 USD/MWh.
  - Pérdidas por transmisión: 1%.
  - Periodo de construcción: 2 años.
  - Cronograma de inversión: 60% primer año, 40% segundo año.
  - Período de depreciación para OO.CC.: 30 Años.
  - Período de depreciación para E&M: 10 Años.

Adicionalmente a los parámetros mencionados, se aplicaron los siguientes criterios para el análisis económico:

- Depreciación lineal sin considerar el valor residual.
- No se consideró costo de terrenos ni servidumbres.
- No se consideró ingresos por venta de potencia firme.
- No se consideró ingresos por bonos de carbono.
- No se consideró apalancamiento por vía de deuda.

Para estimar la energía generada, y de acuerdo a la experiencia del consultor en proyectos similares, se adoptó factor de planta del 50% el cual se considera apropiado dado las características del proyecto en estudio, aplicando finalmente la siguiente ecuación:

$$E = 0{,}50 \cdot \left(\frac{P}{1000}\right) \cdot 365 \cdot 24$$

Donde:

E: Energía media anual generada (MWh/Año).
P: Potencia de la turbina (kW).

3 RESULTADOS

Aplicando la metodología expuesta en el punto 2, a continuación se presentan los resultados obtenidos.

3.1 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

En la Tabla 3-1 se presentan los resultados de la potencia generada promedio considerando los caudales vigentes por derechos de agua con y sin las pérdidas indicadas en el punto 2.1.2.

Las filas destacadas en verde corresponden al sifón El Ingenio y el sifón La Placa respectivamente.

Tabla 3-1: Potencia Promedio Generada Canal Villalón

Tramo	Caída del Tramo	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho con Pérdidas por Conducción	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho sin Pérdidas por Conducción
(m)	(m)	(kW)	(kW)
0 - 500	0,37	11,8	19,7
500 - 1000	0,62	19,8	33,0
1000 - 1500	0,58	18,5	30,9
1500 - 2000	0,43	13,8	22,9
2000 - 2500	0,75	24,0	40,0
2500 - 3000	0,64	20,5	34,1
3000 - 3500	0,51	16,3	27,2
3500 - 4000	0,40	12,8	21,3
4000 - 4500	0,87	27,8	46,4
4500 - 5000	0,38	12,2	20,3
5000 - 5500	0,98	31,3	52,2
5500 - 6000	0,71	22,7	37,8
6000 - 6500	0,32	10,2	17,1
6500 - 7000	0,73	23,3	38,9
7000 - 7500	0,68	21,7	36,2
7500 - 8000	1,00	32,0	53,3
8000 - 8500	0,66	21,1	35,2
8500 - 9000	0,81	25,9	43,2
9000 - 9500	0,67	21,4	35,7
9500 - 10000	0,91	29,1	48,5
10000 - 10500	0,36	11,5	19,2
10500 - 10615	0,03	1,0	1,6
10615 - 11163	0,11	3,5	5,9

Tramo	Caída del Tramo	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho con Pérdidas por Conducción	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho sin Pérdidas por Conducción
(m)	(m)	(kW)	(kW)
11163 - 11500	6,37	203,7	339,5
11500 - 12000	0,47	15,0	25,0
12000 - 12500	0,41	13,1	21,9
12500 - 13000	0,50	16,0	26,6
13000 - 13500	0,62	19,8	33,0
13500 - 14000	0,61	19,5	32,5
14000 - 14500	0,64	20,5	34,1
14500 - 15000	0,52	16,6	27,7
15000 - 15500	0,62	19,8	33,0
15500 - 16000	0,53	16,9	28,2
16000 - 16500	0,63	20,1	33,6
16500 - 17000	0,25	8,0	13,3
17000 - 17500	0,47	15,0	25,1
17500 - 18000	0,76	24,3	40,5
18000 - 18500	0,68	21,7	36,2
18500 - 19000	0,99	31,7	52,8
19000 - 19500	0,84	26,9	44,8
19500 - 20000	0,34	10,9	18,1
20000 - 20500	0,72	23,0	38,4
20500 - 21000	0,54	17,3	28,8
21000 - 21500	0,49	15,7	26,1
21500 - 22000	0,80	25,6	42,6
22000 - 22500	1,01	32,3	53,8
22500 - 23000	0,43	13,8	22,9
23000 - 23500	0,92	29,4	49,0
23500 - 24000	0,52	16,6	27,7
24000 - 24500	0,56	17,9	29,8
24500 - 25000	0,83	26,5	44,2
25000 - 25500	0,46	14,7	24,5
25500 - 26000	0,82	26,2	43,7
26000 - 26500	0,94	30,1	50,1
26500 - 26524	0,00	0,0	0,0
26524 - 27009	6,06	193,8	323,0
27009 - 27500	0,29	9,3	15,5
27500 - 28000	0,56	17,9	29,8
28000 - 28500	0,83	26,5	44,2
28500 - 29000	0,46	14,7	24,5

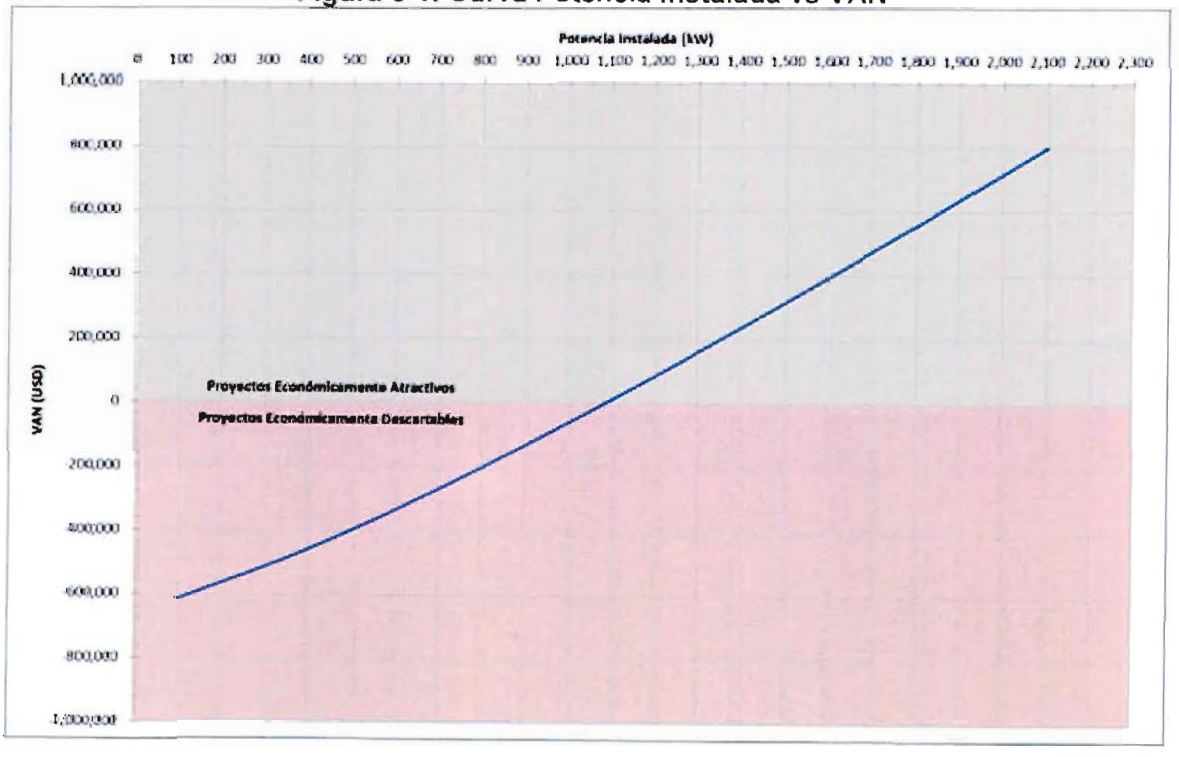
Tramo	Caída del Tramo	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho con Pérdidas por Conducción	Potencia Promedio Generada Considerando Caudal Total y Constante por Derecho sin Pérdidas por Conducción
(m)	(m)	(kW)	(kW)
29000 - 29500	0,81	25,9	43,2
29500 - 30000	0,45	14,4	24,0
30000 - 30500	0,46	14,7	24,5
30500 - 31000	0,48	15,4	25,6
31000 - 31500	0,31	9,9	16,5
31500 - 32000	0,47	15,0	25,1
32000 - 32500	0,52	16,6	27,7
32500 - 33000	0,72	23,0	38,4
33000 - 33500	0,65	20,8	34,6
33500 - 34000	0,44	14,1	23,5
34000 - 34500	0,78	24,9	41,6
34500 - 35000	0,66	21,1	35,2
35000 - 35500	0,62	19,8	33,0
35500 - 36000	0,42	13,4	22,4
36000 - 36500	0,53	16,9	28,2
36500 - 37000	0,72	23,0	38,4
37000 - 37500	0,59	18,9	31,4
37500 - 38000	1,09	34,9	58,1
38000 - 38500	0,39	12,5	20,8
38500 - 39000	0,85	27,2	45,3
39000 - 39500	0,28	9,0	14,9
39500 - 40000	1,22	39,0	65,0
40000 - 40500	0,84	26,9	44,8
40500 - 41000	0,59	18,9	31,4
41000 - 41500	0,62	19,8	33,0
41500 - 42000	0,52	16,6	27,7
42000 - 42500	0,59	18,9	31,4
42500 - 43000	0,75	24,0	40,0
43000 - 43500	0,58	18,5	30,9
43500 - 44000	0,69	22,1	36,8
44000 - 44500	0,66	21,1	35,2
44500 - 45000	0,73	23,3	38,9
45000 - 45500	1,70	54,4	90,6
45500 - 46000	0,99	31,7	52,8
46000 - 46500	0,67	21,4	35,7
46500 - 47000	0,83	26,5	44,2
47000 - 47071	0,26	8,3	13,9

De la Tabla 3-1, y descartando los sifones comentados, se puede observar que el escenario más favorable para la generación corresponde a usar el caudal total de derecho sin considerar pérdidas por conducción, resultando en que el tramo de canal entre el Km. 45+000 y el Km. 45+500 presenta la mayor potencia generación igual a 90,6 kW.

3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Con los criterios expuestos en el punto 2.2, se elaboró una curva de potencia instalada vs Valor Actual Neto la cual se muestra en la Figura 3-1.

Figura 3-1: Curva Potencia Instalada vs VAN



Un proyecto hidroeléctrico económicamente atractivo para el canal en estudio es aquel cuyo VAN es igual o mayor a cero.

De la Figura 3-1 se concluye que para que un proyecto hidroeléctrico en el canal sea económicamente atractivo, su potencia instalada debe ser igual o superior a 1.100 kW.

4 CONCLUSIONES

Como se mencionó en el punto 3.1, 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.

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

CANAL VILLALÓN

Anexo 12

Santiago, mayo de 2015

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

"MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA"

N° 4184-2000-MA-INF-003_0

ESTUDIO DE ANÀLISIS AMBIENTAL VILLALON

***NOTA: Nueva codificación reemplaza al documento: 4184-2000-MA-INF-001**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P. Maturana	V. Hernández	P. Zúñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	28.01.15	29.01.15	30.01.15	
C	Nombre Firma	P. Maturana	V. Hernández	P. Zúñiga	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.03.15	27.03.15	27.03.15	
0	Nombre Firma	P. Maturana	V. Hernández	P. Zúñiga	Aprobación Cliente
	Fecha	21.04.15	21.04.15	21.04.15	

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

ÍNDICE

1 INTRODUCCION 9

2 OBJETIVOS 10
2.1 OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO DE EAA 10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE EAA 10

3 CONTENIDOS Y ALCANCES DEL INFORME DEL EAA 11
3.1 CONTENIDOS DEL ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL 11
3.2 ALCANCES DEL INFORME DEL EAA 11

4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 12

5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 13

6 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO DE INGENIERÍA 14
6.1 OPTIMIZACIÓN DE RIEGO 14
6.1.1 Compuerta Afecta a Mantención (Nomenclatura: CP) 14
6.1.2 Sellos (Nomenclatura: S) 14
6.1.3 Muro Peralte Canal (Nomenclatura: EC) 15
6.2 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN 16
***6.2.1* Revestimientos 16**
6.3 MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL 16
6.3.1 Barrera con Gaviones. 16
6.3.2 Inyección de aditivo para reparación de fracturas 17

7 ANTECEDENTES AMBIENTALES 20
7.1 ÁREAS PROTEGIDAS 20
7.1.1 Parque Nacional 20
7.1.2 Reserva Nacional 20
7.1.3 Monumento Natural 21
7.1.4 Reserva de Región Virgen 21
7.1.5 Santuario de la Naturaleza 21
7.1.6 Parque Marino 22
7.1.7 Reserva Marina 22
7.1.8 Reserva Forestal 23
7.1.9 Acuífero que alimenta vegas y bofedales en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta 23
7.1.10 Bien nacional protegido o inmueble fiscal destinados para fines de conservación ambiental 23
7.2 SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 24
7.3 HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (SITIOS RAMSAR) 25

7.4 ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA 25
7.5 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL 25
7.5.1 Plan Regulador Comunal 26
7.6 OTROS PROYECTOS EN LA ZONA Y SU RELACIÓN CON EL PROYECTO 27

8 CARACTERIZACION COMPONENTES AMBIENTALES PRINCIPALES 28
8.1 FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE 28
8.1.1 Objetivos 28
8.1.2 Área de Estudio 29
8.1.3 Metodología 29
8.1.3.1 Vegetación 29
8.1.3.2 Flora 31
8.1.3.3 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI. 31
8.1.4 Resultados 32
8.1.4.1 Revisión Bibliográfica 32
8.1.4.2 Vegetación 33
8.1.4.3 Flora 38
8.1.4.4 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI. 42
8.1.5 Conclusiones 43
8.2 FAUNA TERRESTRE 44
8.2.1 Objetivos 44
8.2.2 Área de Estudio 44
8.2.3 Metodología 44
8.2.3.1 Revisión bibliográfica 45
8.2.3.2 Antecedentes de Terreno 45
8.2.4 Resultados 46
8.2.4.1 Revisión Bibliográfica 46
8.2.4.2 Antecedentes de terreno 52
8.2.5 Conclusiones 57
8.3 ATRACTIVOS NATURALES O CULTURALES 57
8.3.1 Objetivo 58
8.3.2 Área de Estudio 58
8.3.3 Metodología 58
8.3.3.1 Revisión Bibliográfica 58
8.3.3.2 Identificación de instrumentos de desarrollo relacionados con la actividad turística regional y comunal 59
8.3.4 Identificación de los recursos turísticos a nivel comunal 59
8.3.4.1 Identificación de la oferta turística en el área de estudio 61
8.3.5 Resultados 62
8.3.5.1 Revisión Bibliográfica 62
8.3.5.2 Identificación de instrumentos de desarrollo relacionados con la actividad turística regional y comunal 62
8.3.5.3 Identificación de los recursos turísticos a nivel comunal 63
8.3.5.4 Identificación de la oferta turística en el área de estudio 71
8.3.6 Conclusiones 75
8.4 PAISAJE 76

8.4.1 Objetivo 76
8.4.2 Área de Estudio 76
8.4.3 Metodología 76
8.4.3.1 Descripción del Área de Influencia del Proyecto, para determinar el valor Paisajístico de la Zona 77
8.4.3.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje 79
CALIDAD VISUAL 81
8.4.4 Resultados 83
8.4.4.1 Realización de Terreno y revisión de antecedentes en gabinete 83
8.4.4.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje 87
8.4.5 Conclusiones 90
8.5 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO 91
8.5.1 Antecedentes Generales 91
8.5.1.1 Patrimonio Cultural 91
8.5.1.2 Plan de Manejo de los Recursos Naturales 92
8.5.2 Objetivos 93
8.5.3 Área de Estudio 93
8.5.4 Metodología 94
8.5.5 Resultados 94
8.5.5.1 Revisión Bibliográfica 94
8.5.6 Conclusiones 101

9 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR 102

10 ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE INGENIERIA PROPUESTAS 104
10.1 COMPUERTAS (CP) 104
10.2 SELLOS DE FONDO (S) 106
10.3 MURO PERALTE CANAL (NOMENCLATURA: EC) 118
10.4 REVESTIMIENTOS 119
10.5 BARRERA CON GAVIONES. 120
10.6 INYECCIÓN DE ADITIVO PARA REPARACIÓN DE FRACTURAS 120

11 EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL 122
11.1 OBRAS Y ACTIVIDADES POTENCIALMENTE GENERADORAS DE IMPACTOS 123
11.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES 124
11.2.1 Intervención de flora y vegetación 125
11.2.1.1 Identificación y fuentes de impacto durante la etapa de construcción .. 125
11.2.1.2 Medidas de Manejo Ambiental 126
11.2.1.3 Calificación del Impacto Ambiental 127
11.2.2 Desplazamiento Local de Especies de Fauna 127
11.2.2.1 Identificación del Impacto 127
11.2.2.2 Medidas de Manejo Ambiental 128
11.2.2.3 Calificación del Impacto Ambiental 129

11.3 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS 129
12 ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA 130
13 COSTOS AMBIENTALES REFERENCIALES 134
13.1 TABLA RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO 134
14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 137
15 BIBLIOGRAFÍA 139

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Contenidos del EAA 11
Tabla 6-1: Alternativas de Obras de mejoramiento Canal Villalón 18
Tabla 7-1: Sitios Prioritarios para la Conservación en la región de Coquimbo 24
Tabla 8-1: Rango de valores para la cobertura vegetal 30
Tabla 8-2: Categorías de alturas empleadas para la vegetación 30
Tabla 8-3: Codificación de especies dominantes 31
Tabla 8-4: Resumen del uso del suelo en área de estudio 33
Tabla 8-5: Formaciones vegetales en el trazado canal Villalón 33
Tabla 8-6: Catálogo florístico del área de estudio 39
Tabla 8-7: Listado de especies potenciales de fauna en el área de estudio 46
Tabla 8-8: Riqueza de especies de fauna terrestre en área de estudio 52
Tabla 8-9: Senderos de Chile en el área de estudio 67
Tabla 8-10: Atractivos turísticos por categoría, Área de Estudio 68
Tabla 8-11: Atractivos turísticos del área de estudio 69
Tabla 8-12: Festividades Patronales en la comuna de estudio 70
Tabla 8-13: Alojamiento Turístico 71
Tabla 8-14: Operadores y Agencias y/u operadores turísticos 71
Tabla 8-15 Listado de guías de turismo 72
Tabla 8-16: Determinación de valor paisajístico según atributos 78

Tabla 8-17: Calidad Visual del Paisaje según atributos Biofísicos 81

Tabla 8-18: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estructurales 82

Tabla 8-19: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estéticos 82

Tabla 8-20: Categorías de Calidad Visual 83

Tabla 8-21: Valor Paisajístico según atributos biofísicos 86

Tabla 8-22: Coordenadas UTM de los Puntos de Observación para el proyecto 87

Tabla 8-23: Calidad Visual de las UP 90

Tabla 8-24: Coordenadas referenciales para el emplazamiento del proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Villalón" 93

Tabla 8-25: Coordenadas referenciales de la ubicación de los sitios arqueológicos más cercanos al área de influencia del proyecto. 100

Tabla 8-26: Monumentos históricos en la comuna de Ovalle. 101

Tabla 9-1: Relación del proyecto y elementos ambientales 102

Tabla 10-1: Relación de las Obras de compuertas y elementos ambientales del entorno ... 104

Tabla 10-2: Relación de las obras sellos de fondo y elementos ambientales del entorno ... 107

Tabla 10-3: Relación de las obras del peralte del muro y elementos ambientales del entorno 119

Tabla 10-4: Relación de las obras de revestimiento y elementos ambientales del entorno . 119

Tabla 10-5: Relación de las obras de la barrera de gaviones y elementos ambientales del entorno 120

Tabla 10-6: Relación de las obras de la reparación de fracturas y elementos ambientales del entorno 121

Tabla 11-1: Obras y Actividades Potencialmente Generadoras de Impacto 123

Tabla 11-2: Relación Causa – Efecto entre el proyecto y las componentes ambientales 124

Tabla 11-3: Jerarquización de Impactos Ambientales 129

Tabla 13-1: Costos Referenciales Asociados a la Elaboración y Tramitación de las Medidas Ambientales 135

Tabla 13-2: Costos Referenciales Asociados al Plan de Implementación y Seguimiento Ambiental..... 135

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1: Localización General 12

Figura 6-1: Perfil compuerta con volante..... 14

Figura 6-2: Planta sellos de fondo..... 15

Figura 6-3: Obra de mejoramiento en hormigón para evitar desbordes 15

Figura 6-4: Sección canal con mampostería 16

Figura 6-5: Geometría de estructura metálica gavión..... 17

Figura 6-6: Fisura en el portal de salida 17

Figura 7-1: Plan Regulador Comunal de Ovalle 26

Figura 7-2: Localización proyecto con RCA. 27

Figura 8-1: Área Turística Prioritaria y su relación con el proyecto..... 64

Figura 8-2: Circuito Turístico y su relación con el proyecto 65

Figura 8-3: Atractivos Turísticos y su relación con el proyecto 67

Figura 8-4: Atractivos Turísticos y su relación con el proyecto 70

Figura 8-5. Macrozona Norte Chico 84

Figura 8-6: Subzona donde se inserta el proyecto 85

Figura 8-7: Vista parcial de la CV1 desde el PO1 hacia el suroeste..... 88

Figura 8-8: Vista parcial de la CV2 desde el PO 3 hacia el sur. 88

Figura 8-9: Vista parcial de la CV3 desde el PO 4 hacia el oeste. 88

Figura 8-10: Vista parcial de la CV4 desde el PO 6 hacia el oeste..... 89

Figura 8-11: Vista parcial de la CV5 desde el PO 7 hacia el oeste..... 89

Figura 8-12: Vista general del trazado proyectado para el proyecto mejoramiento de Canal Villalón (en verde)..... 94

Figura 8-13: Vista general del trazado proyectado para el proyecto mejoramiento de Canal Villalón (en verde) y sitios arqueológicos más cercanos. 100

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 8-1: Praderas perennes 35

Fotografía 8-2: Matorral Pradera Abierto 35

Fotografía 8-3: Matorral Abierto 36

Fotografía 8-4: Matorral Arborescente Abierto 37

Fotografía 8-5: Matorral con Suculentas Abierto 37

Fotografía 8-6: *Eulychnia acida* 41

Fotografía 8-7: *Maihueniopsis ovata* 41

Fotografía 8-8: *Liolaemus nitidus* 55

Fotografía 8-9: *Liolaemus lemniscatus* 56

Fotografía 8-10: *Callopistes maculatus* 56

Fotografía 8-11: Canal Villalón 86

Fotografía 8-12: Canal Villalón 86

Fotografía 8-13: Canal Villalón 86

Fotografía 8-14: Canal Villalón 86

1 INTRODUCCION

El presente documento corresponde al Informe del Estudio de Análisis Ambiental (en adelante, EAA) del Proyecto Mejoramiento Canal Villalón (en adelante, el proyecto), el cual se encuentra enmarcado dentro del Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta, en la región de Coquimbo, cuyo mandante es la Comisión Nacional de Riego, del Ministerio de Agricultura.

El Estudio de Análisis Ambiental es desarrollado sobre la base de los estudios de Ingeniería que están siendo realizados por ARCADIS en el curso de la presente Consultoría, junto a la revisión bibliográfica, y datos generados en el marco de campañas de terreno desarrolladas por el equipo de especialistas ambientales.

El siguiente informe presenta la caracterización de los componentes ambientales principales, evaluando ambientalmente, las alternativas y opciones de obras para el mejoramiento del sistema de riego del canal Villalón.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO DE EAA

El objetivo general es estudiar y evaluar ambientalmente, las alternativas y opciones de obras para el proyecto, levantando alerta de componentes ambientales de mayor sensibilidad o límites de localización evaluando preliminarmente los potenciales impactos ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del proyecto, con el fin de analizar fundadamente la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), elaborando los respectivos Planes Preliminares de Manejo y Seguimiento Ambiental, y sus costos asociados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE EAA

Para efectuar el análisis ambiental se desarrollarán las siguientes actividades:

- Identificar y describir las partes, componentes, acciones y/o actividades del proyecto.
- Identificar y evaluar en forma simple, no obstante experta, los potenciales impactos ambientales que se podrían generar a consecuencia principalmente del mejoramiento de los canales existentes.
- Proponer un Plan de Manejo y Seguimiento Ambiental, a modo general, que incluya las medidas y acciones asociadas a los Planes de Mitigación, Reparación o Compensación, a los impactos detectados y las medidas de seguimiento propuestas. El énfasis de las medidas de manejo ambiental, se enfocarán principalmente en las medidas de diseño de la ingeniería.
- Realizar el análisis de pertinencia de sometimiento del proyecto al SEIA, en cuanto a obras y actividades definidas por la ingeniería, e identificar y analizar el tipo de instrumento que debería desarrollarse a futuro para este fin (DIA o EIA).
- Identificación de los permisos ambientales sectoriales correspondientes.
- Realizar una aproximación de los costos monetarios asociados al Plan de Manejo y Seguimiento Ambiental propuesto.

3 CONTENIDOS Y ALCANCES DEL INFORME DEL EAA

3.1 CONTENIDOS DEL ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

El EAA será elaborado de acuerdo con lo solicitado por la Comisión Nacional de Riego en sus TDR, considerando los siguientes contenidos que se señalan en la Tabla 3-1

Tabla 3-1: Contenidos del EAA

Producto (os)	Contenidos
Recopilación y análisis de antecedentes	Recopilación de información referente a antecedentes generales de aspectos ambientales del área de estudio.
Visitas al Terreno	Primera visita de reconocimiento del terreno en coordinación con el Coordinador de Proyecto de la CNR, para interiorizarse de las condiciones existentes en los ámbitos de la especialidad ambiental.
Estudio de Análisis Ambiental	Las alternativas de obra de riego propuestas deben incluir los análisis ambientales necesarios, de tal manera que el avance de los proyectos de ingeniería y agroeconomías se realicen de forma paralela con los aspectos ambientales, se deberá evaluar si corresponde ingresar al proyecto al Sistema de Evaluación Ambiental, y de ser así, si este debe ingresar como una declaración de impacto ambiental o en su defecto como un Estudio de Impacto Ambiental, según lo establecido en la Ley 19.300 sobre Bases Generales de Medio Ambiente

El presente informe del EAA entrega la caracterización ambiental completa del área del Proyecto, en base a los potenciales componentes que presenten mayor sensibilidad desde una perspectiva ambiental en relación a las obras proyectadas por ingeniería como alternativas de mejoramiento del canal Villalón.

3.2 ALCANCES DEL INFORME DEL EAA

Este Estudio de Análisis Ambiental, incluye las actividades realizadas entre los meses de febrero a diciembre de 2014, y se basa en la Información del proyecto de Ingeniería desarrollado en las Etapas 1, 2, 3, 4 y 5. Los contenidos de la ingeniería son entregados simultáneamente con el presente informe.

A continuación se presenta el contenido del Informe del EAA, dando cumplimiento al programa de trabajo del estudio.

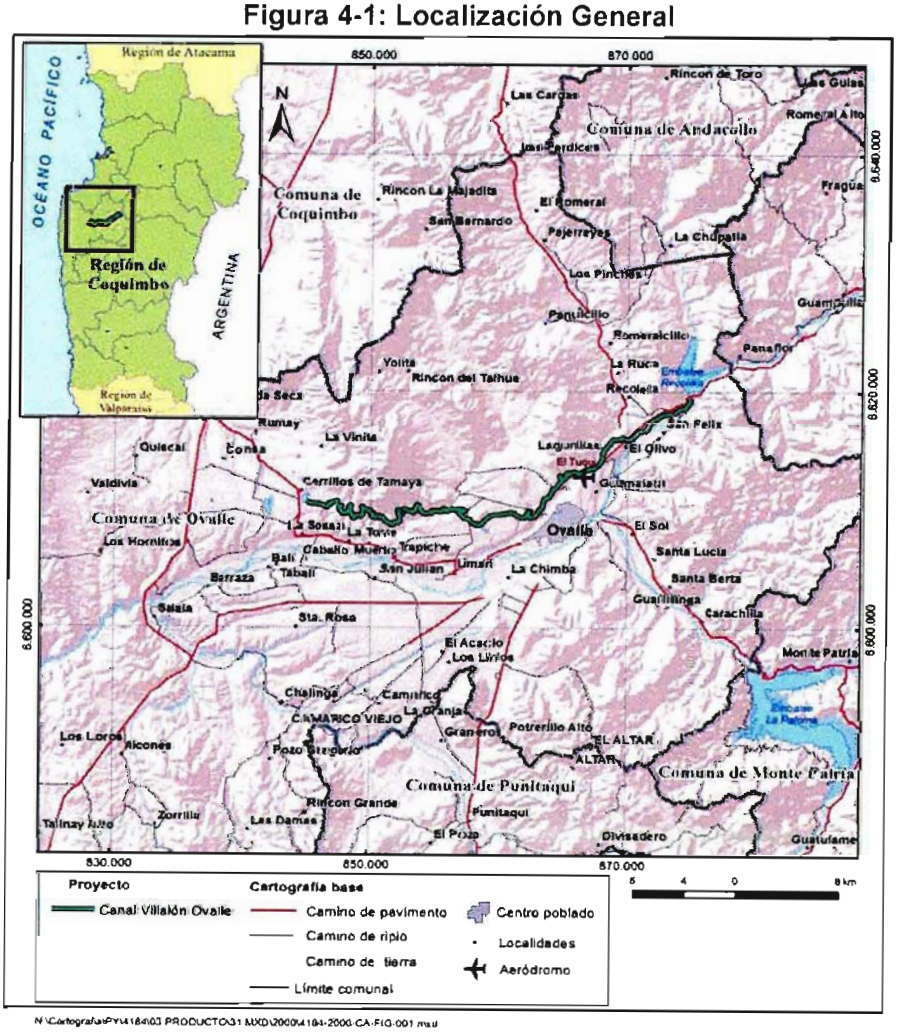
- Descripción general del proyecto.
- Caracterización de las componentes ambientales principales.
- Diagnóstico preliminar de pre factibilidad ambiental.
- Análisis Ambiental de Prefactibilidad de las obras de ingeniería.
- Evaluación de Impactos Ambientales Preliminares y Medidas Ambientales

- Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA
- Costos Ambientales Referenciales.

4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El canal matriz Villalón se ubica en la comuna de Ovalle, provincia de Limarí, región de Coquimbo, con una longitud de 49 km aproximado. Dicho canal se encuentra asociado a la operación de los embalses Recoleta - La Paloma – Cogotí, naciendo a 2 km del embalse Recoleta terminando su aporte en quebrada Seca, aportando recurso hídrico a una superficie aproximada de 6.726 ha, como se visualiza en la Figura 4-1 y Láminas 4184-2000-CA-LAM-001 y 4184-2000-CA-LAM-003 en Anexo 12.

Figura 4-1: Localización General



N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\2000\4184-2000-CA-FIG-001.mxd

Este canal, es uno de los más importantes del embalse Recoleta, transportando un 60 % de sus aguas, además a 6 km de su origen recibe los aportes del embalse La Paloma a través del canal Derivado Recoleta.

La comuna de Ovalle posee una superficie de 3.843,5 km^2 y una población de 98.089 habitantes, acogiendo un 16.26% de la población total de la región, de ellos un 75,2% corresponde a población urbana y un 24,8% (24326 habitantes) rural[1].

El clima del sector del proyecto es el de una zona transicional, entre un clima mediterráneo desértico y un clima mediterráneo del centro del país, con precipitaciones entre junio y agosto (periodo invernal). Estas condiciones climáticas, se encuentran influenciadas por la topografía, no permitiendo una diversidad vegetativa, sin embargo se presenta actividad agrícola, la cual está condicionada a ciertos tipos de cultivos y a la utilización de sistemas de riegos especiales, dicho clima ayuda a realizar una cosecha temprana para los mercados nacionales e internacionales.

Según Borgel 1985, la comuna se encuentra contenida en un "Sistema Montañoso Andino – Costero", donde se identifican las planicies litorales y los valles fluviales exorreicos o valles transversales. Además, se inserta en la cuenca del río Limarí, una de las más grandes de la región, con una superficie de 11.760 km^2. El río Limarí es el más importante curso de agua exorreico, el cual presenta un régimen nivo – pluvial con un caudal promedio de 15,1 m^3/seg y un mínimo de 0,0 en periodo de estiaje (febrero, marzo y abril). Sus aguas están reguladas por el embalse Recoleta (capacidad de 100x10^6 m^3) y La Paloma (capacidad de 750x10^6 m^3).

5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente el canal Villalón cumple la función de regar aproximadamente 6.726 ha agrícolas del valle del río Limarí, sin embargo las condiciones de infraestructura limitan la eficiencia de este sistema de riego y permite el desaprovechamiento del recurso hídrico.

Por lo anterior, la Comisión Nacional de Riego ha destinado realizar un estudio con el objetivo de evaluar a nivel de prefactibilidad, y generar los prediseños de las mejores alternativas de obras para la optimización del sistema de riego del canal Villalón, incorporando el concepto multiuso de las aguas para riego con potencial de hidrogeneración eléctrica.

Dentro del estudio de prefactibilidad de ingeniería, se ha considerado el estudio de análisis ambiental de la construcción de estas obras, mediante el cual se deberá analizar y evaluar ambientalmente el área de influencia de las distintas alternativas de obras que defina el estudio de ingeniería, identificando lo potenciales impactos ambientales, de manera de fundamentar el ingreso al SEIA.

[1] Datos extraídos de INE Censo de Población y Vivienda 2002

6 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

En base al informe de diagnóstico de la Etapa 4 anterior, el área de ingeniería definió alternativas de obras hidráulicas de mejoramiento para el canal Villlalón, las que describen de forma general a continuación.

6.1 OPTIMIZACIÓN DE RIEGO

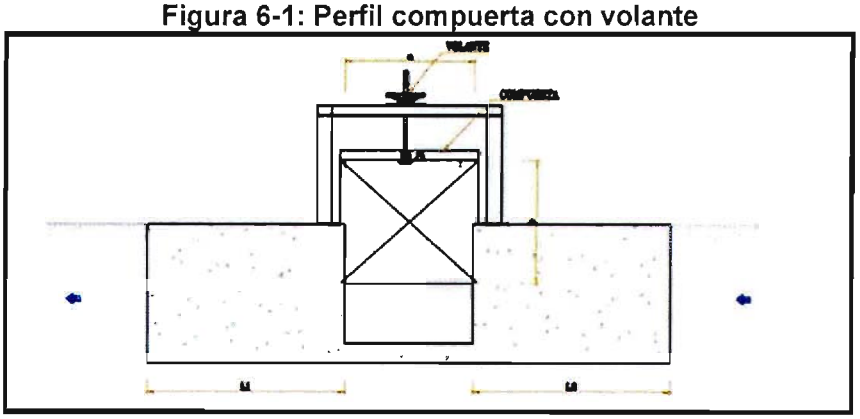
6.1.1 Compuerta Afecta a Mantención (Nomenclatura: CP)

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

- Reemplazo de la compuerta de acero.
- Retiro de obstrucciones (vegetación y sedimentos).

Tres son las compuertas a mejorar, cambiando el sistema de la compuerta en dos de ellas (Ver Figura 6-1).

Figura 6-1: Perfil compuerta con volante



6.1.2 Sellos (Nomenclatura: S)

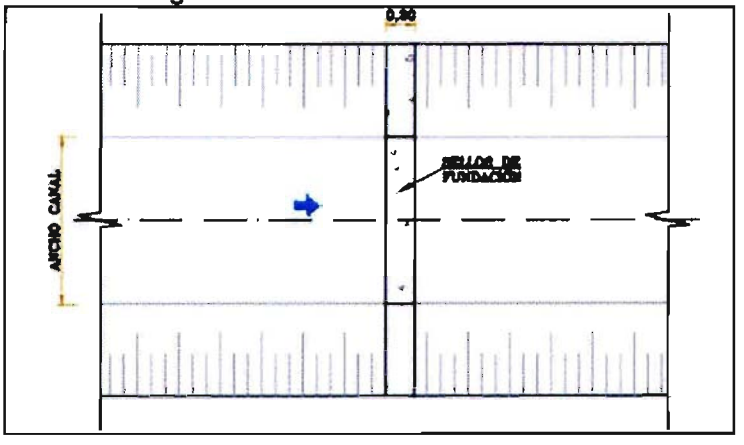
Como medida de mantención de obras, para definir la geometría del cauce, se decidió incorporar al canal sellos de fondo cada 500 m en lugares donde el canal no cuente con revestimiento de mampostería u hormigón. Con ello, luego de eventos de crecidas importantes, labores de limpieza y mantenimiento, se podrán reestablecer las cotas de fondo y taludes para el cual el canal fue diseñado.

Canal Villalón requiere una cantidad de 65 sellos de fondo para cumplir con los criterios mencionados. Las actividades a realizar para estas obras son las siguientes:

- Hormigonado
- Enfierrado

En la Figura 6-2 se presenta un esquema de la implementación de los sellos de fondo para el canal.

Figura 6-2: Planta sellos de fondo

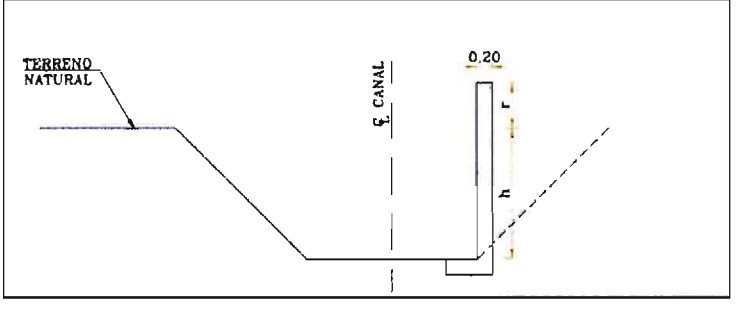


6.1.3 Muro Peralte Canal (Nomenclatura: EC)

Como obra de mejoramiento se propone reforzar la sección del canal mediante un muro de hormigón en la ribera derecha del canal (ver Figura 6-3) y de esta manera permitir el escurrimiento sin que vierta hacia las laderas.

Del sector crítico identificado con desborde del canal, se propone realizar una obra de mejoramiento en un tramo mínimo de 50 m aguas arriba y 50 m aguas abajo

Figura 6-3: Obra de mejoramiento en hormigón para evitar desbordes



Las actividades asociadas al peralte del muro son las siguientes:

- Excavación abierta material común
- Hormigonado
- Enfierradura
- Relleno compactado

6.2 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN

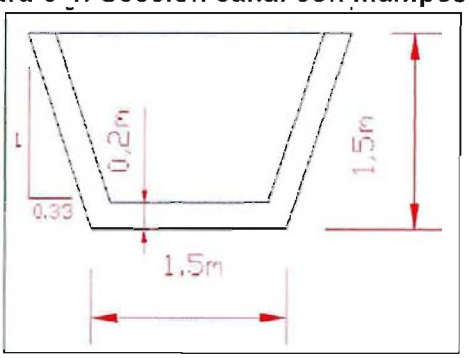
6.2.1 **Revestimientos**

Consiste en crear una protección de mampostería de piedra en el fondo y en las paredes de los sectores más afectados del canal Villalón

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

En la Figura 6-4 se presenta una sección del canal revestido con mampostería-

Figura 6-4: Sección canal con mampostería



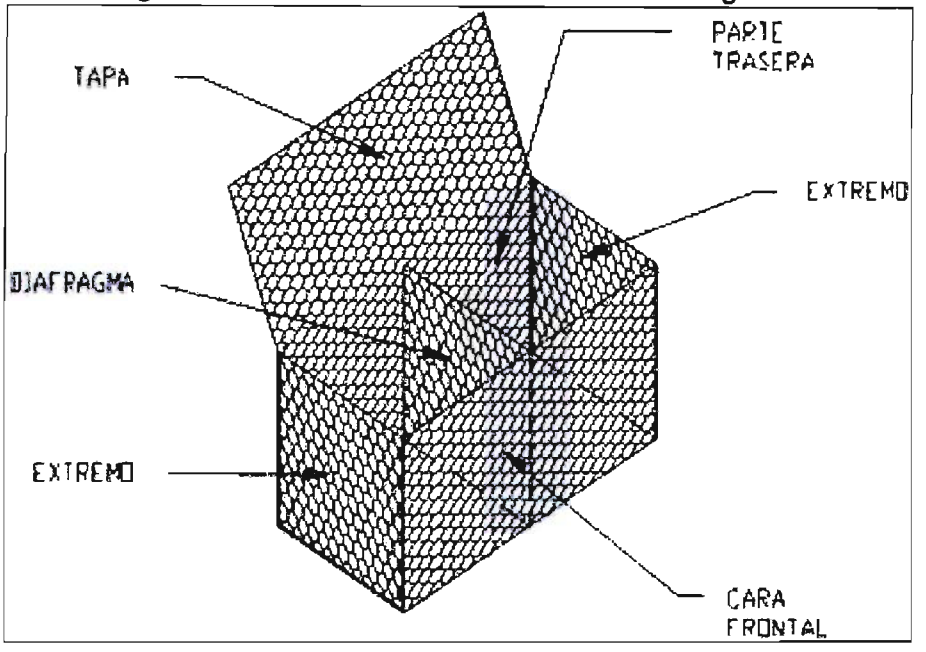
6.3 MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL

6.3.1 Barrera con Gaviones.

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

Su diseño considera una longitud aproximada de 6 m y una sección transversal de 1m x 1m. La Figura 6-5 muestra el detalle de la estructura metálica que deberá ser rellenada con rocas para conformación del gavión.

Figura 6-5: Geometría de estructura metálica gavión

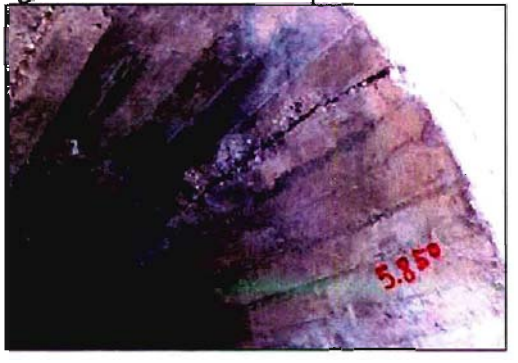


6.3.2 Inyección de aditivo para reparación de fracturas

El portal de salida del túnel 4 del canal Villalón, posee una fisura en el hormigón que forma parte de la bóveda y se proyecta hasta 3 metros dentro del túnel, por lo que se reparará mediante una inyección de resina epóxica.

La Figura 6-6 muestra la fisura presente en el Túnel 4.

Figura 6-6: Fisura en el portal de salida



A continuación en la Tabla 6-1 se entrega el listado y ubicación de cada una de las obras descritas anteriormente, los que se pueden visualizar en la Lámina 4184-2000-CA-LAM-003 en Anexo 12.

Tabla 6-1: Alternativas de Obras de mejoramiento Canal Villalón

Nomenclatura	Tipo de Obra	Ubicación km	
		Inicio	Fin
EC	Muro peralte canal	761	861
S1	Sellos	1500	
S2	Sellos	2000	
S3	Sellos	2500	
S4	Sellos	3000	
S5	Sellos	3500	
S6	Sellos	4000	
S7	Sellos	5500	
S8	Sellos	7000	
S9	Sellos	7500	
S10	Sellos	8500	
S11	Sellos	9000	
S12	Sellos	9500	
S13	Sellos	10000	
CP7	Compuerta afecta a mantención	10594	
CP8	Compuerta afecta a mantención	11198	
S14	Sellos	11500	
S15	Sellos	12000	
S16	Sellos	12500	
S17	Sellos	13500	
S18	Sellos	14000	
S19	Sellos	14500	
S20	Sellos	15000	
S21	Sellos	15500	
S22	Sellos	16000	
S23	Sellos	16500	
CP12	Compuerta afecta a mantención	16616	
S24	Sellos	17000	
S25	Sellos	17500	
S26	Sellos	18000	
S27	Sellos	18500	
S28	Sellos	19000	
S29	Sellos	19500	
S30	Sellos	20000	
S31	Sellos	20500	
S32	Sellos	21000	
CP18	Compuerta afecta a mantención	21133	
S33	Sellos	21500	
S34	Sellos	22000	
CP20	Compuerta afecta a mantención	22400	
S35	Sellos	22500	
CP21	Compuerta afecta a mantención	22686	
S36	Sellos	23000	
S37	Sellos	23500	
S38	Sellos	24000	
S39	Sellos	24500	

Nomenclatura	Tipo de Obra	Ubicación km	
		Inicio	Fin
S40	Sellos	26000	
S41	Sellos	26500	
S42	Sellos	27500	
S43	Sellos	28113	
S44	Sellos	29500	
S45	Sellos	30000	
S46	Sellos	30500	
S47	Sellos	31000	
S48	Sellos	31500	
S49	Sellos	32000	
S50	Sellos	32500	
S51	Sellos	33000	
S52	Sellos	34500	
S53	Sellos	35000	
S54	Sellos	35500	
S55	Sellos	36000	
S56	Sellos	36500	
CP35	Compuerta afecta a mantención	37383	
CP36	Compuerta afecta a mantención	37627	
CP38	Compuerta afecta a mantención	38521	
S57	Sellos	39428	
S58	Sellos	41000	
S59	Sellos	42000	
S60	Sellos	42500	
S61	Sellos	43000	
S62	Sellos	44000	
S63	Sellos	44500	
CP47	Compuerta afecta a mantención	44889	
S64	Sellos	45500	
S65	Sellos	46000	
CP53	Compuerta afecta a mantención	47090	
CP5	Compuerta afecta a mantención	9260	

Las alternativas de obras de mejoramiento geotécnicas no son incorporadas en este informe, sin embargo se consideraran en la próxima entrega del informe.

7 ANTECEDENTES AMBIENTALES

En esta sección se presentan aquellas áreas que disponen de alto valor ambiental por su biodiversidad, ya sea por ser reconocidas en la Ley N°19.300; en la Estrategia Nacional de la Biodiversidad, o porque corresponden a áreas colocadas bajo protección oficial o son áreas protegidas conforme al Ord. N° 130844 de 22 de mayo de 2013, del SEA. Estas corresponden a áreas con protección oficial (áreas protegidas), sitios prioritarios, humedales de importancia internacional y áreas de desarrollo indígena y su relación con el proyecto.

Junto a lo anterior, y en forma complementaria se presenta información relacionada con los instrumentos de planificación que definen los usos del suelo y pudiesen tener relación con el proyecto. A su vez, se identifican otros proyectos en el área de este.

7.1 ÁREAS PROTEGIDAS

A continuación se identifica las áreas protegidas o áreas de protección oficial, indicando la categoría de conservación y su presencia a nivel regional, y su relación con el área del proyecto.

7.1.1 Parque Nacional

Parque Nacional corresponde a las regiones establecidas para la protección y conservación de las bellezas escénicas naturales y de la flora y la fauna de importancia nacional, de las que el público pueda disfrutar mejor al ser puestas bajo la vigilancia oficial.

En la región de Coquimbo existe el Parque Nacional Fray Jorge, localizado en la comuna de Ovalle, el cual dista a más de 20 km hacia el oeste del área de emplazamiento del proyecto.

Relación con el proyecto

A partir de lo expuesto anteriormente, se concluye que no existen Parque Nacionales en el área de estudio, por lo tanto no se observa relación de este tipo de áreas con el proyecto (ver Lámina 4184-2000-CA-LAM-002 en Anexo).

7.1.2 Reserva Nacional

Se denomina Reserva Nacional a las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creados estas reservas.

En la región de Coquimbo existen dos reservas nacionales, correspondientes a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt localizado en la comuna La Higuera a más de 170 km de distancia hacia el noroeste del proyecto, y la Reserva Nacional La Chinchilla, localizada en la comuna de Illapel, la cual se encuentra a más de 100 km de distancia del proyecto.

Relación con el proyecto

En base a la localización y distancia de las reservas nacionales identificadas en la región de Coquimbo, se concluye que no existe relación entre las Reservas Nacionales y el proyecto (ver Lámina 4184-2000-CA-LAM-002 en Anexo).

7.1.3 Monumento Natural

Los Monumentos naturales, corresponden a las áreas, los objetos o las especies vivas de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta. Los Monumentos Naturales se crean con el fin de conservar un objeto específico o una especie determinada de flora o fauna declarando una región, un objeto o una especie aislada, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales.

En la región de Coquimbo existe el Monumento Natural Pichasca en la comuna de Río Hurtado a más de 20 km hacia el este del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto, como se puede observar en la Lámina 4184-2000-CA-LAM-002, en Anexo 12.

7.1.4 Reserva de Región Virgen

La Reserva de Región Virgen es un área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados y vedada a toda explotación comercial.

No existen Reservas de Región Virgen en la Región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.5 Santuario de la Naturaleza

Los santuarios de la naturaleza, de acuerdo al artículo 31 de la Ley N°17.288, corresponde a todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que

posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

En la región de Coquimbo, existen dos Santuarios de la Naturaleza, correspondientes al Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí localizado en la comuna de Los Vilos, el cual dista aproximadamente 100 km hacia el sur del proyecto y, el Santuario de la Naturaleza Estero Derecho ubicado en la comuna de Paihuano, el cual dista aproximadamente a 80 km hacia el noreste del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo anterior, no se observa relación de los Santuarios de la Naturaleza de la región con el proyecto, tal como se observa en la Lámina 4184-2000-CA-LAM-002, en Anexo 12.

7.1.6 Parque Marino

Parque Marino son áreas específicas y delimitadas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat.

No existen Parques Marinos en la región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área de influencia del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.7 Reserva Marina

Las reservas marinas se definen a las áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo.

En la región de Coquimbo, existe la Reserva Marina Islas Choros y Damas localizada en la comuna de La Higuera. Esta Reserva marina se localiza en el área marítima frente a la localidad de Punta de Choros a más de 100 km del hacia el Norte del área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.8 Reserva Forestal

No existen reservas forestales en la región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área de influencia del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.9 Acuífero que alimenta vegas y bofedales en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta

Este tipo de áreas de protección no aplica para la región de Coquimbo.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.1.10 Bien nacional protegido o inmueble fiscal destinados para fines de conservación ambiental

Los Bienes Nacionales Protegidos (BNP) constituyen un subsistema del Sistema de Áreas Protegidas de Chile, cuyo instrumento de protección consiste en la autodestinación y posterior concesión a terceros para proyectos con fines de conservación y desarrollo sustentable. Se encuentran dentro de la categoría de área colocada bajo protección oficial para efectos del SEIA.

En la región de Coquimbo, se identifican dos bienes Nacionales protegidos, a saber: Humedales de Tongoy, con 105,06 ha creado mediante DEX 417/28.09/07, ubicado a más de 30 km hacia el noroeste del proyecto, y la Isla Gaviota con 182 ha creado mediante DEX 234/30.06.06; ubicada a más de 100 km hacia el noroeste del proyecto (ver Lámina 4184-2000-CA-LAM-002 en Anexo 12).

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

a) Área Marina Costera Protegida o Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos cuando la declaración respectiva obedezca a un objetivo de protección ambiental

No existen áreas marinas costeras protegidas en la región de Coquimbo, por lo tanto, tampoco en el área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.2 SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Los sitios prioritarios se encuentran definidos en el ORD.D.E. N° 103008 de Septiembre de 2010 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, que Imparte Instrucciones sobre **Sitios Prioritarios para la Conservación,** señalando que:

"constituyen áreas terrestres, marinas o costeras de alto valor para las conservación y uso sustentable de la biodiversidad, identificada por su aporte a la representatividad ecosistémica, por su singularidad ecológica o por constituir un hábitat de especies amenazadas, entre otros aspectos, para su gestión de conservación, protección y/o restauración. Dichos sitios pueden, en la medida de lo posible, llegar a constituirse en áreas protegidas".

Los Sitios Prioritarios para la Conservación están definidos en la Estrategia Nacional de Biodiversidad elaborada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente el año 2003, documento en el cual se establecieron 64 sitios, los cuales, de acuerdo al Instructivo precitado, son aquellos que deben considerarse para efectos de la aplicación del Artículo 11 letra d) de la Ley N° 19.300.

En la región de Coquimbo existen 5 Sitios Prioritarios para la Conservación a nivel nacional, los que se identifican en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1: Sitios Prioritarios para la Conservación en la región de Coquimbo

Sitios Prioritarios Nacionales	Ambiente	Superficie (ha)	Comuna	Distancia al proyecto
Cerro Santa Inés y Costa de Pichidangui	Costero Marino	2.547,23	Los Vilos	150 km aprox. hacia el noreste del proyecto
Punta Teatinos-Caleta Hornos /Sector Costero al Norte de la Serena	Costero Marino	12.509,52	La Serena y La Higuera	80 km hacia el noroeste del proyecto
Quebrada de Culimo	Terrestre	10.291,99	Los Vilos	150 km aprox. hacia el sur del proyecto.
Red de Humedales costeros de la bahía de Coquimbo	Humedales Costeros	3.888,53	Coquimbo	30 km hacia el oeste del proyecto

Relación con el proyecto:

El proyecto no se localiza dentro o cercano a ningún Sitio Prioritario Nacional, siendo el más próximo la Red de Humedales Costeros de la Bahía de Coquimbo, el cual tiene una distancia mínima de 30 km al Oeste del proyecto. Por lo anterior, no se observa relación de Sitios Prioritarios con el proyecto, tal como se observa en la Lámina 4184-2000-CA-LAM-002, en Anexo 12.

7.3 HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (SITIOS RAMSAR)

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971), es un tratado intergubernamental cuya misión es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

En nuestro país son 12 los sitios naturales que forman parte de la red internacional de humedales de importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y el sustento de la vida humana, también denominada lista Ramsar. Nueve de estos sitios son administrados por CONAF, dos de propiedad privada y uno bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente.

En la región de Coquimbo existe la Laguna Conchalí, localizada en la comuna de Los Vilos a más de 100 km hacia el Suroeste del área del proyecto.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.4 ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA

Estas áreas son definidas, de acuerdo al Art. 26° de la Ley N° 19.253 aprobada en Octubre de 1995, como espacios territoriales determinados en los cuales los órganos de la Administración del Estado deben focalizar su acción para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas de origen indígena que habitan en dichos territorios. Estas áreas están a cargo de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

En la región de Coquimbo no existen Áreas de Desarrollo Indígena.

Relación con el proyecto

Por lo expuesto anteriormente, no se observa relación de este tipo de áreas protegidas con el proyecto.

7.5 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

7.5.1 Plan Regulador Comunal

El Plan Regulador Comunal se realiza con el fin de diseñar una Planificación Urbana Comunal, la que según el Art. 41 de la Ley General de Urbanismo y Construcción se entiende que es aquella que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social.

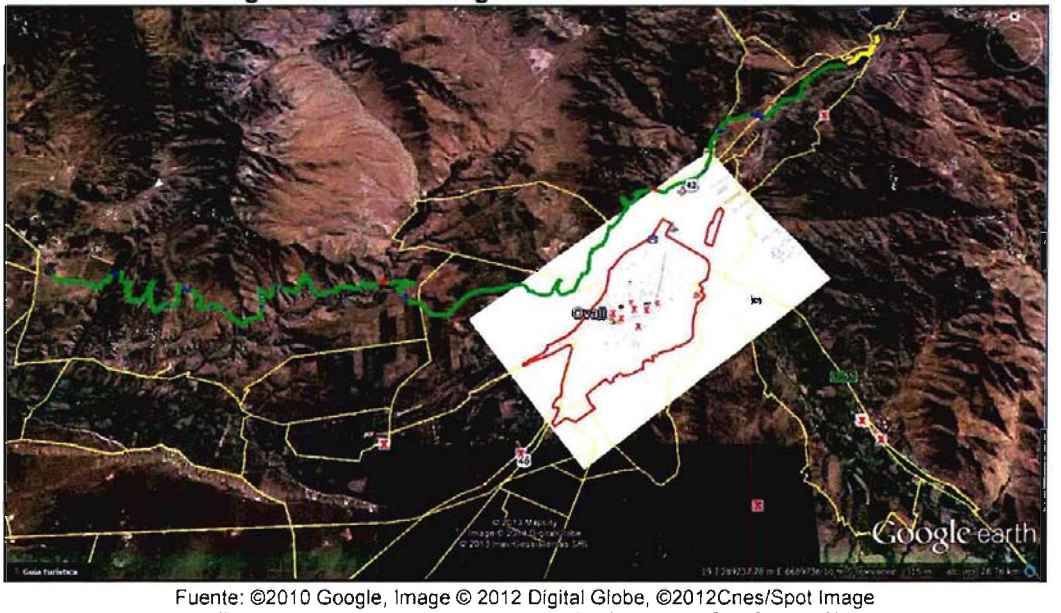
El Plan Regulador es un instrumento constituido por un conjunto de normas sobre adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos, y de comodidad en la relación funcional entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento.

Sus disposiciones se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos.

Relación con el proyecto

El proyecto se encuentra en fuera del límite urbano, en la zona rural de la Comuna de Ovalle como se puede ver en la Figura 7-1.

Figura 7-1: Plan Regulador Comunal de Ovalle



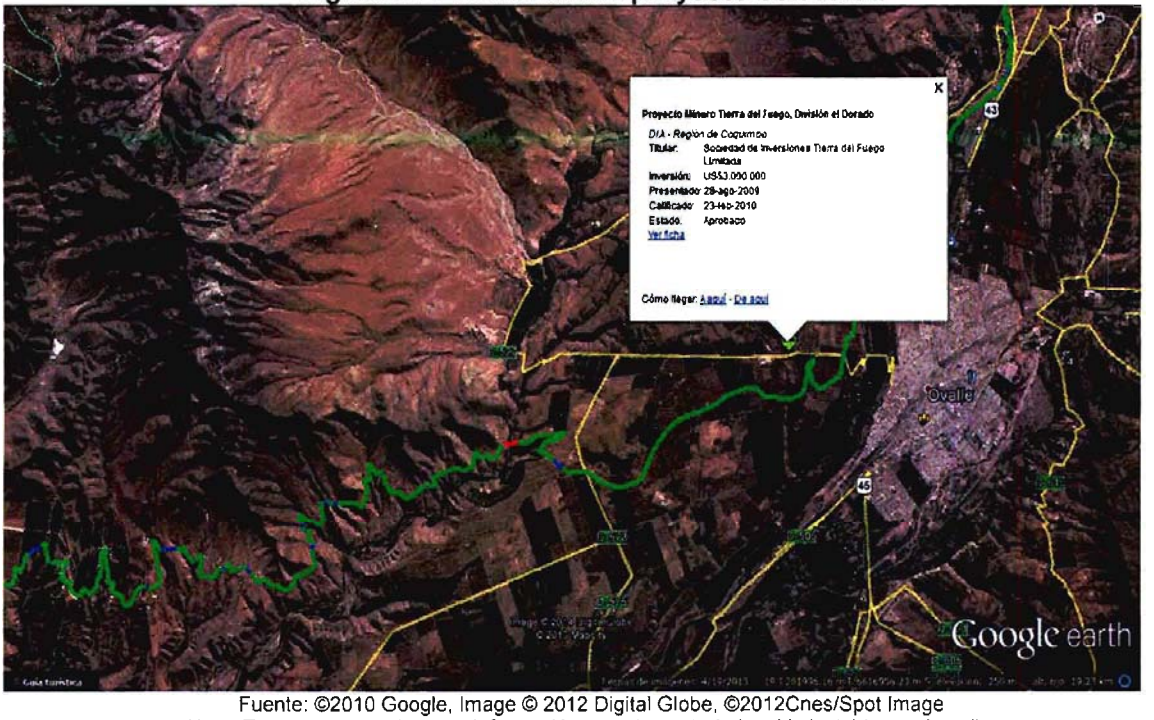
Fuente: ©2010 Google, Image © 2012 Digital Globe, ©2012Cnes/Spot Image
http://www.observatoriourbano.cl/Ipt/resultado_decreto.asp?r=4&c=149&i=25
Nota: Imagen complementaria ha sido incluida por Arcadis.

7.6 OTROS PROYECTOS EN LA ZONA Y SU RELACIÓN CON EL PROYECTO

Se recopilaron antecedentes asociados a los proyectos que han obtenido RCA favorable en el SEIA en la región de Coquimbo, cercanos al proyecto. Para ello se revisó la página web del SEA (www.sea.gob.cl).

Esto arrojó como resultado el proyecto "Proyecto Minero Tierra del Fuego, División el Dorado", aprobado el año 2010, en la Figura 7-2, se observa la ubicación del proyecto con respecto al canal.

Figura 7-2: Localización proyecto con RCA.



Fuente: ©2010 Google, Image © 2012 Digital Globe, ©2012Cnes/Spot Image
Nota: Trazos proyectados y su información complementaria ha sido incluida por Arcadis.

De acuerdo a la información de la página web del Banco Integrado de proyectos, En el sector de Algarrobo se encuentra proyectado un sistema de agua potable rural, en el sector del Olivo se registra un sistema de electrificación; en el sector de lagunilla se registra un proyecto de alcantarillado.

8 CARACTERIZACION COMPONENTES AMBIENTALES PRINCIPALES

La asesoría ambiental del proyecto tiene por propósito la búsqueda de potenciales componentes que presenten mayor sensibilidad desde una perspectiva ambiental. En este sentido, se requiere caracterizar los recursos existentes en el lugar de emplazamiento del proyecto, identificando de manera preliminar, aspectos ambientales relevantes que requieran ser constatados y/o profundizados en etapas posteriores a la asesoría.

En base a las obras que se consideran para el mejoramiento del canal Villalón, se identificaron 5 componentes ambientales principales, que permitirán realizar el análisis ambiental para la Prefactibilidad del proyecto. Las componentes ambientales corresponden a Flora y Vegetación Terrestre, Fauna Terrestre, Atractivos Naturales y Culturales, Paisaje y Patrimonio Arqueológico.

8.1 FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

El presente informe entrega los resultados de la caracterización ambiental de flora y vegetación para el proyecto Mejoramiento Canal Villalón, el cual se localiza en la Región de Coquimbo, en la Provincia de Limarí, comuna de Ovalle (en adelante, el proyecto).

A continuación se incluye una serie de secciones que presentan el objetivo del estudio realizado, la metodología aplicada, una breve caracterización de la zona, los resultados obtenidos y las principales conclusiones.

8.1.1 Objetivos

El objetivo general del presente informe consiste en elaborar una caracterización de la componente flora y vegetación terrestre, a lo largo del trazado del canal Villalón. Por su parte, los objetivos específicos en materia de flora y vegetación corresponden a los siguientes:

- Caracterizar y delimitar la vegetación nativa terrestre que se desarrolla en el área del proyecto, en función de la cobertura de los estratos vegetacionales que definen la fisonomía de las unidades y sus respectivas especies dominantes.

- Identificar la presencia de formaciones de vegetación para las cuales aplica la Ley N° 20.283 del MINAGRI (sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal).

- Caracterizar la flora terrestre presente en el área de estudio del proyecto, identificando la presencia de especies de flora terrestre que se encuentren en alguna categoría de conservación, de acuerdo a la legislación vigente.

8.1.2 Área de Estudio

Para efectos de la presente caracterización de flora y vegetación, se consideró como área de estudio la superficie definida por el largo del trazado del canal Villalón (aproximadamente 50 km), con un área buffer de 50 metros a cada lado del canal.

Se debe señalar que durante la ejecución de la visita al área de estudio, se evaluaron aquellos sectores en donde se presenta vegetación nativa, por ende se descartan en este estudio las áreas destinadas a cultivos o zonas urbanas.

8.1.3 Metodología

Para cumplir con el objetivo del estudio se procedió a definir una metodología general basada en el desarrollo de una campaña de terreno. Para tal efecto se realizó una visita al área de estudio entre los días 6 y 9 de febrero de 2014. En gabinete, se contrastó la información levantada en terreno con aquella descrita en estudios ambientales relativos al área de estudio, y bibliografía específica. Posteriormente, la integración y análisis de la información recopilada permitió generar el respectivo informe de resultados por componente ambiental.

8.1.3.1 Vegetación

Las unidades vegetacionales presentes en el área de estudio fueron establecidas previamente mediante la interpretación de imágenes satelitales contenidas en *Google Earth*, abarcando la totalidad del trazado.

La vegetación terrestre se caracterizó de acuerdo a la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) desarrollada por Etienne y Prado (1982), en donde se definen los tipos biológicos, la cobertura vegetal y las especies dominantes presentes en el área de estudio. La descripción de la vegetación se presenta de acuerdo a la tipificación realizada por CONAF en el catastro de la vegetación de los recursos vegetacionales nativos de Chile (1999).

La metodología de la COT considera a la vegetación como el factor integrador de las variaciones naturales del medio y de las modificaciones debidas a la acción del hombre; y pretende, mediante el uso de la cartografía, lograr una representación fiel de la vegetación actual a una escala de trabajo dada. Esta representación se obtiene por la evaluación de dos variables: formación vegetal y especies dominantes.

La formación vegetal corresponde a aquel conjunto de plantas, pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento, constituyéndose en un enfoque eminentemente fisonómico el cual, basado en los conceptos de estratificación y cobertura, permite dar una imagen de la disposición vertical y horizontal de la vegetación *in situ*.

De acuerdo con ello se puede clasificar la vegetación en cuatro tipos biológicos fundamentales:

- **Herbáceos**: son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas).
- **Leñosos bajos** (arbustivos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura (en casos excepcionales pueden llegar a medir hasta cuatro metros de altura).
- **Leñosos altos** (arbóreos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura.
- **Suculentos** (cactus y chaguales): bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y bromeliáceas

La cobertura o cubrimiento representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical. Este criterio da una idea de la abundancia de los diferentes tipos biológicos y se expresa en porcentaje global o por estratos, para cada unidad identificada en terreno. Todo ello se entrega en cuadros resumidos y se explica en términos generales para cada formación vegetacional segregada en el área prospectada. Los índices y códigos empleados en el presente estudio, así como las coberturas y densidades respectivas se presentan en la Tabla 8-1.

Tabla 8-1: Rango de valores para la cobertura vegetal

Cobertura %	Densidad	Código	Índice
1 – 5	Muy escasa	me	1
5 – 10	Escasa	e	2
10 – 25	Muy clara	mc	3
25 – 50	Clara	c	4
50 – 75	Poco densa	pc	5
75 – 90	Densa	d	6
90 – 100	Muy densa	md	7

(Fuente: Etienne y Prado 1982)

La altura de los estratos se codificó según los valores señalados en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2: Categorías de alturas empleadas para la vegetación

Altura (m)	Categoría de altura
0,0 – 0,5 (herbáceo / leñoso bajo)	0
0,5 – 1,0 (herbáceo / leñoso bajo)	1
1,0 – 2,0 (herbáceo / leñoso bajo)	2
> 2,0 (herbáceo alto – leñoso bajo)	3
< 2,0 (leñoso alto)	4
2,0 – 4,0 (leñoso alto)	5
4,0 – 8,0 (leñoso alto)	6
8,0 – 12,0 (leñoso alto)	7
12,0 – 20,0 (leñoso alto)	8

(Fuente: Etienne y Prado 1982)

Las especies dominantes corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisonómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal. La codificación para denotar las especies dominantes de cada unidad se presenta en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3: Codificación de especies dominantes

Tipo biológico	Género	Especie	Ejemplo
Suculento	minúscula	Mayúscula	*Puya chilensis* **pC**
Herbáceo	minúscula	minúscula	*Holcus lanatus* **hl**
Leñoso Bajo	Mayúscula	minúscula	*Berberis negeriana* **Bn**
Leñoso Alto	Mayúscula	Mayúscula	*Cryptocaria alba* **CA**

(Fuente: Etienne y Prado 1982)

8.1.3.2 Flora

La evaluación de la flora vascular en el área de estudio se realizó a través de un muestreo rápido de biodiversidad, el cual consiste en recorridos lo más amplios posibles dentro del área de estudio considerada. En estos recorridos pedestres, se registraron todas las especies vasculares presentes (Smith-Ramírez *et al.*, 2006).

Las especies que no pudieron ser identificadas en terreno fueron colectadas e identificadas en gabinete por medio de claves taxonómicas y referencias bibliográficas pertinentes. Todas estas especies fueron sistematizadas en un listado, de acuerdo a la taxonomía actual, jerarquizado en: división, clase, familia y especie. Se agregó además el origen de cada especie y su categoría de conservación. Para la nomenclatura de nombres científicos, formas de crecimiento, origen biogeográfico e información taxonómica, se tomó como referencia lo señalado por Zuloaga *et al.* (2009) en el Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Instituto de botánica Darwinion).

a. Estado de conservación de la flora vascular

El estado de conservación de las especies de flora registradas en terreno, fue determinado de acuerdo a lo señalado en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) (D.S. N° 29/11 del Ministerio del Medio Ambiente) y decretos que han oficializado las clasificaciones del estado de conservación de numerosas especies de flora silvestre (D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08, D.S. N° 23/09, todos del MINSEGPRES, y D.S. N° 33/12, D.S. N° 41/12, D.S. N° 42/12, D.S. N° 19/12 y D.S. N° 13/13 del Ministerio del Medio Ambiente). Para aquellas especies no incluidas en estos decretos, se consideró lo mencionado en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989).

8.1.3.3 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI

La Ley N° 20.283 del MINAGRI, sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal, establece regulaciones sobre las formaciones vegetacionales nativas que constituyen bosque y formaciones xerofíticas. Para intervenir dichas formaciones se requiere contar con los respectivos planes de manejo y planes de trabajo aprobados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). En el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), se

deben presentar los respectivos permisos ambientales sectoriales (PAS) asociados a la intervención de tales formaciones; posteriormente, una vez aprobado el proyecto, estos permisos se deben tramitar de manera sectorial ante la CONAF.

Cabe precisar que, para aseverar respecto de la presencia de este tipo de formaciones en el área de estudio del proyecto, es necesario, en etapas más avanzadas del mismo, contar con estudios de línea de base de la componente vegetación y flora vascular terrestre. No obstante, en el marco de la presente asesoría, para contar con una aproximación respecto de esta materia, se utilizó como base el Catastro de los Recursos Vegetacionales de Chile (Catastro de Bosque Nativo), posteriormente en terreno, gracias a la experiencia del especialista, se pudo obtener una aproximación general respecto de la presencia de este tipo de formaciones vegetacionales en el área de estudio del proyecto.

8.1.4 Resultados

8.1.4.1 Revisión Bibliográfica

En términos biogeográficos, el área de estudio se inserta dentro del piso vegetacional matorral desértico mediterráneo interior de *Heliotropium stenophyllum* y *Flourensia thurifera*, según lo propuesto por Luebert y Pliscoff (2006). Este piso de vegetación se describe como un matorral alto, compuesto por arbustos esclerófilos más o menos esparcidos, donde domina *H. stenophyllum* y *F. thurifera* mientras que los arbustos *Adesmia micriphylla*, *Gutierrezia resinosa* y *Cordia decandra* son localmente abundantes. Las cactáceas *Opuntia miquelii*, *O. berterii* y *Eulychnia acida* son frecuentes en este tipo de vegetación y en algunos casos marcan la fisionomía. En zonas de intervención severa se observa una pradera compuesta prácticamente sólo por hierbas anuales, como *Erodium cicutarium* y *Adesmia tenella*. Es una zona en que el mosaico vegetacional muestra una alta complejidad, posiblemente debido a la variedad de influencias climáticas, topográficas y antrópicas, lo que ha dado pie a la definición de un importante número de comunidades, no obstante lo cual, los patrones regionales de distribución de la vegetación son aún muy poco conocidos.

De acuerdo a la clasificación de la vegetación realizada por Gajardo (1994), el área se corresponde con dos formaciones vegetales ubicadas dentro de la sub-región del matorral estepario, en la Región del matorral y del bosque esclerófilo. La primera corresponde a la formación matorral estepario costero, mientras que la segunda corresponde a la formación matorral estepario del interior. El matorral estepario costero es una formación de arbustos bajos de hojas duras, a veces reducidos, que se distribuyen sobre las grandes terrazas costeras y en las laderas de los macizos montañosos cercanos al océano. En temporadas favorables hay un gran desarrollo de un estrato herbáceo primaveral, con lo cual fisionómicamente se aproxima al desierto florido, pero normalmente hay extensas áreas de suelo descubierto. Por su parte el matorral estepario del interior ocupa los llanos y serranías que no reciben influencia directa del océano, con lo cual las características xéricas de los ambientes son más acentuadas. El carácter original de esta vegetación ha sido muy alterado, persistiendo solo restos de comunidades o distintos estados sucesionales.

8.1.4.2 Vegetación

El área de estudio se compone de cerca de 490 hectáreas, y en ella se observan los siguientes tipos de uso de suelo: urbanos e industrial, terrenos agrícolas, matorrales, praderas, plantaciones y cuerpos de agua. En la Tabla 8-4 se presenta un resumen de los usos del suelo detectados para el trazado del canal, indicando la superficie en hectáreas y la participación porcentual de cada uso del suelo.

Tabla 8-4: Resumen del uso del suelo en área de estudio

Uso actual	Superficie (ha)	%
Áreas Urbanas e Industriales	3,17	0,65
Terrenos Agrícolas	139,28	28,4
Praderas Matorrales	343,82	70,14
Plantaciones	1,99	0,41
Cuerpos de agua	1,94	0,40
Total	**490,21**	**100**

Como se mencionó anteriormente, el presente estudio se enmarca en la descripción de las principales unidades de vegetación nativa, descartando aquellos usos de suelo que no correspondan a esta categoría. A continuación se detallan las unidades de vegetación correspondientes al uso de suelo de praderas y matorrales, las cuales fueron consideradas en la campaña de campo realizada en el mes de febrero 2014 (Tabla 8-5). Por su parte, en las láminas 4184-2000-CA-LAM-004 a, b y c (ver Anexo 12), se representan cartográficamente las formaciones vegetales.

Tabla 8-5: Formaciones vegetales en el trazado canal Villalón

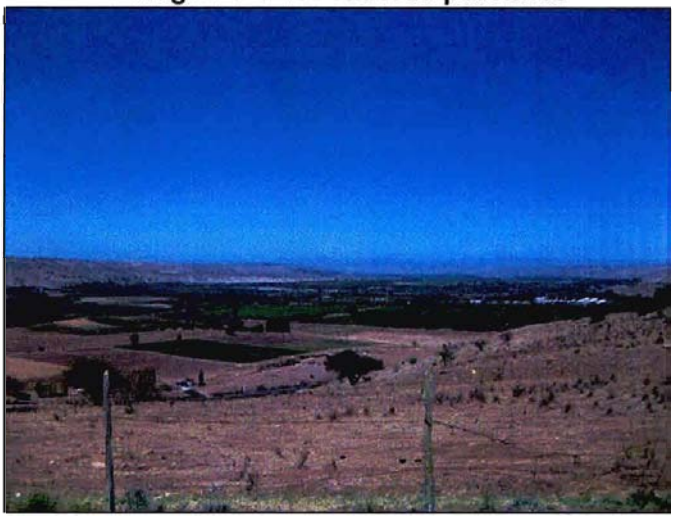
Formaciones Vegetales	Superficie (ha)	%
Praderas Perennes	9,06	1,85
Matorral Pradera Abierto	80,25	16,37
Matorral Abierto	201,21	41,05
Matorral Arborescente Abierto	14,15	2,89
Matorral Suculentas Abierto	39,15	7,99
Total	**343,82**	**70,14**

Praderas perennes: corresponde a una formación vegetal con fisonomía de pradera, en donde se presenta un estrato dominante herbáceo, con una altura de hasta 0,5 m. De manera aislada se registran algunos ejemplares arbóreos, con alturas entre 1 a 2 m. La especie dominante en el estrato herbáceo es *Bromus berterianus*. La especie *Acacia caven* se registra ocasionalmente dentro del estrato arbóreo.

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato herbáceo, variando entre un 25 a 50%. Para el estrato arbóreo su cobertura es muy escasa (1-5%). La formación cubre una superficie de 9,06 ha, lo que corresponde a un 1,85% del área de estudio (

Fotografía 8-1).

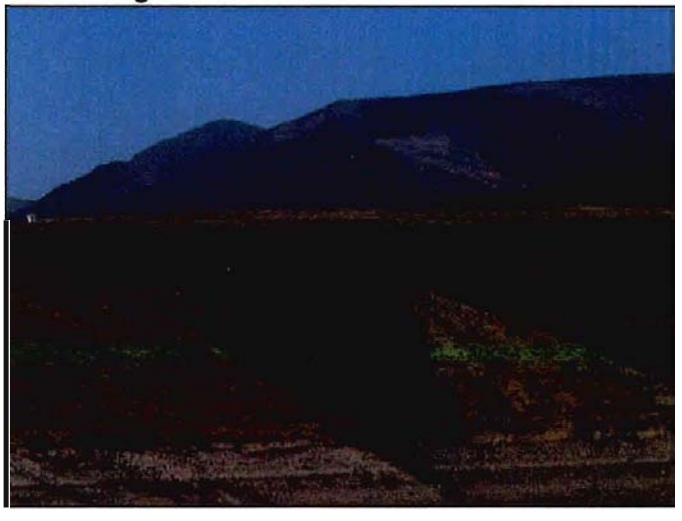
Fotografía 8-1: Praderas perennes



Matorral Pradera Abierto: corresponde a una formación vegetal con fisonomía de matorral pradera, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura de hasta 0,5 m para el estrato herbáceo, y entre 0,5 y 1 m para el estrato arbustivo. La especie dominante en el estrato arbustivo es *Gutierrezia resinosa*, acompañada en el estrato herbáceo por las especies *Bromus berteroanus, Helenium aromaticum* y *Avena barbata*.

La cobertura de la vegetación es muy clara para el estrato arbustivo, entre un 10 y 25% y clara para el estrato herbáceo (25-50%). La formación cubre una superficie de 80,25 ha, lo que corresponde a un 16,37% del área de estudio (Fotografía 8-2).

Fotografía 8-2: Matorral Pradera Abierto



Matorral Abierto: formación vegetal con fisonomía de matorral, donde se presentan el estrato arbustivo como dominante, con una altura entre 0,5 y 1 m, y bajo los 0,5 m para el estrato herbáceo. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Gochnatia foliolosa*, *Baccharis linearis*, *Proustia cuneifolia*, *Ophryosporus paradoxus*, acompañadas en el estrato herbáceo por las especies *Avena barbata* y *Bromus berteroanus*. En algunos sectores se encuentran ejemplares de *Schinus molle*, en el estrato arbóreo, con alturas desde 0,5 a 4 m.

La cobertura de la vegetación es escasa para el estrato herbáceo (10%), y clara para el estrato arbustivo, entre 25 y 50%, siendo muy escasa para el estrato arbóreo (1 a 5%). La formación cubre una superficie de 201,21 ha, lo que corresponde a un 41,05% del área de estudio, corresponde a la formación más abundante presente en el trazado del canal (Fotografía 8-3).

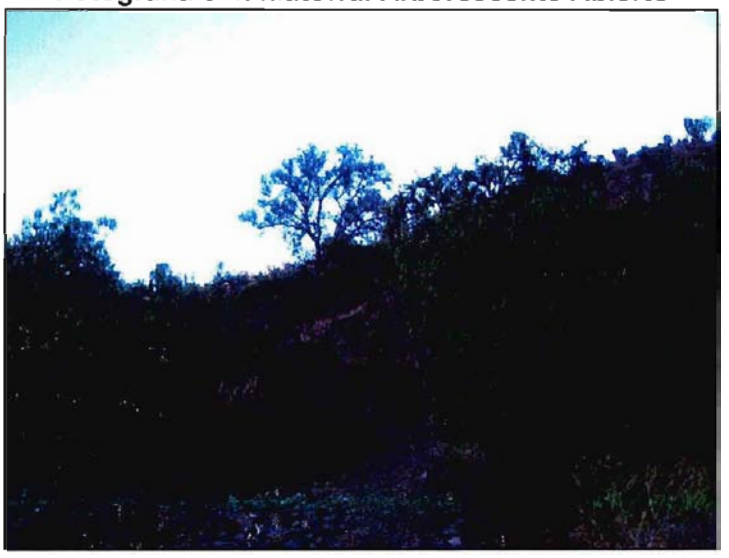
Fotografía 8-3: Matorral Abierto



Matorral Arborescente Abierto: formación vegetal con fisonomía de matorral arborescente, donde se presentan dos estratos: arbustivo y arbóreo. El estrato arbustivo con alturas de 0,5 a 1 m, y el arbóreo con alturas entre 2 a 4 m. Las especies dominantes en el estrato arbóreo corresponden a *Schinus molle*, *Salix humboldtiana* y *Acacia caven*. Dentro del estrato arbustivo se encuentran *Baccharis linearis*, *Pleocarphus revolutus*, *Ophryosporus paradoxus* y *Baccharis intermedia*.

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato arbóreo, entre 25 y 50%, y muy clara para el arbustivo (10 a 25%). La formación cubre una superficie de 14,15 ha, lo que corresponde a un 2,89% del área de estudio (Fotografía 8-4).

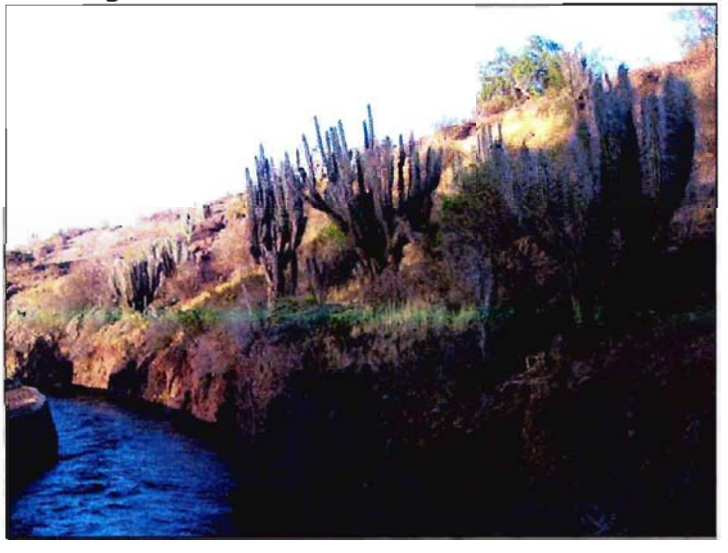
Fotografía 8-4: Matorral Arborescente Abierto



Matorral Suculentas Abierto: formación vegetal con fisonomía de matorral, donde se presentan dos estratos dominantes, con una altura entre 0,5 y 1 m para el estrato arbustivo y hasta 2 m para el suculento. De manera aislada se presentan árboles de *Acacia caven*, con alturas que no superan los 2 m. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Gochnatia foliolosa* y *Heliotropium stenophyllum.* Dentro del estrato suculento domina *Eulychnia acida*, y en menor proporción se encuentra *Opuntia ovata.*

La cobertura de la vegetación es clara para el estrato arbustivo y suculento, entre un 25 y 50%. La formación cubre 39,15 ha, lo que corresponde a un 7,99% del área de estudio (Fotografía 8-5).

Fotografía 8-5: Matorral con Suculentas Abierto



8.1.4.3 Flora

Se registró un total de 47 especies de plantas vasculares, las que se encuentran clasificadas taxonómicamente en 41 géneros y 18 familias. Las familias más representadas fueron Asteraceae y Fabaceae con 15 y 5 especies respectivamente.

La mayor parte de las especies registradas corresponden a especies nativas (n= 34, 72,3% del total), siendo 18 especies de origen endémico (38,3%). Las plantas adventicias alcanzaron un 27,7% de los registros con 13 especies. Por otro lado, la forma de vida con mayor riqueza corresponde a los arbustos con 21 especies (44,7% de los registros), seguidas por las hierbas con 19 especies (40,4%), y los árboles con 4 especies (8,5%). Finalmente se registró la presencia de tres especies suculentas dentro del área evaluada (6,4%), siendo dos de origen nativo (una de ellas endémica), la restante de origen adventicio.

A continuación se presenta el catálogo de la flora registrada para el trazado del canal Villalón, indicando la división taxonómica, familia, nombre científico, forma de crecimiento y origen (Tabla 8-6).

Tabla 8-6: Catálogo florístico del área de estudio

División	Clase	Familia	Nombre científico	F.C.	O.B.	E.C.	Fuente
Gnetophyta	Gnetopsida	Ephedraceae	*Ephedra chilensis* K. Presl.	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus molle* L.	Arbóreo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	*Schinus polygamus* (Cav.)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiaceae	*Foeniculum vulgare* Mill.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis intermedia*DC.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis linearis* (Ruiz & Pav.)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Baccharis paniculata* DC.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Bahia ambrosioides* Lag.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Flourensia thurifera* (Molina) DC.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Gnaphalium montevidense* Spreng.	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Gochnatia foliolosa* (D. Don)	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Gutierrezia resinosa* (Hook. & Arn.) S.F. Blake	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Haplopappus parvifolius* (DC.) Gay	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Helenium aromaticum* (Hook.) L.H. Bailey	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Ophryosporus paradoxus* (Hook. & Arn.)	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Pleocarphus revolutus* D. Don	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Proustia cuneifolia* D. Don	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	*Taraxacum officinale* G. Weber ex F.H. Wigg.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Boraginaceae	*Heliotropium stenophyllum* Hook. & Arn.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	*Brassica rapa* L.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	*Raphanus sativus* L.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	*Rapistrum rugosum* (L.) All.	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	*Eulychnia acida* Phil.	Suculento	Endémico	PM	DS 41/2011 MMA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	*Maihueniopsis ovata* (Pfeiff.) F. Ritter	Suculento	Nativo	CA	DS 19/2012 MMA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.	Suculento	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cuscutaceae	*Cuscuta spp.*	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	*Ricinus communis* L.	Herbáceo	Adventicio	-	

División	Clase	Familia	Nombre científico	F.C.	O.B.	E.C.	Fuente
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Acacia caven* (Molina)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia pedicellata* Hook. & Arn.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Adesmia spp.*	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Senna cumingii* (Hook. & Arn.)	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	*Vachellia horrida* L.	Arbóreo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiaceae	*Mentha spp.*	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Loranthaceae	*Tristerix aphyllus* (DC.) Barlow & Weins.	Herbáceo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* Labill.	Arbóreo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Nolanaceae	*Nolana coelestis* (Lindl.) Miers ex Dunal	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago hispidula* Ruiz & Pav.	Herbáceo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Plantaginaceae	*Plantago spp.*	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Polygonaceae	*Lastarriaea chilensis* J. Remy	Herbáceo	Endémico		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Polygonaceae	*Muehlenbeckia hastulata* (Sm.)	Arbustivo	Nativo		
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Salicaceae	*Populus nigra* L.	Arbóreo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	*Solanum pinnatum* Cav.	Arbustivo	Endémico		
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Avena barbata* Pott ex Link	Herbáceo	Adventicio	-	
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Bromus berteroanus* Colla	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Bromus berteroanus* Colla	Herbáceo	Nativo		
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	*Paspalum vagnatum* Sw.	Herbáceo	Nativo		

FC: Forma de Crecimiento. OB: Origen Biogeográfico. EC: Estado de Conservación: PM: Preocupación Menor, CA: Casi Amenazada

a. Estado de conservación de la flora terrestre

De las 47 especies registradas en el área de estudio, dos se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación a nivel nacional. Las especies son *Eulychnia acida* (Fotografía 8-6) y *Maihueniopsis ovata* (Fotografía 8-7). La especie *E. acida* se encuentra en categoría de Preocupación Menor, de acuerdo a lo consignado en el DS 41/11. Por su parte, para *M. ovata* se encuentra clasificada en la categoría Casi Amenazada por DS 19/12.

Fotografía 8-6: *Eulychnia acida*



Fotografía 8-7: *Maihueniopsis ovata*



Por su parte, respecto de la presencia de especies en categoría de conservación, en el contexto de presentación del proyecto al SEIA, será necesaria la presentación de medidas de manejo ambiental, las cuales incluyen desde señalizar y excluir los ejemplares de especies en categoría de conservación, hasta realizar su rescate y relocalización para evitar su afectación, además de comprometer una compensación en un número adecuado de individuos que permita asegurar la sobrevivencia de estos, todas las cuales deberán ser monitoreadas para lograr el cumplimiento de las medidas comprometidas.

Conforme a lo anterior, si bien no aplica un permiso sectorial asociado a la intervención de especies en categoría de conservación, si requiere la ejecución de medidas de manejo ambiental, con sus respectivos planes de monitoreo y seguimiento.

8.1.4.4 Formaciones de vegetación definidas en la Ley 20.283/08 del MINAGRI

En relación a las formaciones de bosque y formaciones xerofíticas definidas en la Ley 20.283 es preciso que en etapas más avanzadas del proyecto, se verifique la presencia de estas en el área de estudio. De acuerdo a la información recopilada, la formación vegetacional descrita como Matorral Arborescente Abierto, correspondería a una formación que constituye bosque, ya que la cobertura del estrato arbóreo supera el 10%, por tanto en caso de intervenir este tipo de formación en el marco del SEIA, se requiere de la presentación de su respectivo PAS para intervenir bosque nativo. Conforme a esto, los sectores identificados como formación de Matorral Arborescente Abierto fueron considerados como áreas singulares en el marco de la presente asesoría.

Cabe precisar que, tal como se indicó en el numeral 8.1.2, durante la ejecución de la visita al área de estudio, se evaluaron aquellos sectores en donde se presenta vegetación nativa, excluyendo del análisis las áreas destinadas a cultivos o zonas urbanas. En este sentido, cuando se realicen los estudios de línea de base de la componente vegetacional, se deberán estudiar las formaciones de vegetación que corresponden a plantaciones forestales, las cuales, eventualmente pudieran constituir bosque. Si bien, no corresponde a formaciones vegetacionales de carácter nativo, sino a cultivos monoespecíficos de especies introducidas, sí se encuentra normada su intervención, y por ende correspondería presentar el respectivo PAS para intervenir plantaciones forestales.

Por otro lado, al revisar el listado florístico, se aprecia que en el área de estudio existen cuatro especies de arbustos listados en el Decreto N° 68/09 del Ministerio de Agricultura, el cual establece la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Estas especies corresponden a *Schinus polygamus*, *Baccharis linearis*, *Flourensia thurifera* y *Eulychnia acida*. Conforme a esto, en etapas más avanzadas del proyecto, se deberá determinar si alguna de estas especies se presenta como especie dominante en las formaciones de matorral, ya que en caso de ocurrir, dicha formación de matorral correspondería a una formación xerofítica, para la cual, se deberá presentar el respectivo PAS que establece el Artículo N° 151 del DS N°40/12 (Reglamento del SEIA), correspondiente al permiso para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas el cual será evaluado por la a la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Sin perjuicio de esto, fuera del marco del SEIA, se debe presentar el permiso sectorial para intervenir dicha formación xerofítica, y una vez aprobado sectorialmente este permiso por la CONAF se podrá intervenir la formación.

8.1.5 Conclusiones

Se registraron cinco formaciones vegetales dominantes en el área de estudio definida para el trazado del canal Villalón. En orden de representatividad, en términos de ocupación territorial, se tiene a matorral abierto (201,21 ha, 41,05% del área total del trazado), matorral pradera abierto (80,25 ha, 16,37%), matorral con suculentas abierto (39,15 ha, 7,99%), matorral arborescente abierto (14,15 ha, 2,89%) y praderas perennes (9,06 ha, 1,85%).

Se registraron 47 taxa de especies vasculares en el área de estudio, donde la mayoría de las especies son de origen nativo (34 especies, 72,3% del total), con 18 especies de origen endémico (38,3%), mientras que las especies adventicias alcanzan un 27,7% con 13 especies. El tipo de crecimiento arbustivo fue el más frecuente, con 21 especies (44,7% de los registros), seguidas por el herbáceo con 19 especies (40,4%), arbóreo con 4 especies (8,5%) y suculento con tres especies (6,4%).

En el área estudiada se registraron dos especies en categoría de conservación *Eulychnia acida* y *Maihueniopsis ovata*. La especie *E. acida* se encuentra en categoría de Preocupación Menor, mientras que *M. ovata* se encuentra clasificada en la categoría Casi Amenazada.

En relación a las formaciones de bosque y formaciones xerofíticas definidas en la Ley 20.283 es preciso que en etapas más avanzadas del proyecto, se verifique la presencia de estas en el área de estudio.

De acuerdo a la información recopilada, la formación vegetacional descrita como Matorral Arborescente Abierto, correspondería a una formación que constituye bosque, de acuerdo a las definiciones que establece la Ley 20.283 sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal. Conforme a esto, los sectores identificados como formación de Matorral Arborescente Abierto fueron considerados como áreas singulares.

En el área de estudio se registró la presencia de las especies *Schinus polygamus*, *Baccharis linearis*, *Flourensia thurifera* y *Eulychnia acida*, las cuales se encuentran citadas en el DS 68/08, el cual establece la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Las formaciones de matorral que presenten alguna de estas especies como dominantes de la formación, constituirían formaciones xerofíticas.

La intervención de formaciones vegetacionales de tipo xerofíticas y formaciones de bosque, requieren de la aprobación de sus respectivos permisos ambientales sectoriales por parte del organismo competente (CONAF), y posteriormente la aprobación a nivel sectorial de dicho permiso.

La intervención, tanto de especies en categoría de conservación, como de formaciones xerofíticas, requiere de la implementación de planes de medidas de manejo ambiental y planes de seguimiento a estas medidas.

8.2 FAUNA TERRESTRE

El presente informe entrega los resultados de la caracterización de fauna terrestre realizada entre los días 6 y 9 de febrero de 2014, a lo largo del trazado del canal Villalón, en el marco del proyecto de mejoramiento del mencionado canal. El proyecto se ubica administrativamente en la región de Coquimbo, en la provincia de Limarí, en la comuna de Ovalle.

La asesoría tiene por propósito caracterizar los recursos existentes en el lugar, de manera de minimizar la intervención sobre las poblaciones animales, y eventuales especies de fauna en categoría de conservación.

A continuación se incluye una serie de secciones que presentan el objetivo del estudio realizado, la metodología aplicada, una breve caracterización de la zona, los resultados obtenidos y las principales conclusiones.

8.2.1 Objetivos

El objetivo general en términos de fauna de vertebrados consistió en caracterizar el componente a través de una campaña de terreno identificando hitos o elementos importantes a ser considerados para efectos de la implementación del proyecto. Para ello, se determinó la composición y riqueza de vertebrados terrestres en el área de estudio, así como la determinación de especies con problemas de conservación o bien la identificación de hábitats sensibles para este componente.

8.2.2 Área de Estudio

Para efectos de la presente caracterización de fauna terrestre, se consideró como área de estudio la superficie definida por el largo del trazado del canal Villalón, la cual corresponde a cerca de 50 km, con un área buffer de 50 metros a cada lado del canal.

Se debe señalar que durante la ejecución de la visita al área de estudio, se evaluaron aquellos sectores en donde se presenta vegetación nativa, por ser estos los hábitats con importancia para la fauna terrestre, de esta forma se descartan en este estudio las áreas destinadas a cultivos o zonas urbanas.

8.2.3 Metodología

Con el propósito de caracterizar el componente fauna en el área de estudio, determinar los hábitat más característicos del área y establecer la presencia actual o potencial de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), se complementó la información levantada durante la visita de terreno y se sistematizaron antecedentes secundarios. El detalle de las actividades ejecutadas se presenta a continuación.

8.2.3.1 Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona centro norte de Chile y específica en relación al área de estudio, utilizando las siguientes referencias:

- Anfibios: Cei (1962).
- Reptiles: Mella (2005)
- Aves: Araya & Millie (1991) y Jaramillo (2003).
- Mamíferos: Muñoz - Pedreros & Yáñez (2000) e Iriarte (2008).

8.2.3.2 Antecedentes de Terreno

a. Levantamiento de información de terreno

El levantamiento de información de terreno se realizó durante los días 6 y 9 de febrero de 2014. Durante la visita se recorrió parte del área de estudio, realizando recorridos pedestres junto con observaciones directas e indirectas. Durante los recorridos se procedió a registrar cualquier hallazgo relativo a fauna de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Los recorridos se realizaron en diferentes sectores dentro del área de estudio, en particular en terrenos de vegetación nativa.

b. Análisis de información de terreno

- Riqueza de especies

Para determinar la riqueza de especies dentro del área de estudio, en cada recorrido se registraron todas las especies de animales observadas, de forma directa (visual y auditiva) e indirectas a través de huellas, fecas, restos óseos y nidos.

- Estado de conservación

El estado de conservación de las especies de fauna fue determinado según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) (D.S. N° 29/11 del Ministerio de Medio Ambiente) y decretos que han oficializado las clasificaciones del estado de conservación de numerosas especies de fauna silvestre (D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08, D.S. N° 23/09, todos del MINSEGPRES, y D.S. N° 33/12, D.S. N° 41/12, D.S. N° 42/12, D.S. N° 19/12 y D.S. N° 13/13 del Ministerio de Medio Ambiente) y el Reglamento de la Ley de Caza del SAG (D.S. N° 05/98 del MINAGRI, modificado por el D.S. N° 53/04 del mismo ministerio).

8.2.4 Resultados

8.2.4.1 Revisión Bibliográfica

En cuanto a la revisión bibliográfica realizada, la diversidad de fauna de especies potenciales de vertebrados terrestres de la región en estudio alcanzaría un total de 162 especies. Las aves serían el grupo más representativo con 116 especies existentes, 28 especies de mamíferos, 14 especies de reptiles y 4 especies de anfibios. En la Tabla 8-7se entrega el listado de potenciales especies de fauna en el área de estudio del proyecto, de acuerdo a la información bibliográfica analizada.

Tabla 8-7: Listado de especies potenciales de fauna en el área de estudio

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
Clase: Anfibios		
Orden Anura		
Familia Bufonidae		
Bufo chilensis	sapo de rulo	IV a IX
Bufo atacamensis	sapo atacameño	II a IV
Familia Leptodactilidae		
Caudiverbera caudiverbera	rana chilena	IV a IX
Pleurodema thaul	sapito de cuatro ojos	II a XI
Clase: Reptiles		
Orden Squamata		
Familia Tropiduridae		
Liolaemus copiapoensis	lagarto de Copiapó	III a IV
Liolaemus chiliensis	lagarto chileno	IV a VIII
Liolaemus fuscus	lagartija oscura	
Liolaemus kuhlmanni	lagarto de Kuhlmann	IV a V
Liolaemus lemniscatus	lagarto lemniscato	IV a VIII
Liolaemus lorenzmuelleri	lagarto de Müller	IV
Liolaemus monticola	lagarto de los montes	IV a VII
Liolaemus nigromaculatus	lagartija mancha negra	III a IV
Liolaemus nitidus	lagarto nítido	IV a VII
Liolaemus platei	lagarto de Plate	III a IV
Liolaemus tenuis	lagarto tenue	IV a IX
Familia Teiidae		
Callopistes maculatus	iguana	II a VII
Familia Colubridae		
Philodryas chamissonis	culebra de cola larga	III a IX
Tachymenis chilensis	culebra de cola corta	III a X
Clase: Aves		
Orden Tinamiformes		
Familia Tinamidae		
Nothoprocta perdicaria	perdiz chilena	III a X

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
Orden Podicepediformes		
Familia Podicepedidae		
Podiceps rolland	pimpollo	I a XII
Podiceps major	huala	III a VII
Podiceps occipitales	blanquillo	III a XII
Podilymbus podiceps	picurio	III a XI
Orden Pelecaniformes		
Familia Phalacrocoracidae		
Phalacrocorax olivaceus	yeco	I a XII
Orden Ciconiformes		
Familia Ardeidae		
Ixobrychus involucris	huaravillo	IV a X
Ardea cocoi	garza cuca	II a XII
Casmerodius albus	garza grande	I a XII
Egretta thula	garza chica	I a X
Egretta caerulea	garza azul	I a IV
Bubulcus ibis	garza boyera	I a XII
Butorides striatus	garcita azulada	I a V
Nycticorax nycticorax	huairavo	II a XII
Familia Threskiornithidae		
Theristicus melanopis	bandurria	II a XII
Plegadis chini	cuervo del pantano	II a X
Orden Anseriformes		
Familia Anatidae		
Chloephaga melanoptera	piuquén	I a VIII
Lophonetta specularioides	pato juarjual	I a XII
Anas georgica	pato jergón grande	I a XII
Anas sibilatrix	pato real	III a XII
Anas discors	pato de alas azules	IV
Anas versicolor	pato capuchino	IV a XII
Anas cyanoptera	pato colorado	I a XII
Anas platalea	pato cuchara	IV a XII
Netta peposaca	pato negro	III a XII
Oxyura jamaicensis	pato rana de pico ancho	I a XII
Orden Falconiformes		
Familia Cathartidae		
Vultur gryphus	cóndor	I a XII
Coragyps atratus	jote de cabeza negra	I a XI

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
Familia Accipitridae		
Pandion haliaetus	águila pescadora	I a X
Elanus leucurus	bailarín	III a X
Circus cinereus	vari	I a XII
Accipiter bicolor	peuquito	IV a XII
Geranoaetus melanoleucus	águila	I a XII
Parabuteo unicinctus	peuco	I a XI
Buteo polyosoma	aguilucho	I a XII
Buteo ventralis	aguilucho de cola rojiza	IV a XII
Familia Falconidae		
Polyborus plancus	traro	I a XII
Milvago chimango	tiuque	III a XII
Falco sparverius	cernícalo	I a XII
Falco peregrinus	halcón peregrino	I a XII
Falco femoralis	halcón perdiguero	I-VII y XI - XII
Orden Gruiformes		
Familia Rallidae		
Rallus sanguinolentus	pidén	I a XII
Laterallus jamaicensis	pidencito	III a VIII
Porphyriops melanops	tagüita	III a XI
Fulica armillata	tagua	IV a XII
Fulica leucoptera	tagua chica	I a XII
Fulica rufifrons	tagua de frente roja	III a XII
Orden Caradriformes		
Familia Charadriidae		
Vanellus chilensis	queltehue	III a XII
Familia Recurvirostridae		
Himantopus mexicanus	perrito	III a X
Familia Rostratulidae		
Nycticryphes semicollaris	becacina pintada	IV a X
Familia Scolopacidae		
Gallinago gallinago	becacina	III a XII
Familia Thinocoridae		
Thinocorus rumicivorus	perdicita	I a XII
Familia Laridae		
Larus maculipennis	gaviota cáhuil	I a XII
Larus dominicanus	gaviota dominicana	I a XII
Larus pipixcan	gaviota de Franklin	I a XI
Orden Columbiformes		
Familia Columbidae		
Columba araucana	torcaza	III a XI
Zenaida auriculata	tórtola	I a XII

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
Columbina picui	tortolita cuyana	III a VIII
Orden Strigiformes		
Familia Tytonidae		
Tyto alba	lechuza	I a XII
Familia Strigidae		
Bubo virginianus	tucúquere	I a XII
Glaucidium nanum	chuncho	I a XII
Speotyto cunicularia	pequén	I a X
Asio flammeus	nuco	III a XII
Orden Caprimulgiformes		
Familia Caprimulgidae		
Caprimulgus longirostris	gallina ciega	I a XII
Orden Apodiformes		
Familia Trochilidae		
Patagona gigas	picaflor gigante	I, III a X
Sephanoides sephanoides	picaflor	III a XII
Orden Piciformes		
Familia Picidae		
Picoides lignarius	carpinterito	IV a XII
Colaptes pitius	pitío	III a XII
Orden Passeriformes		
Familia Furnariidae		
Geositta cunicularia	minero	I a XII
Upucerthia dumetaria	bandurria	II a XII
Upucerthia ruficauda	bandurria de pico recto	I a R.M.
Cinclodes nigrofumosus	churrete costero	I a X
Chilia melanura	chiricoca	III a VI
Asthenes humicola	canastero	III a X
Asthenes modesta	canastero chico	I a VI
Phleocryptes melanops	trabajador	I a XII
Aphrastura spinicauda	rayadito	IV a XII
Leptasthenura aegithaloides	tijeral	I a XII
Familia Rhinocryptidae		
Pteroptochos megapodius	turca	III a VIII
Scelorchilus albicollis	tapaculo	II a VII
Scytalopus magellanicus	churrín	III a XII

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
Familia Tyrannidae		
Pyrope pyrope	diucón	III a XII
Muscisaxicola rufivertex	dormilona de nuca rojiza	I a V
Muscisaxicola maculirostris	dormilona chica	I a XII
Anairetes parulus	cachudito	III a XII
Colorhamphus parvirostris	viudita	IV a XII
Agriornis livida	mero	III a X y XII
Lessonia rufa	colegial	I a XII
Lessonia oreas	colegial andino	I a XII
Hymenops perspicillata	run-run	III a XII
Elaenia albiceps	fío-fío	I a XII
Pseudocolopteryx flaviventris	pájaro amarillo	II a X
Tachuris rubrigastra	siete colores	II a XII
Familia Phytotomidae		
Phytotoma rara	rara	III a XII
Familia Hirundinidae		
Tachycineta leucopyga	golondrina chilena	III a XII
Notiochelidon cyanoleuca	golondrina dorso negro	I a XII
Hirundo rustica	golondrina bermeja	I a XII
Familia Troglodytidae		
Troglodytes aedon	chercán	I a XII
Cistothorus platensis	chercán de las vegas	III a XII
Familia Muscicapidae		
Turdus falcklandii	zorzal	III a XII
Familia Mimidae		
Mimus thenca	tenca	III a X
Familia Motacillidae		
Anthus correndera	bailarín chico	II a XII
Familia Emberizidae		
Sicalis luteiventris	chirihue	III a XII
Sicalis auriventris	chirihue dorado	II a VII
Zonotrichia capensis	chincol	I a XII
Familia Icterinae		
Agelaius thilius	trile	III a X y XII
Sturnella loyca	loica	III a XII
Curaeus curaeus	tordo	III a XII
Molothrus bonariensis	mirlo	III a XII

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
Familia Fringillidae		
Phrygilus gayi	cometocino de Gay	III a VII y XII
Phrygilus atriceps	cometocino del norte	I a IV
Phrygilus patagonicus	cometocino patagónico	IV a XII
Phrygilus fruticeti	yal	I a XII
Phrygilus alaudinus	platero	I y III a X
Diuca diuca	diuca	II a XII
Carduelis barbatus	jilguero	III a XII
Clase: Mamíferos		
Orden Marsupicarnivora		
Familia Didelphidae		
Thylamys elegans	yaca	I a VII
Orden Chiroptera		
Familia Vespertilionidae		
Myotis chiloensis	ratón del sur	III a XII
Histiotus montanus	murciélago orejudo	IV a XII
Histiotus macrotus	murciélago orejón	I a VIII
Lasiurus borealis	murciélago colorado	I a XII
Lasiurus cinereus	murciélago blancuzco	IV a IX
Familia Molossidae		
Tadarida brasiliensis	murciélago cola de ratón	I a X
Orden Rodentia		
Familia Muridae		
Abrothrix olivaceus	ratoncito oliváceo	I a XI
Abrothrix longipilis	ratoncito de pelo largo	IV a XII
Oligoryzomys longicaudatus	ratoncito de cola larga	III a XII
Phyllotis darwini	lauchón orejudo	I a XII
Rattus norvegicus	guarén	I a XII
Rattus rattus	rata negra	IV a XII
Mus musculus	laucha	I a XII
Familia Octodontidae		
Octodon degus	degú	III a VII
Octodon lunatus	degú costino	IV a R.M.
Spalacopus cyanus	cururo	III a VIII
Familia Chinchillidae		
Chinchilla lanigera	chinchilla chilena	IV
Lagidium viscacia	vizcacha	III a X
Familia Myocastoridae		
Myocastor coypus	coipo	III a XII

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
Orden Carnívora		
Familia Canidae		
Pseudalopex culpaeus	zorro culpeo	I a XII
Pseudalopex griseus	zorro chilla	I a XII
Familia Felidae		
Puma concolor	puma	I a XII
Leopardus colocolo	colocolo	I a VI, VIII, XII
Familia Mustelidae		
Galictis cuja	quique	I a IX
Conepatus chinga	chingue	IV a X
Orden Lagomorpha		
Familia Leporidae		
Lepus capensis	Liebre	III a XII
Oryctolagus cuniculus	conejo	III a XII

8.2.4.2 Antecedentes de terreno

- Riqueza de especies

De acuerdo a la aplicación de la metodología para fauna terrestre, se detectó la presencia de 46 especies, distribuidas en 4 reptiles, 39 aves y tres mamíferos. Del total de especies identificadas, 39 son de origen nativo (84,8%), cinco son endémicas (10,9%) y dos son introducidas (4,3%). El listado completo de las especies detectadas se presenta en la Tabla 8-8, donde se indica su nombre común, nombre científico, su origen geográfico y estado de conservación.

Tabla 8-8: Riqueza de especies de fauna terrestre en área de estudio

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Fuente
Clase: Reptiles				
Orden Squamata				
Familia Tropiduridae				
Liolaemus copiapoensis	lagartija de Copiapó	Endémico	Fuera de Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
Liolaemus lemniscatus	lagartija lemniscata	Nativo	Preocupación Menor	DS 19/2012 MMA
Liolaemus nitidus	lagarto nítido	Endémico	Casi Amenazada	DS 19/2012 MMA
Familia Teiidae				
Callopistes maculatus	iguana	Endémico	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
Clase: Aves				
Orden Ciconiformes				
Familia Ardeidae				
Casmerodius albus	garza grande	Nativo		

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Fuente
Egretta thula	garza chica	Nativo		
Orden Falconiformes				
Familia Cathartidae				
Cathartes aura	jote de cabeza colorada	Nativo		
Coragyps atratus	jote de cabeza negra	Nativo		
Familia Accipitridae				
Geranoaetus melanoleucus	águila	Nativo		
Parabuteo unicinctus	peuco	Nativo		
Familia Falconidae				
Milvago chimango	tiuque	Nativo		
Falco sparverius	cernícalo	Nativo		
Orden Gruiformes				
Familia Rallidae				
Rallus sanguinolentus	pidén	Nativo		
Orden Caradriformes				
Familia Charadriidae				
Vanellus ichilenses	queltehue	Nativo		
Familia Laridae				
Larus maculipennis	Gaviota cáhuil	Nativo		
Orden Columbiformes				
Familia Columbidae				
Zenaida auriculata	tórtola	Nativo		
Columbina picui	tortolita cuyana	Nativo		
Orden Strigiformes				
Speotyto cunicularia	pequén	Nativo		
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
Sephanoides sephanoides	picaflor	Nativo		
Orden Passeriformes				
Familia Furnariidae				
Geositta cunicularia	minero	Nativo		
Asthenes humicola	canastero	Nativo		
Asthenes modesta	canastero chico	Nativo		
Phleocryptes melanops	trabajador	Nativo		
Leptasthenura aegithaloides	tijeral	Nativo		
Familia Rhinocryptidae				
Pteroptochos megapodius	turca	Endémico		
Familia Tyrannidae				

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Fuente
Pyrope pyrope	diucón	Nativo		
Anairetes parulus	cachudito	Nativo		
Elaenia albiceps	fío-fío	Nativo		
Familia Phytotomidae				
Phytotoma rara	rara	Nativo		
Familia Hirundinidae				
Tachycineta leucopyga	golondrina chilena	Nativo		
Notiochelidon cyanoleuca	golondrina dorso negro	Nativo		
Familia Troglodytidae				
Troglodytes aedon	chercán	Nativo		
Familia Muscicapidae				
Turdus falcklandii	zorzal	Nativo		
Familia Mimidae				
Mimus thenca	tenca	Endémico		
Familia Emberizidae				
Sicalis luteiventris	chirihue	Nativo		
Zonotrichia capensis	chincol	Nativo		
Familia Icteridae				
Sturnella loyca	loica	Nativo		
Curaeus curaeus	tordo	Nativo		
Molothrus bonariensis	mirlo	Nativo		
Familia Fringillidae				
Phrygilus fruticeti	yal	Nativo		
Phrygilus alaudinus	platero	Nativo		
Diuca diuca	diuca	Nativo		
Carduelis barbatus	jilguero	Nativo		
Clase: Mamíferos				
Orden Carnívora				
Familia Canidae				
Pseudalopex spp.	zorro	Nativo	Preocupación Menor	DS 33/2012 MMA
Orden Lagomorpha				
Familia Leporidae				
Lepus capensis	Liebre	Introducido		
Oryctolagus cuniculus	conejo	Introducido		

A continuación se presenta una breve descripción por grupo de organismos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Anfibios: no se registraron especímenes de anfibios, esto se debe a que el sitio de estudio no presenta las condiciones adecuadas para contener este tipo de organismos, considerando los ambientes xéricos de la región de estudio. Sin embargo, es muy probable que en épocas de

reproducción, se registren especies de este grupo taxonómico, haciendo uso del canal como sitios de reproducción.

Reptiles: se detectó la presencia de cuatro especies dentro del área de estudio. Se debe destacar que los registros de reptiles fueron muy abundantes, a lo largo del trazado, observándose registros de fecas y huellas de ejemplares que no fueron avistados de manera directa, junto con numerosos avistamientos de las diferentes especies detectadas.

Aves: este grupo presentó el mayor número de registros del total de clases taxonómicas muestreadas. En términos generales, la gran mayoría de los ejemplares observados presentan distribuciones amplias y son característicos de los ambientes de praderas y matorrales del país.

Mamíferos: dentro de este grupo se registraron tres especies, dos especies de lagomorphos de origen exótico, que fueron identificados mediante sus madrigueras y fecas, y numerosos registros indirectos de *Pseudalopex spp.* el cual no pudo identificarse a nivel de especie.

- Estado de conservación

De las 46 especies registradas en el área de estudio, cinco se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación a nivel nacional. Las especies son *Liolaemus copiapoensis, L. lemniscatus*, *L. nitidus*, *Callopistes maculatus* y *Pseudalopex spp.*

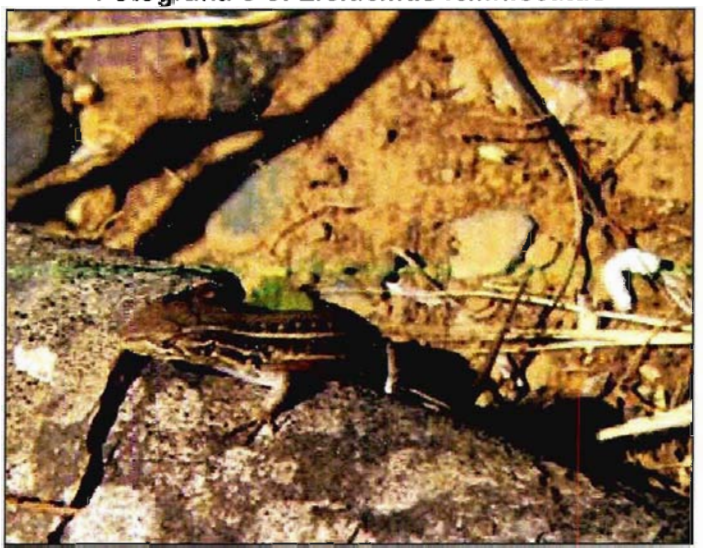
Fotografía 8-8: *Liolaemus nitidus*



Para el caso de *L. lemniscatus* y *L. nitidus*, ambas fueron clasificadas por el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) en Decreto Supremo 19/2012 (MMA, 2012), se consideró a *L. lemniscatus* como de Preocupación Menor, ya que no cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), y su amplia

distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios, mientras que para *L. nitidus* se considera Casi Amenazada ya que no cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable), pero de seguir operando las amenazas actuales, estaría próxima a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en el futuro cercano.

Fotografía 8-9: *Liolaemus lemniscatus*



Mientras que la especie *L. copiapoensis* fue catalogada como Fuera de Peligro y *Callopistes palluma* como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza (5/1998 MINAGRI).

Fotografía 8-10: *Callopistes maculatus*



En tanto que *Pseudalopex spp.* (*griseus* o *culpaeus*) se considera en estado de Preocupación Menor, de acuerdo al RCE, Decreto Supremo 33/2012 (MMA 2012) ya que ambas especies no satisfacen criterios de UICN para ser incluidas en alguna categoría de amenaza, considerando su amplia distribución y abundancia, con poblaciones estables y no en descenso.

8.2.5 Conclusiones

El catastro registró 46 especies de vertebrados en el área de estudio, de las cuales 4 corresponden a reptiles, 39 a aves y tres a mamíferos. Del total de especies detectadas 39 son de origen nativo (84,8%), cinco son endémicas (10,9%) y dos son introducidas (4,3%).

De las especies registradas, cinco se encuentran en categorías de conservación de acuerdo a la normativa vigente: *L. lemniscatus* catalogada como de Preocupación Menor y *L. nitidus* considerada Casi Amenazada, ambas fueron clasificadas por el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) en Decreto Supremo 19/2012 (MMA, 2012). La especie *L. copiapoensis* fue catalogada como Fuera de Peligro y *Callopistes palluma* como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza (5/1998 MINAGRI). Finalmente *Pseudalopex spp.* (*griseus* o *culpaeus*) se considera en estado de Preocupación Menor, de acuerdo al RCE, Decreto Supremo 33/2012 (MMA 2012).

Considerando el alcance y magnitud de las obras que se contemplan realizar, se propone la realización de un plan de perturbación controlada, a fin de ahuyentar a los ejemplares que presentan poca movilidad y se encuentran con protección oficial, de manera previa al inicio de la construcción de las obras. Asimismo, a lo largo del trazado de canal se podrían implementar atraviesos para fauna, ya que actualmente no existen sectores en donde las especies animales puedan atravesar el canal.

8.3 ATRACTIVOS NATURALES O CULTURALES

En esta sección se presenta una descripción de los aspectos turísticos que caracterizan el área de estudio para la evaluación del mejoramiento del Canal Villalón (en adelante el proyecto), canal ubicado administrativamente en la Región de Coquimbo, Provincia del Limarí, Para ello se realizó una descripción de la infraestructura y planta turística comunal, sumado a una identificación de los atractivos y recursos turísticos, tanto naturales como asociados al patrimonio cultural, presentes en el área del proyecto y sus inmediaciones, así como, de actividades asociadas a éstos.

Junto a lo anterior, se revisaron los instrumentos de planificación vigentes y su relación con el desarrollo turístico, tanto para la Región, como para el área de estudio.

La delimitación espacial y territorial para este componente, considera la comuna de Ovalle, la cual es atravesada por el canal, considerándola como la menor sub división administrativa,

que organiza los recursos y actividades turísticas en un territorio, a través del municipio respectivo.

8.3.1 Objetivo

El objetivo central de este capítulo es caracterizar los atractivos y recursos turísticos presentes en el área de estudio del proyecto.

Por su parte, los objetivos específicos son:

- Identificar y caracterizar la oferta turística, asociada a los atractivos naturales, planta turística, actividades recreacionales, rutas y/o circuitos turísticos que se encuentren en el área de estudio.
- Precisar los atractivos turísticos al interior de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), Zonas de Interés Turístico (ZOIT), y corredores turísticos definidos por el Servicio Nacional del Turismo (SERNATUR), localizados dentro del área de estudio del proyecto.
- Identificar los instrumentos de desarrollo asociados al turismo a nivel comunal, provincial y regional.

8.3.2 Área de Estudio

El área de estudio se considera como unidad de delimitación espacial – territorial, la división político administrativa a nivel de comuna, ésta es la subdivisión administrativa mínima que organiza los recursos y actividades turísticas en un territorio a través de su municipio. De acuerdo a lo anterior, se define como escala de análisis la comuna intersectada por el canal Villalón, Ovalle, ubicada en la Provincia de Limarí, región de Coquimbo.

Excepcionalmente en algunos casos debido a la envergadura del proyecto esta área se reducirá a los sectores donde se emplazan las partes, obras y acciones del proyecto.

8.3.3 Metodología

La metodología para la elaboración de la línea base y posterior evaluación de impacto para el componente turismo, se orienta a comprender la dinámica de esta actividad desde una perspectiva comunal, con el fin de generar una síntesis de esta actividad y relacionarla con las partes, obras y acciones del proyecto. De esta manera, a través de la revisión bibliográfica e información levantada en servicios relacionados al turismo, se caracterizan los recursos naturales y culturales asociados a servicios turísticos orientados a un mercado local, regional, nacional e incluso internacional y que hacen posible el desarrollo de esta actividad.

8.3.3.1 Revisión Bibliográfica

Se realizó la recopilación de los antecedentes relacionados al turismo en el área de estudio del proyecto, considerando información existente en internet, verificando fuente y autor y en la

incorporación de información disponible a la fecha, en los distintos servicios como: Gobierno Regional de Coquimbo, Servicio Nacional de Turismo, Ministerio de Planificación y Cooperación SERPLAC e I. Municipalidad de Ovalle.

8.3.3.2 Identificación de instrumentos de desarrollo relacionados con la actividad turística regional y comunal

Se identifican los instrumentos, que definen los lineamientos en materia turística y que rigen actualmente el desarrollo y promoción de esta actividad, tales como: Las Estrategias de Desarrollo Regional, Planes para el Desarrollo Turístico Regional, Planes de Desarrollo Comunales (PLADECO) y Planes Comunales de Turismo (PLADETUR), en el caso de que existan; en conjunto con programas e iniciativas que propone el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), tanto a nivel regional y comunal y las que estén directamente relacionadas con el área de estudio de las obras, acciones y partes físicas del proyecto.

8.3.4 Identificación de los recursos turísticos a nivel comunal

Se identifican y georreferencian los principales recursos turísticos, en torno a las cuales se organiza la actividad turística, y a aquellos que están identificados en los instrumentos de planificación por SERNATUR, además de las zonas de protección oficial que se relacionan con la actividad turística. De acuerdo a esto, los recursos turísticos se identifican los siguientes recursos:

a. Zonas de Interés turístico (ZOIT)

Área de características esencialmente rural, amplia en extensión, donde junto a recursos turísticos relevantes, coexisten otros usos o actividades con una compatibilidad básica con estos. Los atractivos turísticos que ofrece, corresponden a una gama variada y contribuyen a conformar circuitos y/o áreas turísticas generalmente no explotadas, de carácter potencial. (SERNATUR, 2008).

b. Áreas turísticas prioritarias

Áreas que constituyen espacios del territorio regional que presentan un desarrollo actual o potencial en el ámbito del turismo y en los cuales debiera focalizarse la gestión sectorial. Los criterios básicos para identificar las áreas son las condiciones de atracción turística, la existencia de facilitaciones para el desarrollo turístico y la dotación de infraestructura básica, además de otros servicios complementarios. Éstas fueron creadas el año 2001 como un compromiso adquirido por el Servicio Nacional de Turismo para la agenda de trabajo público – privada.

c. Circuitos turísticos

Vía de conexión cuya función es importante para vincular zonas y áreas turísticas (SERNATUR, 2008). Circuito turístico se define también, como un eje de comunicaciones entre

dos o más centros turísticos, que presenta en esquema longitudinal un alineamiento de instalaciones turísticas (Novo, 1983).

d. Rutas escénicas

Caminos que se emplazan en zonas de gran valor paisajístico o ambiental, y cuyo propósito es preservar y proteger los corredores aledaños a ellos, ante el cambio estético que eventualmente pudieran sufrir debido a actividades no compatibles con el entorno.

e. Rutas patrimoniales

Programa dirigido y organizado por el Ministerio de Bienes Nacionales que desarrolla y conserva terrenos fiscales con alto valor natural y cultural-histórico y ofrece interesantes alternativas de recreación en lugares bellos y poco accesibles de nuestro territorio. Son recorridos transitables a pie, bicicleta y/o cabalgata, que potencian el turismo sustentable y contribuyen a una identidad local. Cada ruta patrimonial está compuesta por una señalética de mínimo impacto y una guía con los datos imprescindibles sobre la ruta; localidades cercanas y puntos estratégicos del área. Con este material los visitantes están preparados para realizar los recorridos, seguros y autoguiados.

f. Sendero de Chile

Proyecto impulsado para el Bicentenario que busca vincular a los chilenos y extranjeros con la diversidad natural, cultural, paisajística y étnica de nuestro país. El Sendero de Chile es coordinado por la Fundación Sendero de Chile y en su diseño y construcción participan múltiples actores públicos y privados, y varios servicios e instituciones públicas entre las cuales está SERNATUR a quien le corresponde potenciar la dimensión turística del proyecto Sendero de Chile, su promoción y difusión turística.

g. Rutas Chile

Conjunto de itinerarios que reúnen los elementos más distintivos de nuestro país en materia geográfica, cultural, patrimonial y turística.

h. Atractivo Turístico

Los Atractivos Turísticos son todo lugar, objeto o acontecimiento de interés turístico (OEA, 1978), éstos pueden ser atractivos naturales o culturales. Así también, en el año 2010 la Ley N° 20.423 del Sistema Institucional para el Desarrollo del Turismo, define los atractivos turísticos como "elementos determinantes para motivar por si solos o en combinación con otros, la elección del destino de la actividad turística". La clasificación de SERNATUR corresponde a la aplicada por la Organización de Estados Americanos, CICATUR[2], presentada por la recopilación de todos los datos sobre los atractivos turísticos del área, ordenando los recursos en cinco categorías, subdivididas a su vez en tipos y subtipos.

[2] Organización de Estados Americanos CICATUR, VI Curso Interamericano de planificación del Desarrollo Turísticos. México, 1979

8.3.4.1 Identificación de la oferta turística en el área de estudio

La oferta turística, se asocia a las componentes que se disponen en el mercado mediante procesos de gestión, desarrollados por los empresarios turísticos, por las propias municipalidades, entre otros actores. Sobre la base de lo anterior, se realiza la descripción de la oferta turística en el área de estudio, relacionada con las unidades identificadas anteriormente.

a. Planta turística

SERNATUR define como planta turística, al subsistema integrado por el equipamiento (3) y las instalaciones turísticas (4), que permiten al visitante cubrir sus necesidades básicas y disfrutar de los distintos atractivos del destino turístico elegido, donde existe la presencia del siguiente equipamiento para la permanencia del visitante: alojamiento, alimentación, transporte, comercio de apoyo y otros servicios complementarios.

b. Infraestructura turística

Infraestructura es la dotación de bienes y servicios básicos con que cuenta un país, que permita que un viaje sea cómodo y agradable. La infraestructura se clasifica en red de transportes (red ferroviaria y vial), terminales (aeropuertos, terminal de buses, puertos, entre otros), redes de servicios básicos (agua potable, electricidad) y redes de comunicaciones (correo, teléfonos, fax, internet) (Glosario de turismo, SERNATUR, 2008).

c. Tipos de turismo y actividades turísticas

SERNATUR identifica los distintos tipos de turismo, de acuerdo a las características y motivaciones que impulsan a las personas a realizar desplazamientos turísticos, aunque un mismo viaje puede suponer dos o más tipos de motivaciones (SERNATUR, 2008). Se procede a la identificación, mediante los datos recabados en los acápites anteriores, de los tipos de turismo que se desarrolla en el área de estudio, clasificado según el atractivo explotado y las actividades involucradas. En cuanto a las actividades turísticas, para SERNATUR, la actividad en conjunto con los atractivos de un lugar, constituye la motivación básica del viaje. Se podría decir que no es posible un desarrollo turístico, si el visitante no puede realizar actividades, aunque en muchos casos se trate sólo de contemplar el paisaje. Por lo tanto, son aquellos actos que realiza el consumidor, los que permiten que acontezca el turismo (OEA, 1978). Tomando en cuenta estas definiciones, que se encuentran normadas por este organismo en el Glosario de Turismo 2008, se describen las actividades turísticas que se desarrollan en el área de estudio.

[3] EQUIPAMIENTO TURÍSTICO: incluye todos los establecimientos administrados por la actividad pública o privada que prestan los servicios básicos al turista, tales como hoteles, restaurantes, transporte turístico, agencias de viajes, etc. (Boullón, 1985).

[4] INSTALACIONES TURÍSTICAS: todas las construcciones especiales (distintas a las del equipamiento) cuya función es facilitar la práctica de actividades netamente turísticas (Boullón, 1985).

Una vez descrita y analizada la información levantada en el área de estudio del proyecto, se determina la relevancia turística mediante la identificación de los recursos turísticos: atractivos, planta y circuitos turísticos que muestran una relación directa con el emplazamiento de las obras.

8.3.5 Resultados

8.3.5.1 Revisión Bibliográfica

El área de estudio se encuentra inserta en la región de Coquimbo, la cual es definida por el Servicio Nacional del Turismo (SERNATUR), como la región que *"reúne una serie de características que la hacen particularmente idónea para la actividad turística, lo que la ha llevado a convertirse en uno de los principales destinos turísticos del país.*

En general, dispone de diversos atractivos que la destacan en el contexto nacional, presentando ventajas comparativas en el sector costero, al contar con un extenso litoral dotado de playas aptas para el baño, el descanso, la pesca y los deportes náuticos; además ofrece un atractivo único que son sus valles transversales, donde destacan los atractivos paisajísticos, culturales y las condiciones climáticas. Especial mención, merece la calidad del recurso cielo, que junto con atraer a importantes centros de investigación astronómicas, está posibilitando el desarrollo de un producto singular y de grandes proyecciones como es el "Turismo Astronómico", que en el mediano plazo, debiese convertirse en un producto turístico de exportación". Los principales destinos turísticos de la Región, por orden de importancia son los siguientes (Atlas Turístico de Chile – SERNATUR):

- La Serena y Coquimbo
- Valle del Elqui
- Ovalle y Parque Nacional Fray Jorge
- Los Vilos y Pichidangui

A continuación se describen los recursos turísticos, asociados al área de estudio y relacionados con el desarrollo de la actividad turística a nivel comunal.

8.3.5.2 Identificación de instrumentos de desarrollo relacionados con la actividad turística regional y comunal

a. Estrategia Regional de Desarrollo Región de Coquimbo al 2020

La Estrategia Regional de Desarrollo, identifica como objetivo de la comunidad, que el turismo en la región asuma un papel protagónico, a fin de posicionarse como una Zona Turística de primer nivel tanto en el plano nacional como internacional, sobre la base de sus atractivos únicos de belleza natural, a su legado y patrimonio cultural, donde el turismo sea el eje principal de su desarrollo y su identidad.

b. Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Coquimbo 2011-2014

El Plan de desarrollo turístico de la región de Coquimbo, destaca a esta región como una región que "en su conjunto reúne una serie de características que la hacen particularmente idónea para la actividad turística, las cuales la han llevado a convertirse en uno de los principales destinos turísticos del país"

Con el fin de fortalecer la actividad turística, la región apuesta por un trabajo en áreas definidas con el fin de lograr un mejoramiento de su competitividad y la diversificación de su oferta a través del desarrollo de diversos productos turísticos que responden a intereses especiales. Para ello estableció cuatro áreas a intervenir, de las cuales se destaca el área del Valle Interior (Vicuña, Paihuano, Andacollo, Río Hurtado), por ser la más cercana al área del proyecto. En estas áreas destacan el turismo de interés especial asociado a la astronomía, minería, enología y pisco, ecoturismo, turismo cultural, turismo de salud y de cruceros.

c. Plan de Desarrollo Comunal de Ovalle 2004-2010

El Plan reconoce ser una comuna donde la actividad del turismo es la menos explotada, pese a contar con lugares de especial atractivo turístico, y pese a que en comparación con el valle del Elqui el Valle del Limarí presenta mejores condiciones climáticas, agradable y suave, con pocas variaciones de temperatura y lluvias, y gran porcentajes de días de sol. Además el Valle presenta importantes e interesantes recursos naturales, arqueológicos, botánicos, culturales e históricos existentes.

El turismo rural no es diferente, se presenta como débil y con falta de apogeo en la comuna. La escasa y actual actividad turística se basa en los sitios naturales que posee. Actualmente se encuentra en elaboración el Plan de Desarrollo Comunal de Ovalle 2011-2020.

d. Plan de desarrollo turístico. PLADETUR

La comuna de Ovalle no ha desarrollado un Plan de Desarrollo Turístico y tampoco se proyecta la elaboración de uno.

8.3.5.3 Identificación de los recursos turísticos a nivel comunal

a. Zonas de Interés turístico (ZOIT)

No existen ZOIT en la zona del proyecto, sin embargo en la región se identifica la ZOIT Valle del Elqui (Resolución Ex. Nº 1.317 del 21/11/2007), la cual se localiza a más de 50 km del área donde se emplazarán las obras.

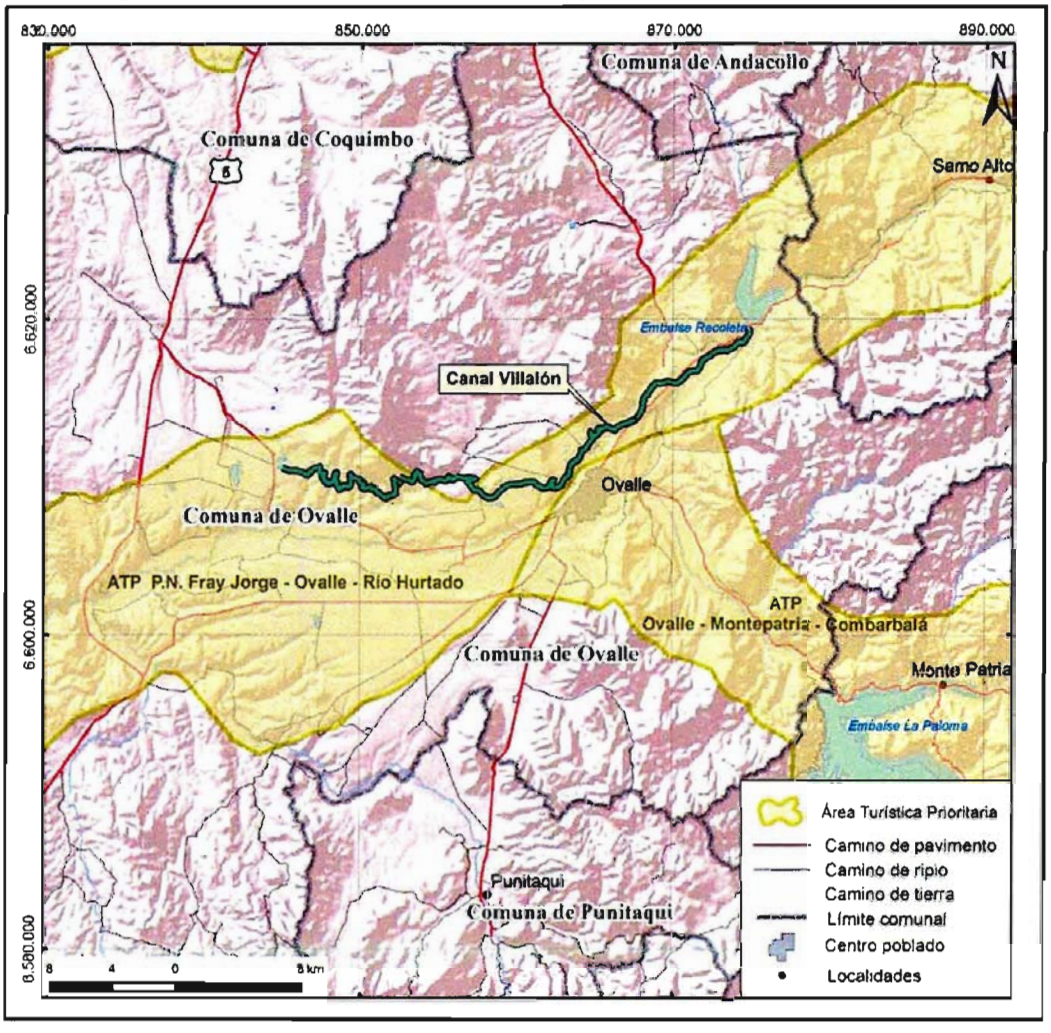
b. Áreas turísticas prioritarias

El área de estudio del proyecto se encuentra inserta dentro de la ATP "Parque Nacional Fray Jorge- Ovalle- Rio Hurtado y la ATP "Ovalle - Montepatria - Combarbalá", los límites de dicha zona se muestran en la Lámina 4184-2000-CA- LAM-005 en Anexo 12.

La ATP "Parque Nacional Fray Jorge- Ovalle- Rio Hurtado", se encuentra inserta en las comunas de su nombre, su superficie combina amplias zonas áridas donde se emplazan antiguas comunidades agrícolas y el área del Parque Nacional.

La ATP "Ovalle - Montepatria – Combarbalá", está ubicada en medio del desierto, la cual posee diferentes atractivos arqueológicos y de flora y fauna; destacando las quebradas el Médano y San Ramón, Muelle de Piedra y Raposo. A continuación se muestra en la Figura 8-1 el emplazamiento del proyecto y el ATP "Ovalle - Montepatria - Combarbalá".

Figura 8-1: Área Turística Prioritaria y su relación con el proyecto



Relación con el proyecto

El proyecto cruza parte de la ATP "Ovalle - Montepatria – Combarbalá" la cual posee una superficie de 151.591,86 ha (ver Lámina 4184-2000-CA- LAM-005 en Anexo 12).

El proyecto cruza parte de la ATP "Parque Nacional Fray Jorge- Ovalle- Rio Hurtado", la cual posee una superficie de XX ha, y la ATP "Ovalle - Montepatria – Combarbalá" la cual posee una superficie de 151.591,86 ha se localiza cercana al canal (ver Lámina 4184-2000-CA- LAM-005 en Anexo 12).

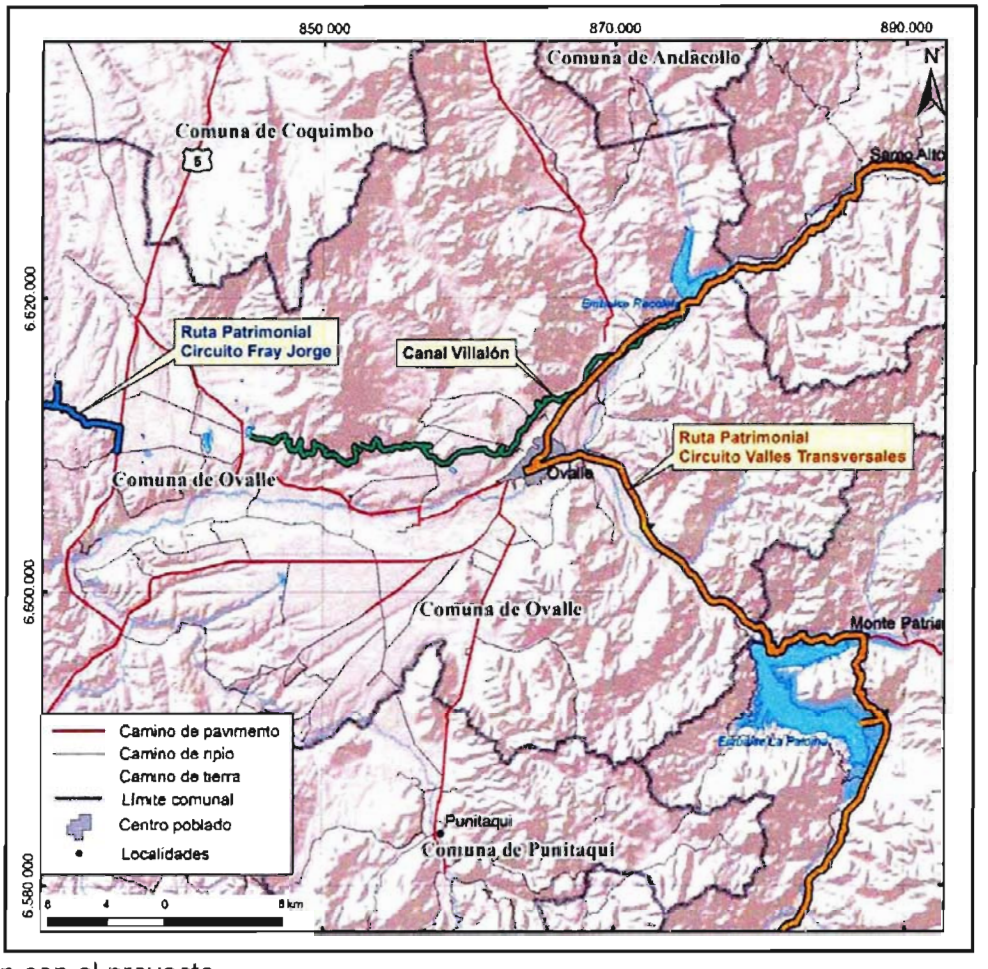
c. Circuitos turísticos

Según la información con la que cuenta SERNATUR identifica en la región 2 circuitos turísticos localizados en el área de estudio, los que se identifican a continuación y se visualizan en la Figura 8-2.

Secano Costero/ Circuito Fray Jorge, ésta se encuentra inserta en la comuna de Ovalle, posee un acceso por la localidad de Cerrillos de Tamaya y el circuito alcanza los 46 km, pasando por comunidades agrícolas, para luego acceder al Parque Nacional, también declarado Reserva de la Biosfera por la UNESCO con valor de zona protegida representativa de los principales ecosistemas del mundo.

Valles transversales / Los Andes Vicuña: Esta ruta posee una longitud de 574 km, abarca las regiones de Valparaíso y Coquimbo, se inicia en Los Andes hasta llegar a Vicuña recorriendo los valles divididos en siete tramos Los Andes- Putaendo; Putaendo – La Ligua; La Ligua - Illapel; Illapel- Combarbalá; Combarbalá – Ovalle; Ovalle- Samo Alto; Samo Alto – Vicuña.

Figura 8-2: Circuito Turístico y su relación con el proyecto



Relación con el proyecto

El circuito Secano Costero/ Circuito Fray Jorge se localiza a 24 aproximadamente del proyecto. En cuanto al circuito Valles transversales / Los Andes Vicuña, bordea un sector del proyecto cruzándolo en un sector de él

d. Rutas escénicas

Dentro del área de estudio del proyecto no existen rutas escénicas.

e. Rutas patrimoniales

Las rutas Patrimoniales existentes coinciden con los circuitos turísticos de la zona esto se puede visualizar en la Figura 8-2.

Relación con el proyecto

Su relación con el proyecto es la misma que para los circuitos turísticos (ver Lámina 4184-2000-CA- LAM-005 en Anexo 12).

f. Sendero de Chile

Existen 2 senderos de Chile en el área de estudio, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

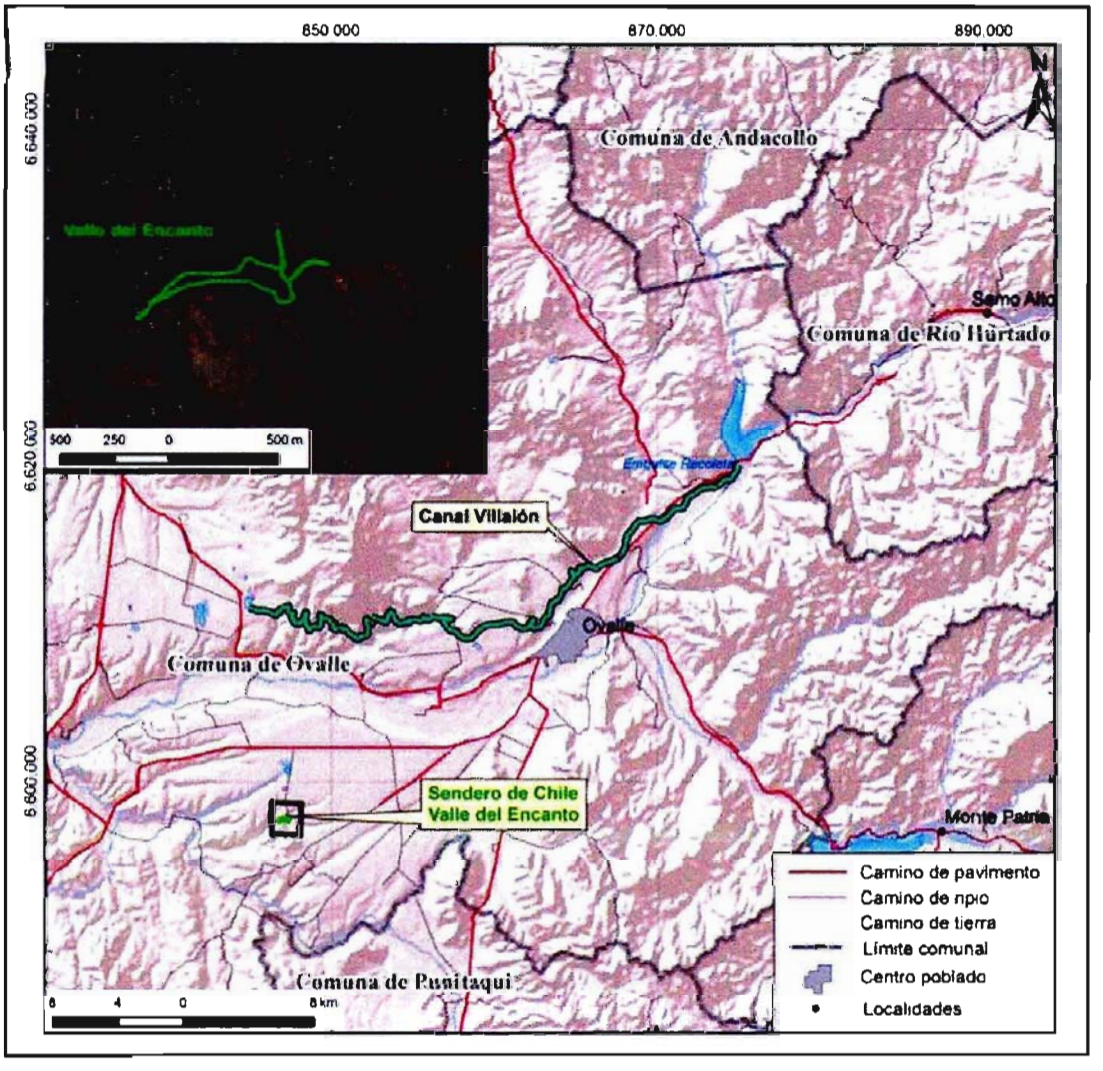
Tabla 8-9: Senderos de Chile en el área de estudio

Nombre Sendero	Comuna	Extensión
Valle del Encanto	Ovalle	2,4
Parque Nacional Fray Jorge	Ovalle	11

Fuente: ARCADIS

A continuación en la Figura 8-3 se visualiza la ubicación del sendero más cercano al emplazamiento del proyecto.

Figura 8-3: Atractivos Turísticos y su relación con el proyecto



Relación con el Proyecto

Estos senderos, Valle del Encanto, localizado a 12 km de las obras del proyecto, y Parque Nacional Fray Jorge, a 24 km aproximadamente, no son intervenidos por las obras y/o actividades del proyecto. En la Figura 8-4 se visualiza la ubicación del sendero más próximo (Valle del Encanto).

g. Rutas Chile

Dentro del área de estudio del proyecto no existen Rutas Chile.

Relación con el Proyecto

Por lo anterior, se concluye que el proyecto no se relaciona con este tipo de recurso turístico.

h. Atractivo Turístico

El área de estudio se encuentra inserta en la región de Coquimbo la cual posee 309 atractivos turísticos relevantes, identificados por SERNATUR, a través de las fichas de atractivos turísticos 2012. Del total de la región en el área de estudio se identifican 22 atractivos.

Estos atractivos divididos por categoría, permiten comprobar que la mayor fortaleza turística de la región está dada por los museos, manifestaciones culturales históricas y los sitios naturales o atractivos de naturaleza (Atlas Turístico de Chile, SERNATUR). Los atractivos turísticos identificados por SERNATUR en la región, se categorizan y distribuyen de la siguiente forma:

Tabla 8-10: Atractivos turísticos por categoría, Área de Estudio

Categoría	Porcentaje (%)
Museos y manifestaciones culturales	22,73
Sitios naturales	22,73
Folklore	27,27
Realización técnica, científicas o artísticas contemporáneas	18,18
Centros o lugares de esparcimiento	-

Fuente: Fichas atractivos turístico. 2011, SERNATUR.

En cuanto al nivel de jerarquía que presentan estos atractivos, 4 de ellos corresponden a una jerarquía nacional, 12 regional y 6 de jerarquía local (Fichas atractivos turístico. 2012, SERNATUR)[5].

[5]Jerarquías 3 o Internacionales: atractivo excepcional y de gran significación para el mercado turístico internacional, motivan corrientes turísticas por sí solos – Jerarquía 2 o Nacionales: atractivo con rasgos excepcionales en un país, motivan corrientes por sí solos o en conjunto con otros atractivos – Jerarquía 1 o Regional: atractivo con algún rasgo llamativo, capaz de interesar a visitantes de larga distancia que viajen a la zona o de motivar corrientes locales a nivel regional – Jerarquía 0 o Local: atractivo sin méritos para ser incluido en ninguna categoría, pero que igualmente forman parte del patrimonio turístico local.
Fuente: SERNATUR. Anexo 4 Clasificación de atractivos turísticos.

Según las fichas de atractivos turísticos 2012, publicadas por SERNATUR, la comuna de Ovalle alberga 22 atractivos del total regional. Estos atractivos se presentan en la Tabla 8-11.

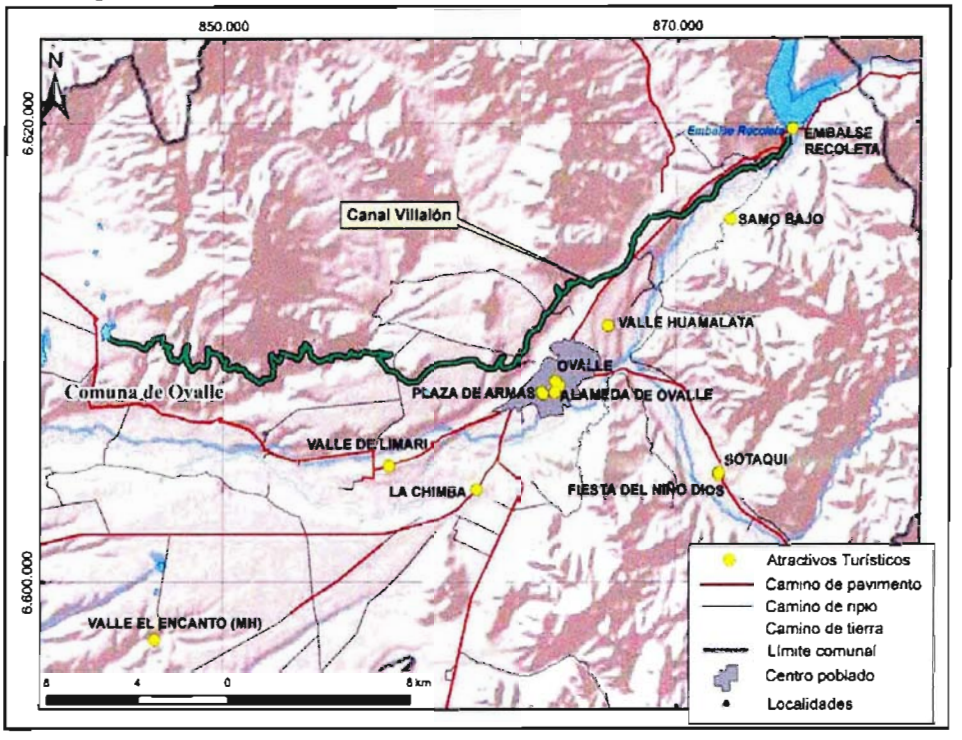
Tabla 8-11: Atractivos turísticos del área de estudio

N°	Nombre atractivo	Categoría	Jerarquía
1	Alameda de Ovalle	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Regional
2	Barraza	Folklore	Local
3	Embalse Recoleta	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Regional
4	Feria Modelo de Ovalle	Folklore	Regional
5	Fiesta del Niño Dios de Sotaqui	Acontecimiento Programado	Regional
6	Iglesia del Niño Jesús de Sotaqui (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Local
7	Iglesia San Antonio De Barraza (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Nacional
8	Iglesia San Vicente Ferrer (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Regional
9	Museo Arqueológico del Limari	Museo o Manifestación Cultural	Regional
10	Ovalle	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Regional
11	Parque. Nacional Fray Jorge (RBU)	Sitio Natural	Nacional
12	Playa al Sur del Río Limari	Sitio Natural	Local
13	Plaza de Armas de Ovalle	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Regional
14	Salala	Folklore	Regional
15	Sotaqui	Folklore	Regional
16	Termas de Socos	Sitio Natural	Nacional
17	Valle de Limari	Sitio Natural	Regional
18	Valle El Encanto (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Nacional
19	Samo Bajo	Folklore	Local
20	La Chimba	Folklore	Regional
21	Fiesta Costumbrista de Barraza	Acontecimiento Programado	Local
22	Valle Huamalata	Sitio Natural	Local

Fuente: Fichas de Atractivos Turísticos de la Región de Coquimbo 2012.

A continuación en la Figura 8-4 se visualiza la ubicación de los atractivos turísticos más cercanos al emplazamiento del proyecto.

Figura 8-4: Atractivos Turísticos y su relación con el proyecto



Relación con el proyecto

Los atractivos cercanos al emplazamiento de las obras, se presentan de acuerdo a su localización; la comuna de Ovalle cuenta con 23 atractivos turísticos 7 de ellos a menos de 2 km de cercanía de las obras del proyecto, Embalse Recoleta, Feria Modelo de Ovalle, Iglesia San Vicente Ferrer, Museo Arqueológico del Limari, Ovalle, Samo Bajo, Valle Huamalata. (ver Figura 8-4 y, Lámina 4184-2000-CA-LAM-005 en Anexo 12).

En relación a los eventos programados se identificaron 2 eventos programados en las comunas donde se emplazan las obras del proyecto (Tabla 8-12).

Tabla 8-12: Festividades Patronales en la comuna de estudio

N°	Nombre atractivo	Fecha	Localidad
1	Fiesta del Niño Dios de Sotaqui	Enero	Sotaqui
2	Fiesta Costumbrista de Barraza	Febrero	Barraza

Fuente: Fichas de Atractivos Turísticos de la Región de Coquimbo 2012

8.3.5.4 Identificación de la oferta turística en el área de estudio

a. Planta turística

- Servicios de alojamiento

En la comuna de Ovalle SERNATUR sólo registra dos servicios de alojamiento, clasificados como hotel de acuerdo a su forma de diferenciar estos servicios, en la Tabla 8-13 se encuentran los servicios catastrados.

Tabla 8-13: Alojamiento Turístico

Tipo	Nombre	Dirección
Comuna de Ovalle		
Hotel	Gran Hotel	Vicuña Mackenna 210
	Hotel Altos De Tuqui	Sector Tuqui Camino A La Serena - Ovalle Carretera Interior D-43 S/N

Fuente: Buscador Alojamiento Turístico actualizado a marzo, 2013, en www.sernatur.cl.

- Gastronomía

SERNATUR no registra servicios de alimentación para la comuna de Ovalle, pese a esto se sabe que existen, pero estos no han sido catastrados.

- Otros

– Agencias y/u operadores turísticos

Las agencias de viajes actúan como intermediario entre el proveedor de servicios y/o tour operador y el usuario final o cliente, entregándole asesoría para la planificación y compra de su viaje. Los servicios que comercializa una agencia de viajes son: alojamiento turístico, transporte aéreo, terrestre, fluvial, ferroviario u otro, actividades de turismo aventura, tours o circuitos, paquetes turísticos, entre otros (www.sernatur.cl).

Existen una serie de operadores turísticos, que desarrollan actividades dentro del área de estudio, los cuales explotan los atractivos de las provincias y sus comunas. Las localidades rurales funcionan como un lugar de paso hacia los atractivos que ofrecen otras comunas, convirtiéndose en parte de la oferta de circuitos de los operadores turísticos, los cuales realizan viajes hacia la zona precordillerana y altiplánica de la provincia. La mayoría de estos operadores tiene su dirección en la ciudad de La Serena. Para más antecedentes, ver Tabla 8-14.

Tabla 8-14: Operadores y Agencias y/u operadores turísticos

Nombre	Dirección
Epu Maiko	Ariztia Esquina Independencia S/N
Turismec	Coquimbo 140

Fuente: Buscador Turístico actualizado a marzo, 2013, en www.sernatur.cl.

– Guías de turismo

Los guías de turismo corresponden a personas, generalmente originarias del lugar, que poseen conocimiento, experiencia y competencia técnica para proporcionar orientación e información sobre el patrimonio cultural y natural, de los atractivos relacionados con el turismo, así como servicios de asistencia para la visita turística. Cabe señalar que la actividad de cada uno de estos, está asociada a la demanda actividades por parte del turista, existiendo cinco tipos de guías: guía de turismo general, guía especializada, guía de turismo local, guía de turismo de sitio y guía transferista.

Se registró sólo una persona que opera como guía catastrado en el buscador de servicios turísticos de SERNATUR en la comuna de Ovalle. En la Tabla 8-15 se presenta el detalle de guías locales de turismo para la comuna.

Tabla 8-15 Listado de guías de turismo

Nombre	Dirección
Ovalle Turismo	Pedro Lira 424

Fuente: Buscador guías de turismo actualizado en marzo de 2013, en www.sernatur.cl.

b. Infraestructura turística

- Transporte aéreo

En cuanto al transporte aéreo, en la región, pero fuera del área de estudio, se encuentra el Aeropuerto La Serena, localizado en la ciudad de La Serena el cual se conecta con las principales ciudades del país.

- Transporte marítimo

En la región, pero fuera del área de estudio, existe un terminal marítimo; el cual es el Puerto de Coquimbo, éste se ubica en la ciudad de Coquimbo, es administrado por la Empresa Portuaria Coquimbo (EPCO). En diciembre de 2013 con el fin de potenciar a Coquimbo y a la Cuarta Región como destino turístico, y dando cumplimiento a lo establecido en el contrato de concesión, es que dentro de su plan de modernización TPC contempló la construcción de un Terminal de Pasajeros, que permita recibir a los cruceros que llegan a la ciudad. Para ello se crearon en el mismo lugar espacios destinados a la información turística y dependencias para organismos públicos y privados, así como también, la instalación de un equipo rayos "x" para garantizar una óptima prestación de servicios por parte de la Aduana, Policía de Investigaciones y del Servicio Agrícola Ganadero (SAG).
Además, y con el fin de entregar una óptima experiencia a los visitantes en su llegada a la ciudad, es que la instalación cuenta con espacios destinados a promover la cultura.

- Transporte terrestre

El acceso terrestre a la región de Coquimbo es a través de la ruta 5 CH Norte (carretera Panamericana), trazada por el sector costero, la cual conecta las principales ciudades de la región del resto del país. En general, los principales caminos se encuentran asfaltados y en buen estado de conservación, como es el caso de la Ruta 5 Norte.

Las otras rutas que penetran los valles transversales hacia el oriente y poniente, conformando la estructura secundaria del sistema que comunica los poblados interiores y de los cuales destacan, Ruta D-45 (Socos – Ovalle); Ruta D-43 (La Serena – Coquimbo – Ovalle). Hacia el poniente: Ruta D-560 (Acceso a P.N. Fray Jorge).

c. Tipos de turismo y actividades turísticas

La región apostó por productos turísticos asociados a las características de sus localidades, con el fin de fortalecer el turismo, creando diversos tipos de Turismo de Intereses Especiales (TIE)

- Turismo astronómico

Este turismo aprovecha la calidad del recurso cielo, junto con atraer a importantes centros de investigación astronómica, creando una identidad diferenciadora para la Región: la "Región Estrella".

Este tipo de turismo se realiza en los interiores del Valle del Elqui y Limarí.

- Turismo minero

Involucra actividades vinculadas a los procesos productivos extractivos actuales y pasados que pretenden ser integrados a la oferta turística actual de la Región de Coquimbo con circuitos y tours programados a sitios mineros, mineras activas o abandonadas; piques y socavones, trapiches, lavaderos de oro, minas de cuarzo y otras manifestaciones relacionadas con la minería de la Región de Coquimbo.

El área de estudio no presenta recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- Turismo enológico y del pisco

Se relaciona principalmente con el conocimiento in situ del proceso de elaboración del vino y licores, donde el turista visita las instalaciones de las bodegas y los viñedos, además de poder degustar cada uno de los productos enológicos que se le ha presentado con anterioridad.

En el área de estudio se consideran los siguientes recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- Viña Tabalí
- Pisco Mal Paso
- Viña OchoTierras
- Viña Tamaya
- Viña Francisco de Aguirre
- Planta Pisquera de Chile Sotaquí

- Ecoturismo

Corresponde a un tipo de turismo que involucra un viaje hacia áreas naturales no contaminadas o relativamente poco alteradas con el propósito de estudiar, admirar y disfrutar del paisaje y sus plantas y animales salvajes, así como de la cultura local (Ceballos Lascuráin, 1988).

En el área de estudio se consideran los siguientes recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- P. Nacional Fray Jorge
- Humedal Río Limarí

- Turismo cultural

El Turismo Cultural puede ser entendido como aquél en el que la principal motivación es conocer aspectos de la cultura (costumbres, arquitectura, manifestaciones artísticas, gastronomía, etc.) de los antiguos y/o actuales habitantes del lugar visitado. Este se puede dar tanto en el medio urbano como rural.

En el área de estudio se consideran los siguientes recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- Museo del Limarí
- M.N. Valle del Encanto

- Turismo de salud

El Turismo de Salud es genéricamente un tipo de turismo que está enfocado a las personas interesadas en disfrutar de lugares donde encuentren su bienestar en forma integral (psíquico, físico y social) para mejorar su salud, ya sea en la curación de padecimientos crónicos, combatir adicciones, control de peso, reactivación orgánica general, entre otros.

El área de estudio no presenta recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

- Turismo de cruceros

Se refiere a los viajes de placer en un velero o en un barco. En el sector turismo, el término "cruceros" generalmente se refiere a un crucero marítimo, que normalmente incluye viajes en barco con varios lugares de destino, donde se desembarca por un corto periodo de tiempo para visitar lugares turísticos en tierra.

En el área de estudios se identifican la existencia de Turismo Cultural (Ruta Camino a Gabriela Mistral) y de cruceros (Puerto de Coquimbo) el resto de los TIE se localizan en los valles.

El área de estudio no presenta recursos o puntos de interés para este tipo de turismo:

8.3.6 Conclusiones

El turismo de la región de Coquimbo, se encuentra incorporado en la planificación y promoción de los planes e iniciativas de desarrollo y planificación territorial a nivel gubernamental, entregándole a esta actividad un valor significativo como idea fuerza e imagen objetivo. Esto con el fin de definir una fuerte identidad regional, sostenida en el patrimonio histórico, natural y cultural, e incluir dichas características en el desarrollo del turismo de intereses especiales.

El área de estudio presenta un turismo débil que se debe fortalecer pues cuenta con características que deben ser explotadas, pese a ello se reconoce que existe un valor turístico en los sitios naturales, museos y manifestaciones culturales presentes en la zona. Las actividades del proyecto no interfieren con las rutas que comparte con el atractivo turístico intangible evento programado fiesta costumbrista de Barraza.

Se debe mencionar que el proyecto se localiza dentro del Área Turística Prioritaria "Ovalle - Montepatria – Combarbalá", la cual debido a la envergadura del proyecto se estima no será afectada, pese a ello, en los próximos estudios a realizar para esta componente se debe considerar el análisis de este recurso turístico.

El Plan reconoce ser una comuna donde la actividad del turismo es la menos explotada, pese a contar con lugares de especial atractivo turístico y que sus condiciones climáticas son mejores que las del Valle del Elqui.

En cuanto a la oferta turística (planta turística), ésta se ubica en los sectores urbanos de la comuna de Ovalle, quedando distante de las obras y rutas de uso del proyecto.

8.4 PAISAJE

En la siguiente sección se presenta un análisis general de los aspectos visuales que componen el lugar de emplazamiento del proyecto, evaluando preliminarmente la componente ambiental de Paisaje para el proyecto "Mejoramiento Canal Villalón".

El paisaje es un concepto amplio de lo que significa el entorno del hombre. Su percepción va más allá de una apreciación estética e involucra la interrelación de todos sus componentes espaciales y ambientales considerados, como recursos naturales y culturales del hombre. Para Busquets y Cortina (2009) y de acuerdo con el Convenio Europeo del Paisaje (CEP) se entenderá por "paisaje" cualquier parte del territorio tal como lo percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos. El paisaje puede ser definido como "el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas" (MOPT, 1993)."

8.4.1 Objetivo

Realizar una evaluación visual que permita establecer un valor escénico intrínseco del paisaje en estudio y el nivel de vulnerabilidad que presenta a las características del proyecto.

8.4.2 Área de Estudio

Se considera como área de estudio para esta componente el territorio visual de las obras del proyecto, las cuales se emplazan a lo largo del trazado del Canal Villalón.

8.4.3 Metodología

La metodología empleada consideró dos etapas de trabajo, la primera consistió en la descripción del área de influencia del proyecto, la cual se realizó en gabinete, y correspondió a la revisión de antecedentes, determinando el valor paisajístico de la zona. Una segunda etapa correspondió a la descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje, para lo cual se realizó una visita a terreno en febrero de 2014, esto con el objetivo de reconocer el territorio involucrado y obtener el máximo de información posible a través del método de observación directa *in situ* (Litton, 1973), y se realizó análisis en gabinete donde se analizaron y evaluaron los datos obtenidos, en el cual se le asignan valores de mayor o menor dominancia visual a los principales componentes del Paisaje, asimismo se definieron y describieron las cuencas visuales con el apoyo de imágenes satelitales de *Google Earth* y la herramienta *Street View*.

El detalle de cada etapa se describe a continuación:

8.4.3.1 Descripción del Área de Influencia del Proyecto, para determinar el valor Paisajístico de la Zona

a. Identificación de Macrozona y Subzona del paisaje

- *Macrozona*

De acuerdo a SEA (2013) las macrozonas son el primer nivel jerárquico que corresponde a las grandes extensiones del país delimitadas por elementos geográficos tales como geomorfología, hidrografía, clima, vegetación y población, siendo coincidente con las grandes regiones bioclimáticas del país. Su escala de visualización corresponde al rango 1:500.000 a 1:250.000. Se reconocen en el país ocho macrozonas; Macrozona Norte Grande, Norte Chico, Central, Sur, Austral e Islas y Canales. Por lo anterior se identificó la macrozona paisajística del País en la que se encuentra el proyecto.

- *Subzona*

Las subzonas corresponden al segundo nivel jerárquico, es decir, cada macrozona se compone de subzonas. Las subzonas también expresan una condición de paisaje intrínseco o real y se establecen mediante el reconocimiento de los grandes rasgos geográficos del territorio, coincidente con las principales geoformas: borde costero, cordillera de la costa, depresión intermedia en sus distintas variaciones, cuencas y valles transversales, cordillera de Los Andes, campos de hielo, grandes islas y archipiélagos. Su escala de visualización se sitúa en el rango 1:200.000 a 1:100.000. Por lo anterior se identificó la subzona en la que se encuentra el proyecto.

b. Demarcación del emplazamiento del proyecto

Corresponde a la ubicación del proyecto en el contexto territorial, el proyecto se muestra en una imagen satelital, ortofoto o fotografía aérea, de un rango de escala entre 1:10.000 a 1:5.000. Para no perder de vista el contexto general, en la misma cartografía se debe indicar el nombre de la macrozona y subzona en la cual se emplaza el proyecto.

c. Atributos biofísicos del paisaje

Aquí se describen los principales atributos biofísicos del paisaje. Estos pueden identificarse y caracterizarse mediante el análisis de imágenes satelitales, fotos aéreas, fotografías panorámicas y bibliografía entre otras fuentes. Una vez localizado el proyecto sobre una la proyección cartográfica se han identificado la existencia de singularidades si existen y comienza la descripción de los atributos biofísicos de la zona de emplazamiento del proyecto, los atributos valorados fueron el relieve, suelo, agua, vegetación y fauna.

d. Valor paisajístico de la zona

Una vez identificados los atributos biofísicos del paisaje del área de estudio se valoraron a fin de determinar si la zona cuenta con valor paisajístico.

Finalmente a través de la recopilación de información en gabinete mediante la identificación de lugares de especial relevancia turística, cultural, histórica, natural y así como también sitios de conservación, de reservas o parques nacionales de la comuna y su cercanía al área del proyecto, asimismo se revisaron otros estudios o evaluaciones que se encuentren en las cercanías del área del proyecto, se generó una base sólida para el levantamiento de información en terreno, lo que ayuda a definir el carácter del paisaje del área circundante e identificar la existencia de receptores sensibles en el lugar.

Una vez identificados los atributos biofísicos del paisaje de la zona de emplazamiento del proyecto, éstos deben valorarse a fin de determinar si la zona tiene o no valor paisajístico. En esta valoración se considera si uno, más de uno o el conjunto de sus atributos biofísicos otorgan a la zona una calidad que la hace única y representativa.

La Tabla 8-16 identifica cuando la característica de un determinado atributo biofísico otorga valor paisajístico a la zona. Debe considerarse que cuando un determinado atributo no presente la característica que sí otorga valor, no significa necesariamente que la zona carezca de valor paisajístico. Asimismo podrá bastar la concurrencia de una característica del atributo para que una zona tenga valor paisajístico.

Tabla 8-16: Determinación de valor paisajístico según atributos

Tipo de Atributo	Característica que otorga valor
Relieve	Presencia de volcán, montaña, cerro isla o afloramiento rocoso de magnitud.
	Pendiente mayor al 15% y cambios abruptos de pendiente
	Orientación: No aplica
Suelo	Rugosidad baja (suelo liso) rugosidad alta (suelo rugoso)
Agua	Tipo: no aplica
	Abundancia alta o media
	Calidad limpia o transparente
	Ribera o zona ripariana con vegetación
	Movimiento de agua y salto de agua
Vegetación	Cobertura alta o media
	Temporalidad Permanente
	Diversidad alta o media
	Más de un estrato de vegetación
	Follaje caduceo o mixto
Fauna	Presencia alta o media
	Diversidad alta o media
Nieve	Cobertura alta o media
	Temporalidad permanente.

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013.

8.4.3.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje

Para la descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje, se realizó una visita a terreno con fecha febrero de 2014, con el objetivo de realizar el reconocimiento e identificación del área donde se encuentra inserto el proyecto, correspondiente al mejoramiento del Canal Villalón. En base a la información levantada en terreno se siguieron los siguientes pasos metodológicos los que se describen a continuación:

a. Puntos de observación

Se definen los Puntos de Observación (PO) basándose en la accesibilidad física y visual (condiciones de intervisibilidad) del territorio, favoreciendo la posición del observador, tanto superior como inferior. Estos puntos se distribuyen en forma equitativa en los sectores del proyecto, cubriendo de esta manera toda el área de estudio (siempre y cuando los caminos de acceso así lo permitan).

b. Cuenca Visual

Para delimitar la Cuenca Visual (CV), entendiéndose ésta como "el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, es decir, el entorno visual de un punto" (Tévar, 1996), se procedió a efectuar una observación directa *in situ*, recorriendo el área del proyecto. Las cuencas visuales corresponden a las áreas visualmente percibidas desde un punto, para ello se contó con el apoyo de rayos visuales proyectados desde uno o más puntos, Luego se realizó un trabajo en gabinete, correspondiente a la revisión de antecedentes, donde se definieron y describieron las cuencas visuales con el apoyo de imágenes satelitales de *Google Earth* y la herramienta *Street View*.

Los aspectos de la cuenca visual se analizaron según las siguientes características visuales:

- Forma de la cuenca: Se relaciona con la figura geométrica de su delimitación en planta. Su importancia radica en que es un elemento categorizado por las condiciones visuales del territorio. Se distinguen tres tipos de forma: "circular" (redondeada), "alargada" e "irregular".
- Tipos de vista: Se relaciona con el paisaje que es contemplado de una sola vez sin girar la mirada; estas son: "panorámicas" cuando se percibe hasta los planos lejanos; "focalizados", donde las vistas convergen hacia un punto; y "cerradas", donde se perciben los primeros y segundos planos.
- Tamaño de la cuenca: Se relaciona con la cantidad de área vista desde los puntos de observación. El tamaño se expresa en términos de grande, mediana y pequeña.
- Compacidad de la cuenca: Se define como la mayor o menor cantidad de zonas ocultas o zonas no vistas.

c. Unidades de Paisaje

Para determinar las Unidades de Paisaje (UP), nos referimos al reconocimiento de porciones de territorio que tienen apariencia homogénea, la cual es resultante de la combinación de sus

atributos visuales. Corresponden a porciones del territorio poseedoras de un mismo carácter, basada fundamentalmente en:

- *Elementos que estructuran el territorio*: cerros, red de caminos, ríos y cuencas fluviales.
- *Elementos que determinan su utilización*: suelos agrícolas, forestales o urbanos, y que dan lugar a las diferencias de percepción por sus colores, formas, que configuran las diferentes texturas paisajísticas.
- *Las dinámicas* que han contribuido o que contribuyen en la actualidad a modelar la imagen actual.
- *La tradición cultural e histórica valorando las relaciones que se establecen entre la población y su paisaje:* Proximidad, vínculos emocionales, sentimiento de pertenencia.

Finalmente Unidad de Paisaje se determina como la parte del territorio caracterizada por una combinación específica de componentes paisajísticos de naturaleza ambiental, estética y cultural, sujeta a dinámicas espaciales claramente identificables que le confieren una identidad diferenciada del resto del territorio.

d. Calidad Visual

Para la evaluación de la Calidad Visual del paisaje se ocupó la metodología propuesta por SEA (2013), donde se describen y valoran los atributos biofísicos (relieve, suelo, agua, vegetación, fauna y nieve), los atributos estructurales (diversidad paisajística y naturalidad) y los atributos estéticos (forma, textura y color) de cada unidad de paisaje.

Para la determinación de la calidad visual del paisaje se siguieron los siguientes pasos metodológicos:

- *Caracterización de los atributos visuales*

Se realizó la caracterización de los atributos visuales, de cada unidad de paisaje, en base a las tablas 1, 2 y 3 presentadas en la "Guía de evaluación de impacto ambiental valor paisajístico en el SEIA", las variables de los atributos se mencionan a continuación:

- Atributos Biofísicos:

Relieve: percepción visual de las variaciones geomorfológicas del paisaje en función de su tipo, pendiente y orientación
Suelo: Percepción visual de la superficie del terreno descrita en función de su rugosidad
Agua: percepción visual de cuerpos y cursos de agua en función de su tipo, ribera, movimiento, abundancia y calidad
Vegetación: percepción visual de la vegetación reconocible en función de su cobertura, temporalidad, diversidad, calidad, estrato y follaje.
Fauna: percepción visual de organismos vertebrados e invertebrados en el paisaje, reconocibles en función de su presencia y diversidad.
Nieve: percepción visual de superficies nevadas en el paisaje, reconocibles a partir de su cobertura y temporalidad.

- Atributos Estructurales

Diversidad Paisajística: percepción visual de la variedad de atributos en el paisaje en relación a su heterogeneidad y singularidad
Naturalidad: percepción visual de la condición natural del paisaje

- Atributos Estéticos

Forma: percepción visual de las formas del paisaje, reconocibles a partir de su diversidad
Color: Percepción visual de la gama cromática del paisaje, reconocible en función de su diversidad y contraste
Textura: percepción visual de la relación entre a luz y sombra de la superficie del paisaje, en función de su granulometría y diversidad

- *Evaluación de la calidad visual del paisaje*

En esta etapa se pondera los atributos visuales identificados en el punto anterior, para cada unidad de paisaje, la ponderación se realiza en base a las Tablas 6, 7 y 8 de la "Guía de evaluación de impacto ambiental valor paisajístico en el SEIA", donde se valoran los atributos del paisaje en destacada, alta, media y baja según la macrozona donde se encuentre el proyecto. Las tablas de valoración utilizadas son las siguientes:

Tabla 8-17: Calidad Visual del Paisaje según atributos Biofísicos

Atributo	Zona	Calidad visual			
		Destacada	Alta	Media	Baja
Relieve	País	Montaña. Volcán o afloramiento rocoso, pendiente sobre el 30%	Colina o cerro isla, pendiente sobre el 30%	Colina o cerro isla, pendiente entre el 15 y 30%	Valle, pendiente bajo el 15%
Suelo	País	Rugosidad Alta	Rugosidad Baja	Rugosidad Media	
Agua	Norte Chico	Presencia de agua, abundancia alta o media, ribera con mucha vegetación y calidad limpia o transparente	Presencia de agua, abundancia media o baja, ribera con vegetación y cualquier calidad	Presencia de agua abundancia baja, ribera sin vegetación y calidad limpia o transparente.	Sin agua.
Vegetación	Norte Chico	Presencia con cualquier cobertura sobre el 30% permanente, estrato arbóreo o arbustivo y diversidad alta.	Presencia con cualquier cobertura sobre el 30% permanente, estrato arbustivo o herbáceo y diversidad media o alta.	Presencia con cualquier cobertura menor al 30%, ocasional o estacional estrato arbustivo o herbáceo y diversidad media	Presencia con cualquier cobertura menor al 10%, estrato herbáceo y diversidad baja,
Fauna	País	Presencia alta y diversidad alta.	Presencia media y diversidad media	Presencia media y diversidad baja	Presencia nula (sin fauna visible)

Atributo	Zona	Calidad visual			
		Destacada	Alta	Media	Baja
Nieve	Norte Chico	Presencia con cualquier cobertura y temporalidad permanente	Presencia con cualquier cobertura sobre 50% y temporalidad estacional		

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013.

Tabla 8-18: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estructurales

Atributo	Calidad visual			
	Destacada	Alta	Media	Baja
Diversidad Paisajística	Heterogeneidad alta y singularidad alta	Heterogeneidad alta y singularidad media	Heterogeneidad media y singularidad media Heterogeneidad baja y singularidad media	Heterogeneidad baja y singularidad nula
Naturalidad	Cualidad antrópica nula	Cualidad antrópica baja	Cualidad antrópica media	Cualidad antrópica alta

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013.

Tabla 8-19: Calidad Visual del Paisaje según atributos Estéticos

Atributo	Calidad visual			
	Destacada	Alta	Media	Baja
Forma	Diversidad Alta	Diversidad Media		Diversidad Baja
Color	Diversidad Alta Contraste Alto	Diversidad Alta y Contraste Medio	Diversidad Media y Contraste Medio; Diversidad Media y Contraste Bajo; Diversidad Baja y Contraste Media	Diversidad Baja y Contraste Bajo
Textura	Grano Grueso y Diversidad Alta		Grano Medio y Diversidad Alta; Grano Fino y Diversidad Media	Grano Fino y Diversidad Baja

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013.

- *Categorías de calidad visual*

El resultado de la ponderación de la evaluación de la calidad del paisaje, nos entregan las categorías de calidad visual del paisaje, estas categorías son 4, las cuales se describen a continuación en la Tabla 8-20.

Tabla 8-20: Categorías de Calidad Visual

Categoría	Requisitos
Paisaje de Calidad Destacada	Uno o más de sus atributos visuales se valoran como destacados.
Paisaje de Calidad Alta	Más del 50% de los atributos se valoran en la categoría alta. Igualmente, si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías alta y media y ningún atributo en categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual alta.
Paisaje de Calidad Media	Más del 50% de los atributos en la categoría media. Igualmente, si se valoran los atributos en las categorías alta y media en igual cantidad y un atributo en la categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual media.
Paisaje de Calidad Baja	Más del 50% de los atributos se valoran en categoría baja. Igualmente si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías media y bajas y ningún atributo en la categoría alta, entonces el paisaje presenta una calidad visual baja.

Fuente: Guía Evaluación Impacto Ambiental Valor Paisajístico en el SEIA, SEA 2013.

8.4.4 Resultados

8.4.4.1 Realización de Terreno y revisión de antecedentes en gabinete

a. Macrozona

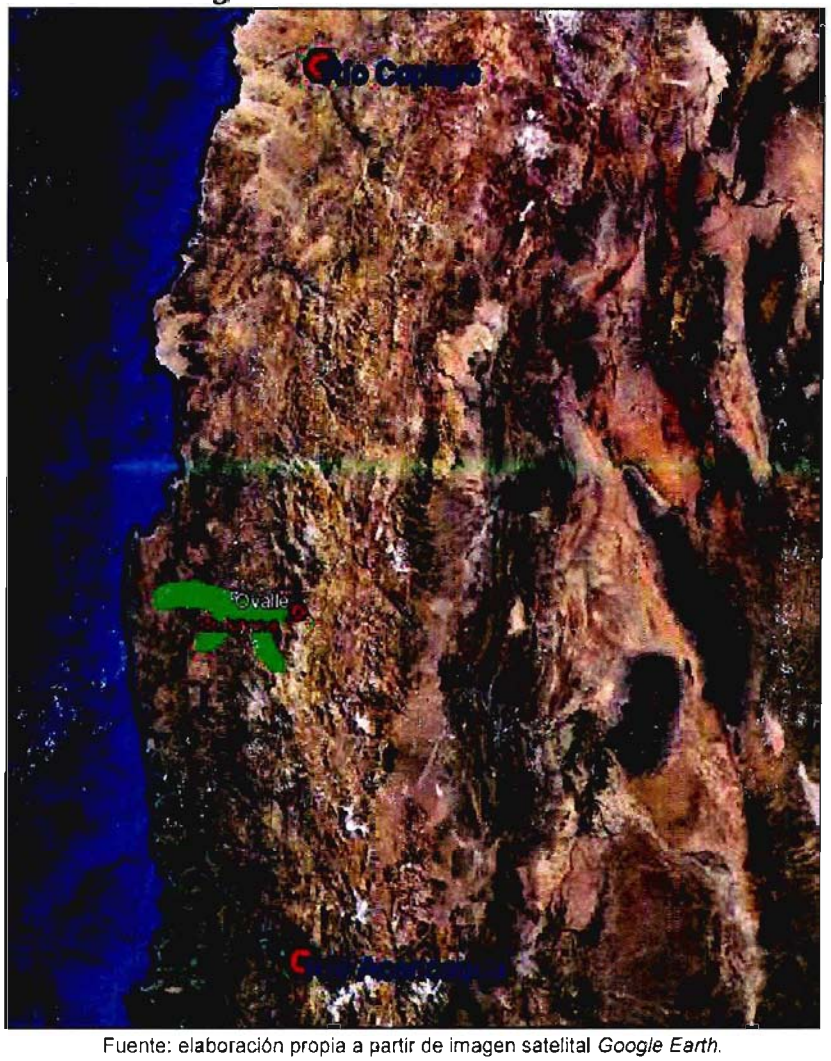
El paisaje donde se inserta el proyecto corresponde a la macrozona "Norte Chico", esta macrozona se ubica desde el río Copiapó en el límite norte hasta el río Aconcagua por el sur.

b. Subzona

El área de estudio se ubica en la subzona Valle Transversal del río Limarí, este valle se encuentra entre la ciudad de Ovalle y la cordillera de Los Andes cerca del límite con Argentina. Se extiende de este a oeste, formado por los ríos Hurtado, Grande, Los Molles y Cogotí. Este valle este valle es estrecho, presentándose encajonado en su curso superior, con laderas de pendientes muy abruptas.

En la Figura 8-5 se presenta la Macrozona Norte Chico. Se puede apreciar en color verde la Subzona Valle Transversal del río Limarí.

Figura 8-5. Macrozona Norte Chico

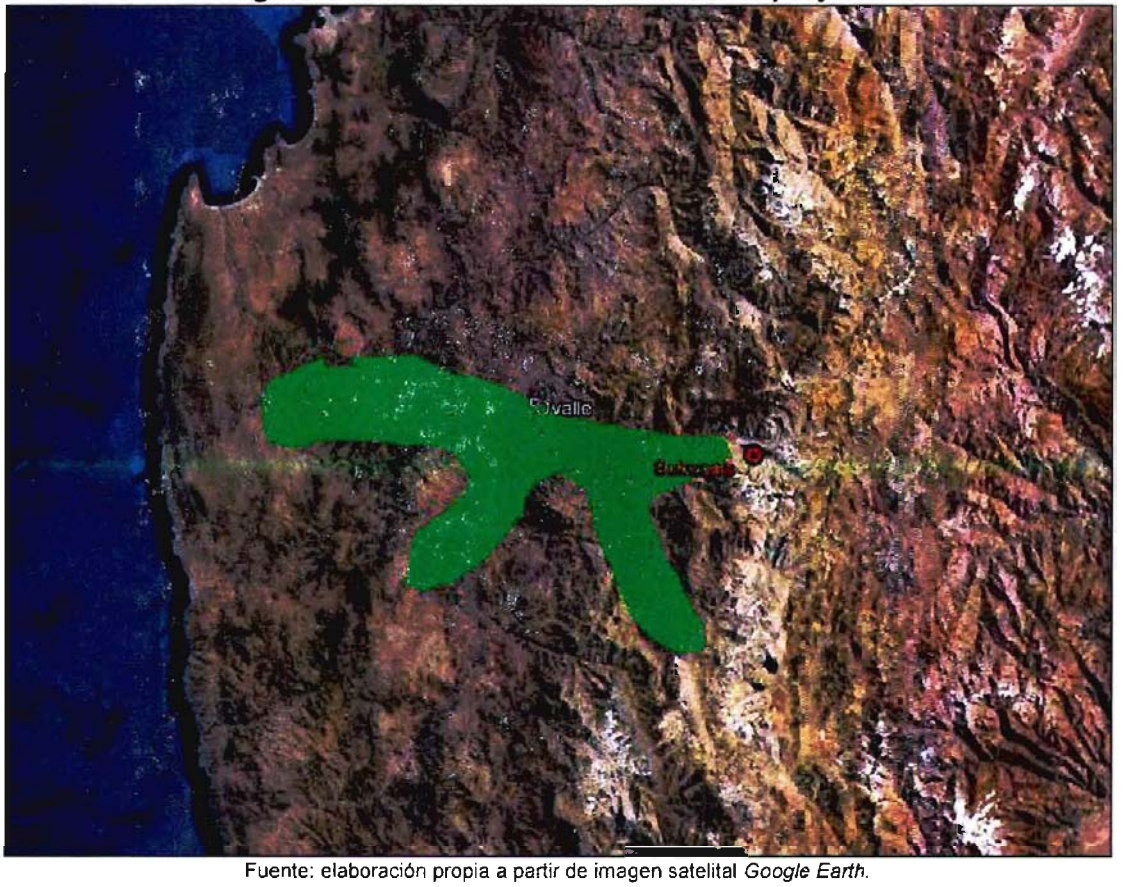


Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth*.

c. Emplazamiento del proyecto

En la Figura 8-6 se muestra el área del emplazamiento del proyecto, en el cual se encuentran el canal Villalón.

Figura 8-6: Subzona donde se inserta el proyecto

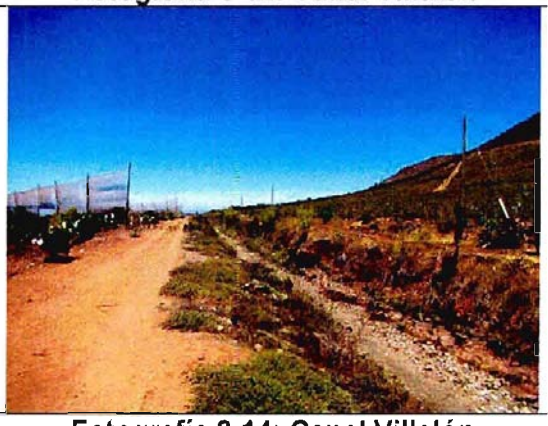
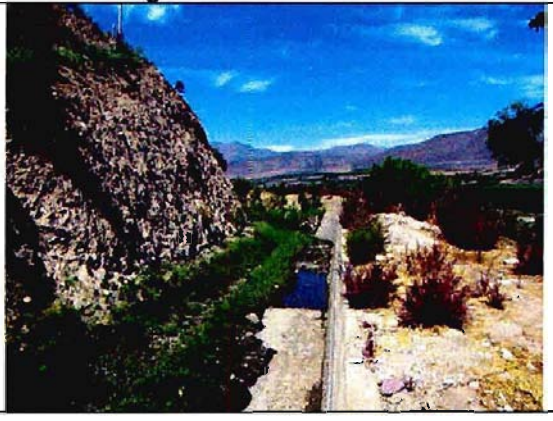


Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth*.

d. Atributos biofísicos del proyecto

El proyecto se inserta en las comunas de Ovalle y, donde el paisaje corresponde a un valle dominado por la mediana y gran agricultura; junto a sectores de viviendas dispersas. El canal Villalón se alimenta de los embalses Recoleta-Paloma-Cogotí con una longitud total de 49 km. Las condiciones actuales del paisaje muestran una baja naturalidad paisajística en la mayor parte del trazado del canal, donde se visualizan principalmente los predios agrícolas, caminos de acceso y áreas urbanas e industriales. En relación a los cursos de agua, solo se observa el curso del canal con abundancia media de agua, la vegetación que se encuentra alrededor del canal corresponde a matorrales en sectores planos, laderas y quebradas, la presencia de fauna es baja al igual que su diversidad, la que es principalmente representada por aves, no obstante, el grupo más sensible corresponde a los reptiles, debido a su baja movilidad.

A continuación se muestran fotografías del sector que visualizan los atributos del paisaje.

Fotografía 8-11: Canal Villalón	Fotografía 8-12: Canal Villalón
	
Fotografía 8-13: Canal Villalón	**Fotografía 8-14: Canal Villalón**
	

e. Valor paisajístico de la zona

En base a los atributos biofísicos descritos anteriormente en la siguiente Tabla 8-21 se identifica si existen características de los atributos biofísicos que otorguen valor paisajístico a la zona.

Tabla 8-21: Valor Paisajístico según atributos biofísicos

Tipo de Atributo	Característica que otorga valor	Área del proyecto
Relieve	Presencia de volcán, montaña, cerro isla o afloramiento rocoso de magnitud.	No
	Pendiente mayor al 15% y cambios abruptos de pendiente	No
	Orientación: No aplica	No aplica
Suelo	Rugosidad baja (suelo liso) rugosidad alta (suelo rugoso)	No
Agua	Tipo: no aplica	No aplica
	Abundancia alta o media	Sí, abundancia media
	Calidad limpia o transparente	No
	Ribera o zona ripariana con vegetación	No

Tipo de Atributo	Característica que otorga valor	Área del proyecto
	Movimiento de agua y salto de agua	Sí, movimiento lento de agua
Vegetación	Cobertura alta o media	Sí, cobertura media
	Temporalidad Permanente	Sí, permanente
	Diversidad alta o media	Sí, diversidad media
	Más de un estrato de vegetación	Sí
	Follaje caduceo o mixto	No
Fauna	Presencia alta o media	No
	Diversidad alta o media	No
Nieve	Cobertura alta o media	No
	Temporalidad permanente.	No

En base a los resultados de la Tabla anterior se identifica que el área donde se inserta el proyecto posee valor paisajístico, el cual se da por la presencia de vegetación y agua.

8.4.4.2 Descripción del área de influencia para determinar la calidad visual del paisaje

a. Puntos de observación

Para el área de estudio se identificaron seis (6) Puntos de Observación (PO) desde los cuales se analizó la condición de exposición visual del proyecto desde las principales rutas a las que puede tener acceso un observador común. Esto se realizó en terreno, complementado con la imagen de *Google Earth*. Se identificaron los puntos con mayor exposición visual. Los puntos de observación se muestran en la Tabla 8-22 y se detalla su ubicación geográfica en coordenadas UTM (Datum WGS84, huso 19).

Tabla 8-22: Coordenadas UTM de los Puntos de Observación para el proyecto

Puntos de Observación	Este	Norte
1	298.955	6.624.208
2	298.485	6.623.114
3	297.874	6.622.776
4	292.642	6.619.548
5	288.842	6.615.868
6	287.583	6.613.797

Fuente: elaboración propia

b. Cuenca Visual

Para este estudio se identificaron cinco (5) cuencas visuales entendiéndolas como zonas visibles desde uno o más puntos de observación.

La Cuenca Visual 1 (CV1) pertenece al inicio del Canal Villalón, el tamaño de la CV1 es grande, su forma es alargada – ancha y posee vista panorámica desde la ruta D-595, esta CV tiene una dirección suroeste. La compacidad es mayor. Ver **Figura 8-7**.

Figura 8-7: Vista parcial de la CV1 desde el PO1 hacia el suroeste



Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth*.

La Cuenca Visual 2 (CV2) pertenece al cruce del Canal Villalón con la Ruta Internacional D-585, el tamaño de la CV es mediana, su forma es alargada y posee vistas irregulares, esta CV tiene una dirección oeste y la compacidad en la CV es baja. Ver Figura 8-8.

Figura 8-8: Vista parcial de la CV2 desde el PO 3 hacia el sur.



Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital Google Earth

La Cuenca Visual 3 (CV3) pertenece al cruce del Canal Villalón con la Ruta D-43, el tamaño de la CV es mediana, su forma es alargada-ancha y posee vistas cerradas, esta CV tiene una dirección norte. La compacidad en la CV es media. Ver Figura 8-9.

Figura 8-9: Vista parcial de la CV3 desde el PO 4 hacia el oeste.



Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth*.

La Cuenca Visual 4 (CV4) pertenece al cruce del Canal Villalón con la Ruta D-527, el tamaño de la CV es pequeño, su forma es redondeada y posee vista cerrada, esta CV tiene una dirección este. La compacidad en la CV es baja. Ver Figura 8-10.

Figura 8-10: Vista parcial de la CV4 desde el PO 6 hacia el oeste



Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth*.

La Cuenca Visual 4 (CV4) pertenece al cruce del Canal Villalón con la Ruta D-527, el tamaño de la CV es pequeño, su forma es redondeada y posee vista cerrada, esta CV tiene una dirección este y la compacidad en la CV es baja. Ver Figura 8-11.

Figura 8-11: Vista parcial de la CV5 desde el PO 7 hacia el oeste



Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital *Google Earth*.

c. Unidades de Paisaje

Una vez analizadas las cuencas visuales en el área de estudio, se determinó la existencia de tres (3) Unidades de Paisaje (UP), las que se indican a continuación:

UP 1: Terrenos Agrícolas
UP 2: Formaciones vegetacionales
UP 3: Área Urbana

e. Calidad Visual

A continuación se muestran los resultados de la evaluación de la calidad visual para cada Unidad de Paisaje y de acuerdo a sus atributos (Ver Tabla 8-23).

Tabla 8-23: Calidad Visual de las UP

Atributos	UP 1 Terrenos Agrícolas	UP 2 Laderas y Formaciones Vegetacionales	UP 3 Área Urbana
Biofísicos			
Relieve	Baja	Alta	Baja
Suelo	Media	Media	Baja
Agua	Baja	Alta	Baja
Vegetación	Baja	Alta	Baja
Fauna	Baja	Media	Baja
Nieve	No aplica	No aplica	No aplica
Estructurales			
Diversidad Paisajística	Media	Media	Media
Naturalidad	Baja	Media	Baja
Estéticos			
Forma	Media	Media	Media
Color	Media	Media	Media
Textura	Baja	Media	Media
Calidad Visual	**Baja**	**Media**	**Baja**

Fuente: Elaboración Propia.

En base a lo indicado a lo anterior, las Unidades de Paisaje 1 y 3 presentan baja calidad visual ya que más del 50% de los atributos se valoran en categoría baja.

La Unidad de Paisaje 2, correspondientes a la zona de laderas y formaciones vegetacionales presenta una calidad visual media, ya que más del 50% de los atributos en la categoría media. Igualmente, si se valoran los atributos en las categorías alta y media en igual cantidad y un atributo en la categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual media.

8.4.5 Conclusiones

En general el paisaje donde se emplaza el proyecto, destaca por la presencia de plantaciones agrícolas en el paisaje que se inserta el proyecto, la cual se rodea por localidades menores y un área urbana importante como Ovalle, existiendo en alteración antrópica, con escaso nivel de conservación y baja calidad visual.

Las unidades de paisaje correspondientes a terrenos agrícolas (UP 1) y área urbana (UP 3) presentan baja calidad visual.

La Unidad de Paisaje 2, correspondientes a la zona de laderas y formaciones vegetacionales presenta una calidad visual media.

8.5 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Esta sección evalúa ambientalmente el patrimonio cultural presente en el área de estudio del proyecto, ubicado en en la comuna de Ovalle, provincia de Limarí.

El trabajo fue realizado por MAA Consultores Ltda., el cual tuvo como finalidad realizar un análisis bibliográfico de la zona de emplazamiento del proyecto, con el fin de determinar la potencial existencia vestigios de carácter patrimonial, de acuerdo a las definiciones aportadas por la legislación vigente.

La caracterización de esta componente se realizó bibliográficamente ya que se considera que las obras de mejoramiento proyectadas en el canal Villalón en la etapa de prefactibilidad, no consideran excavaciones o movimientos de tierra en zonas no intervenidas. Las obras corresponden sobre una obra existente hace años correspondientes al canal Villalón.

Por lo anterior, cabe señalar que el presente estudio no se configura como una línea de base arqueológica, motivo por el cual los resultados expuestos en el presente documento solo dan cuenta del contexto arqueológico regional y zonal en el cual se encuentra emplazado el proyecto.

Se recomienda para las siguientes etapas de ingeniería y el futuro ingreso del proyecto referido al sistema de evaluación de impacto ambiental, realizar la línea de base arqueológica pertinente sobre el área de influencia del proyecto.

8.5.1 Antecedentes Generales

8.5.1.1 Patrimonio Cultural

El patrimonio cultural está constituido por los recursos culturales de un determinado lugar, y la valoración que de ellos hace una comunidad humana dada. Los recursos culturales, por su parte, son todos aquellos rasgos físicos muebles e inmuebles que se puedan asociar o son resultado de actividades humanas, quedando incluidos dentro de esta categoría los sitios, estructuras y objetos de naturaleza arqueológica, histórica y antropológica (Fowler, 1982).

En ocasiones, la proyección y ejecución de proyectos de inversión públicos y privados, conlleva un impacto ineludible sobre los recursos culturales y, por lo tanto, sobre el patrimonio cultural de la nación. Dada la ubicación de los sitios arqueológicos e históricos, sobre o bajo la superficie terrestre, estos resultan muchas veces afectados por obras de infraestructura o desarrollo que contemplan la remoción o alteración de un cierto territorio.

Los recursos culturales en general, y los sitios arqueológicos en particular, son por definición únicos y no renovables, por lo que cualquier daño o pérdida de éstos es irreversible. Es justamente para asegurar que ante la proyección y ejecución de obras de infraestructura e inversión los vestigios del pasado sean debidamente resguardados o, en su defecto, el impacto sobre ellos sea mitigado, que en la actualidad existen ciertos cuerpos legales que regulan y

protegen el Patrimonio Cultural de nuestra nación. Los aspectos centrales de dichos cuerpos legales pueden consultarse en el Anexo 1 del presente informe.

Tanto la Ley 19.300 modificada por la Ley 20.417 como su Reglamento y otros acuerdos internacionales sobre el patrimonio cultural (por ej. política de manejo de recursos culturales del Banco Mundial) señalan la necesidad imperiosa de incluir en la fase de diseño de los proyectos de desarrollo económico los estudios de impacto y la evaluación y diagnóstico del patrimonio cultural. Esta temprana incorporación en el diseño de un proyecto permite optimizar la fase de implementación de los mismos, ahorrando tiempo y dinero en su ejecución al mismo tiempo que permite prever el daño al patrimonio permitiendo prevenir o mitigar el daño a los recursos culturales amenazados.

8.5.1.2 Plan de Manejo de los Recursos Naturales

Para poder definir un plan de manejo es necesario comenzar elaborando una línea de base de los recursos culturales presentes en una determinada zona. Construir un inventario o catastro de los recursos arqueológicos presentes permite conocer la existencia de tales recursos, y permite divulgar y hacer pública su existencia entre todas las personas que acceden y desempeñan actividades en dicho territorio con el fin de prevenir su destrucción y/o alteración.

Si la línea de base para un determinado sector es elaborada en un estado inicial del proyecto, se puede lograr que los diseños y trazados de las obras de infraestructura se realicen en consideración a la ubicación de los recursos culturales, buscando el menor impacto posible sobre ellos, o bien, permitiendo diseñar trabajos sistemáticos de rescate de los mismos.

En aquellos casos en que se conozca de antemano que un determinado sitio arqueológico será impactado directamente de forma irreversible, en su totalidad o en alguno de sus componentes, su mitigación exigirá necesariamente un trabajo de rescate arqueológico. Este rescate permitirá recoger y conservar para el futuro toda la información contenida en un yacimiento arqueológico y que amenaza con perderse por la acción de intervenciones no especializadas.

El rescate requiere, a su vez, de un cuerpo de datos previo que dé cuenta de la existencia, características y dimensiones del o los sitios comprometidos. Para ello es necesaria una actividad planificada que debe ser realizada con anterioridad a la intervención y que habitualmente se denomina Ampliación de Línea de Base, ya que implica actividades adicionales a las realizadas en el marco de la inspección visual o prospección original.

Vale decir, un adecuado manejo de los recursos culturales exige la realización de una estrategia planificada que contemple a lo menos tres etapas de investigación y análisis:

a) Prospección sistemática tendiente a la generación de una Línea de Base de los recursos culturales.
b) Valoración de los sitios arqueológicos identificados previamente o realización de una Ampliación de Línea de Base.

c) En caso de ser necesario, rescate de las evidencias patrimoniales amenazadas por un proyecto de inversión, lo que implica excavaciones sistemáticas extensivas.

El presente informe es el resultado de la implementación de la etapa de análisis bibliográfico previo para la planificación de una prospección sistemática, enmarcado dentro un estudio de prefactibilidad para el proyecto indicado.

8.5.2 Objetivos

Los objetivos de la presente evaluación arqueológica fueron los siguientes:

A) Sobre la recopilación y análisis de fuentes bibliográficas de primer y segundo orden (publicaciones científicas y publicaciones dentro del SEIA), identificar sitios arqueológicos e históricos presentes en el área de influencia del proyecto, considerados como monumentos nacionales de acuerdo a la legislación vigente en nuestro país (ley 17.288 de monumentos nacionales).

B) Realizar sobre la base del punto anterior, un completo análisis de los antecedentes sobre la prehistoria Regional y del sector de Ovalle en particular, con el fin de reconstruir el contexto arqueológico que caracteriza la zona de estudio.

8.5.3 Área de Estudio

El área definida para el presente estudio comprende un trazado de aproximadamente 37 km, desde el Embalse Recoleta 13 km al NE de Ovalle, hasta Cerrillos de Tamaya ubicado 18 km al NW de dicha ciudad, en la Comuna de Ovalle, Provincia del Limarí, Región de Coquimbo.

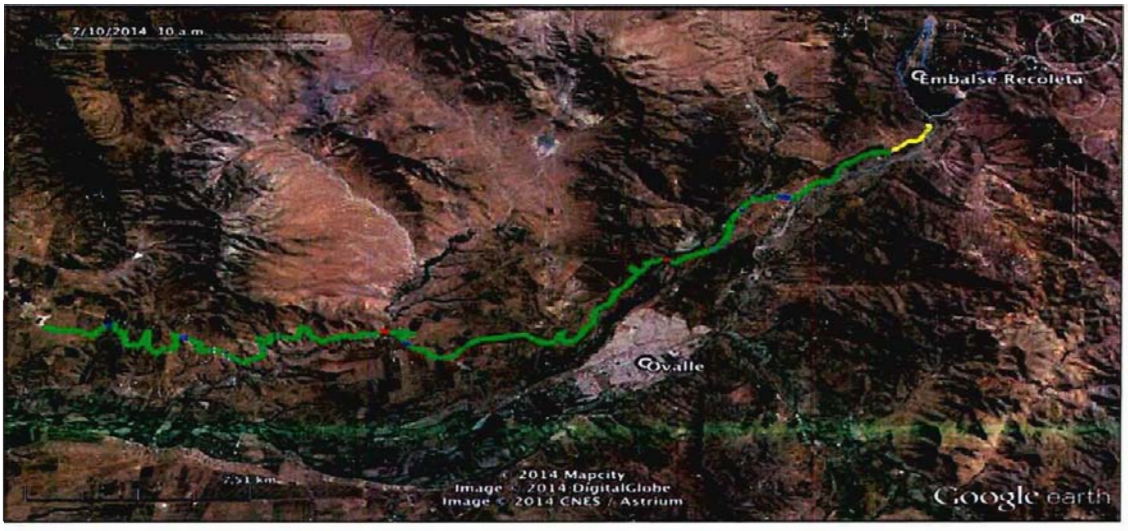
Específicamente, el trazado proyectado para el desarrollo del proyecto "Mejoramiento del Canal Villalón" abarca una extensión delimitada por las siguientes coordenadas UTM (ver Tabla 8-24):

Tabla 8-24: Coordenadas referenciales para el emplazamiento del proyecto "Obras de Mejoramiento Canal Villalón"

Sector	Datum WSG 84, Uso 19 J	
	Este	Norte
Este	299014.31 E 288112.13 E	6623948.24 N 6614828.77 N
Oeste	288112.13 E 269625.14 E	6614828.77 N 6613720.66 N

A continuación en la se visualiza la vista general del trazado proyectado para el proyecto.

Figura 8-12: Vista general del trazado proyectado para el proyecto mejoramiento de Canal Villalón (en verde)



8.5.4 Metodología

Para cumplir adecuadamente con los objetivos del presente estudio, se consultó tanto la bibliografía especializada publicada como los informes técnicos realizados en el marco del sistema de evaluación ambiental vinculados al área de estudio. Adicionalmente, se consultó la información contenida en el Catastro de Sitios Arqueológicos realizado por el Ministerio de Obras Públicas y la nómina de monumentos históricos y zonas típicas del CMN (2012).

8.5.5 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la recopilación y análisis bibliográfico de fuentes publicadas e inéditas para la región de Coquimbo en general y el sector de Ovalle en particular.

8.5.5.1 Revisión Bibliográfica

a. Antecedentes Arqueológicos para el Área de Estudio

En términos generales, la Región de Coquimbo se inserta en la sub-área denominada Norte Chico o Semiárido, y cuenta con información suficiente para corroborar una larga historia de ocupación, que comienza alrededor de los 11.000 A.P hasta el presente. De esta forma, y en relación a la prehistoria regional, se han identificado los siguientes periodos:

I. Paleoïndio (12.000 – 9.000 A.P)
II. Arcaico (11.000- 2000 A.P)
III. Agroalfarero Temprano (0-800 D.C)

IV. Periodo Medio (800-1.200 D.C)
V. Periodo Intermedio Tardío (1.200-1.400 D.C)
VI. Periodo Tardío (1.400- 1500 D.C)

Para el periodo Paleoindio, la literatura ha descrito claras evidencias de la presencia de grupos cazadores-recolectores especializados en la caza de megafauna, para lo cual desarrollaron una tecnología lítica formatizada (mayoritariamente bifacial) y muy singular, y que se ha registrado en directa asociación a restos de fauna extinta. Los yacimientos más emblemáticos que definen este periodo son: el sitio Quereo (Núñez et al. 1983), ubicado en la quebrada homónima localizada inmediatamente al sur del pueblo de Los Vilos, en donde se registraron restos de fauna pleistocénica con evidencias de caza y destazamiento asociada a artefactos líticos que corresponderían a los artefactos clásicos definidos para el periodo; y el sitio Santa Julia (Jackson et al. 2007, y Méndez et. al 2007) ubicado en la Quebrada de Mal Paso (ex Santa Julia), en cuyo contexto se registró además de fauna extinta una asociación con artefactos líticos, artefactos de madera, restos de carbón y la base de una preforma de punta de proyectil tipo "cola de pescado" fabricada en cristal de cuarzo, con evidencias de haber sido tallada in situ (Jackson et al. 2007). Más tarde, estas poblaciones se habrían adaptado a nuevas condiciones, en una suerte de readaptación post-glacial, optando por recursos cárneos provenientes de los camélidos disponibles en la zona, así como de especies menores como algunos roedores y aves (Núñez 1989).

Posteriormente, para el periodo Arcaico, en sus fases más tempranas se han identificado evidencias de grupos de cazadores recolectores, esta vez con un claro énfasis marítimo. Estas poblaciones costeras del norte semiárido se habrían asentado cerca del litoral explotando los recursos marítimos a lo largo de toda su dimensión longitudinal, como recolectores de la franja intermareal (Llagostera 1989). Esta nueva forma de vida se encuentra definida y caracterizada por el llamado Complejo Huentelauquén, el cual podría corresponder a un proceso adaptativo como respuesta a nuevas condiciones ambientales, expresadas en un aumento de las temperaturas y a un progresivo retroceso glacial, que va a tener su máxima expresión en el denominado *Optimun Climaticum* (ca. 6000 A.P).

Del registro recopilado en la excavación del sitio homónimo, emplazado sobre una extensa planicie en la desembocadura del río Choapa, se logró obtener fechados que se sitúan entre los 9.400 y 8.000 A.P (Llagostera 1989), Dentro de la materialidad característica de estos grupos, se encuentran los denominados "Litos Geométricos", probablemente vinculados a actividades rituales y que se constituyen como artefactos diagnósticos para este periodo. Del mismo modo, también se han registrado dentro de los contextos, morteros de arenisca y grandes puntas pedunculadas (Llagostera 1989), tal y como lo evidencian las excavaciones de los sitios Estero Conchalí, Matagorda y Huentelauquén (Jackson et al. 1996, 1997-1998; Massone y Jackson 1994), Huentelauquén-2 (Costa y Quevedo 1997), LV-166 (Vargas 1995-1996), y Punta Ñagué (Jackson 1993). En adición a lo anterior, se ha planteado la posibilidad de que estos grupos Huentelauquén pudieran haber tenido incursiones hacia el interior en busca de una ampliación de su espectro de recursos (Jackson 1997), cosa que se constataría en los contextos obtenidos en los sitios Cárcamo (Ampuero 1989) y La Fundición (Castillo & Rodríguez 1978).

Por otro lado, cohabitando con este grupo, pero esta vez en la zona cordillerana, se ha definido la llamada Tradición "San Pedro Viejo de Pichasca" (Ampuero y Rivera 1971), definida por el contexto obtenido en el sitio tipo homónimo ubicado en el Río Hurtado, 20 km al NW del área de estudio, 30 km al NW de Ovalle y a 80 km de la costa. Se trataría de una población de cazadores recolectores radicados estacionalmente en quebradas y precordillera del interior, con énfasis en la caza y recolección de un amplio espectro de recursos, lo que implicaría una alta movilidad a través de los valles transversales de cordillera a costa, incluso con incursiones al otro lado de la cordillera (Jackson 1997). Dentro de su materialidad, se distingue una industria lítica caracterizada por las puntas triangulares apedunculadas, raspadores y cuchillos discoidales, perforadores con posibilidad de enmangue, implementos de molienda e instrumentos de hueso. Particularmente, se aprecia el registro de cuchillos de Choromytilus chorus, y ecofactos de moluscos, lo cual podría indicar ciertos contactos con las poblaciones costeras, probablemente a través de incursiones de las cuales no se tiene claridad si fueron de carácter permanente o bien oportunista (Jackson 1997).

Asimismo, hacia finales del 5.000 A.P en la localidad de Los Vilos, se ha definido el "Complejo Papudo" (Jackson y Ampuero 1993), en el cual destaca el registro de un alto porcentaje de piedras horadadas, tajadores y perforadores de gran tamaño.

El "Complejo Guanaqueros" definido en su sitio homónimo, por su parte, presenta dos fechados entre el 3.760 y 3.300 A.P. La primera fecha representativa de la definición de este complejo cultural definido por particulares elementos diagnósticos como un ejemplar de anzuelo de concha, una variedad de puntas de proyectiles triangulares y pedunculados, ganchos de hueso, y arpones de hueso con barba, además de arpones compuestos con piedra y hueso (Schiappacasse y Niemeyer 1965-66). Los yacimientos asociados a este complejo cultural corresponden principalmente a sendos conchales que fueron utilizados como cementerios, tal y como lo ejemplifican los contextos de los sitios La Herradura (Alaniz 1973) y El Cerrito (Kuzmanic y Castillo 1982), ambos ubicados en la localidad de Coquimbo. La segunda fecha, se asocia a un momento de ocupación un poco distinto, pues el contexto registrado presenta algunas diferencias con el Complejo Guanaqueros, es decir, presenta una menor frecuencia de anzuelos y puntas líticas, entre las cuales se denota la total ausencia de puntas pedunculadas (Schiappacasse y Niemeyer 1986). Lo anterior junto al contexto registrado en el sitio Punta Teatinos (cementerio) y El Cerrito fechado hacia el 3.780 ± 550 A.P. (Kuzmanic y Castillo 1982), dieron origen a la actual definición del "Complejo Cultural Teatinos", en el cual además de las características ergológicas descritas más arriba, se suman los contextos mortuorios con cuerpos flectados decúbito lateral, alrededor de los cuales se disponía un circulo de piedras sin más ofrendas, utilizando utensilios de molienda para cubrir la sepultura (Kuzmanic y Castillo 1982).

Hacia finales del periodo Arcaico, alrededor del 1.900 A.P, se identifica en el sitio Punta Teatinos la presencia de grupos que evidencian las primeras fases pre-agroalfareras para la costa, es decir, poblaciones inmediatamente anteriores al Complejo Molle (Schiappacasse y Niemeyer 1986). Se trata de contextos que presentan diferencias sustanciales en sus prácticas mortuorias, tales como la posición de los cuerpos, esta vez, extendidos (cuyos individuos adultos masculinos portan tembetá), asociados a estructuras de piedra y señalización de las sepulturas mediante círculos de piedra. Los sitios Quebrada Honda y Tilgo terminan por definir

a estos grupos como el Complejo Cultural Quebrada Honda (Schiappacasse y Niemeyer 1986).
Más adelante, el periodo Agroalfarero queda representado por el Complejo Molle (Agroalfarero Temprano), Las Ánimas (Periodo Medio) y Diaguitas (Intermedio Tardío y Tardío).

El Complejo El Molle (0-800 d.C) presenta una gran variedad de manifestaciones a lo largo de los diferentes valles del norte semiárido, identificándose claramente una raíz común entre ellas (Niemeyer et al 1989). Las diferencias se dan básicamente en las prácticas funerarias, formas y tipos cerámicos, y el contexto en general. Por su parte los rasgos comunes, que se configuran como indicadores del complejo cultural El Molle son el uso de tembetá, pipas, minerales en los entierros, uso de metales, instrumentos de hueso y concha; así como la presencia de instrumentos para molienda, cestería, cerámica, industria lítica y arte rupestre (Niemeyer et al 1998). El patrón de asentamiento de estos grupos indica, por el momento, una mayor concentración de sitios en valles e interfluvios con una menor presencia costera y escasos registros cordilleranos. Sin embargo, se ha constatado una alta movilidad y contactos con grupos del Norte Grande como San Pedro de Atacama, la Puna y el noreste argentino (Kusmanic y Castillo 1986, Ampuero 1986). En cambio, la sofisticación de la cerámica en los valles del Limarí y del Choapa sugieren la posibilidad de que estos grupos provendrían de la zona central (Kuzmanic y Castillo 1986, Ampuero 1986 y Fernández 2011).

Los primeros registros del Complejo El Molle, en la cuenca del río Elqui, fueron las excavaciones del sitio el Olivar ubicado en el curso medio de dicha cuenca fluvial (Cornely 1958). En el cual, los entierros presentaban una delimitación marcada con piedras huevillo blancas traídas desde el río. Del mismo modo, el sitio La Fortaleza, ubicado en el flanco sur del valle entre El Molle y El Almendral; el sitio E Hacienda Saturno; y el cementerio KM 25, ubicado en el camino entre La serena y Vicuña, arrojaron la presencia de entierros con cuerpos estirados asociados a cerámica negra pulida incisa (Cornely 1936, 1944, 1956 y 1958). Por su parte en la localidad de Alcohuaz, a unos 70 km al noreste de nuestra área de estudio, se registró en los faldeos del río Claro un cementerio Molle emplazado un terreno agrícola (Peralta 2010). Del mismo modo, Iribarren (1957) da cuenta de hallazgos adscribibles al Complejo El Molle, en el valle de Cochiguás, afluente del río Claro.

Por su parte para el Valle del Limarí y a unos 10 m al sur del área de estudio, el sitio Valle del Encanto, compuesto principalmente por 73 bloques de arte rupestre y 100 rocas con piedras tacitas y 3 sectores con asentamientos (Ampuero y Rivera 1969, citado en Troncoso et al. 2008), dan cuenta de la presencia de productores de arte rupestre asociados en un primer momento al Complejo El Molle en el curso inferior del Limarí (Castillo 1985). En estudios posteriores realizados (Troncoso et al 2008) al contexto arqueológico del Valle del Encanto, especialmente en cuanto a la reevaluación de las relaciones estratigráficas al interior de los soportes del arte rupestre, se estableció la una secuencia ocupacional desde el periodo Arcaico Tardío al período Tardío. Los sitios de Estancia Zorrilla, San Pedro de Quiles y Media Luna, en Ovalle y Quilitapia en Combarbalá (Catillo 1985) también presentan motivos dentro de los paneles de arte rupestre asociados al Estilo Limarí (Cabezas Tiara) relacionado en un primer momento con dicho complejo cultural.

Del mismo modo, a tan solo 2 km al norte del área de estudio, en el sector de Panulcillo, Castillo y Kusnamic registran un cementerio (Panulcillo 4) asociado al Complejo cultural Molle (Castillo & Kusnamic 1981).

El Complejo Las Ánimas (800-1200 d.C.) se asocia a poblaciones del Período Medio en las cuales se han identificado elementos culturales que provienen de la puna argentina. Estos elementos dicen relación con prácticas económicas basadas en un amplio espectro de recursos, es decir, son sociedades que dedicaban su tiempo tanto a la agricultura (poroto, maíz y calabaza) como a la caza, pesca y recolección (p.e algarrobo) (Castillo 1989). Al igual que para el complejo Molle, existen evidencias que indican una alta movilidad, esta vez, desde los valles hacia la costa con una escasa presencia en los interfluvios. Se advierte una complejización en los contextos mortuorios, presentándose evidencias de sacrificios rituales de camélidos, los cuales eran enterrados junto a los individuos denotando una evidente carga simbólica (Castillo 1989). Junto con lo anterior, la cerámica presenta decoraciones polícromas pintadas y la utilización de hierro oligisto, aparece también el complejo alucinógeno y el consecuente abandono de la pipas. Los individuos presentan deformación craneana de tipo tabular erecta (como distinción étnica), y la desaparición del uso de tembetás (Castillo 1989). El conjunto de sitios asociados al Complejo Las Ánimas en el valle del Elqui, corresponden al sitio Compañía Baja, Compañía de Teléfonos, y Altovalsol en curso inferior del río Elqui; Quebrada Las Ánimas y San Carlos en el curso medio; y San Isidro en el curso superior (Peralta 2010). En el curso superior del río Hurtado, cercano al curso superior del río Elqui, se han registrado los sitios Hurtado, El Chañar, Potrero el Llano y Falda Mala (Peralta op cit.).

La Cultura Diaguita representativa del periodo Intermedio Tardío, definida en un primer momento por R. Latcham en 1929 y redefinida por G. Ampuero en 1973, presenta fechas que van desde el 1.000 al 1400 d.C (Diaguitas I y II), incluyendo un tercera fase (Diaguitas III) que se inserta en el periodo Tardío entre el 1450 y 1536 d.C.

La fase Diaguitas I, se caracteriza por presentar contextos que evidencian una continuidad con Ánimas, especialmente en cuanto al desarrollo cerámica tal y como se registra en los sitos Punta de Piedra (valle del Elqui) y en el cementerio Parcela 24, en Peñuelas (Castillo 1989 y Niemeyer et. al 1989). En este último el contexto mortuorio presenta individuos flectados decúbito lateral, con el eje del cuerpo orientado de oeste a este, siendo en algunos casos entierros colectivos. Asimismo, se mantiene el simbolismo asociado a sacrificio de camélidos ya sea rodeando el cuerpo o depositándolo cerca de él. Por su parte, las prácticas agrícolas y ganaderas se mantienen en una escala de subsistencia, complementada con la explotación de recursos marinos (Ampuero 1989).

Para la fase Diaguitas II (1.200-1.450 d.C.) se han rescatado contextos, también mortuorios, en los sitios Punta de Piedra (nivel superior) y Parcela 21 de Peñuelas. En ellos se presentan mayoritariamente tumbas construidas con piedra laja, manteniéndose la práctica de orientar a los cuerpos en un oeste-este y el sacrificio de camélidos; presentando contextos que evidencian una continuidad en la explotación de fauna marina. Con respecto a la cerámica, se observa una estilización en las decoraciones, incluyendo un aumento en la variedad de los elementos geométricos utilizados, lo cual se evidencia en los sitios costeros de El Olivar, Peñuelas 21 y 24, Playa Blanca, Guayacán y La Serena (Irribarren 1957, Biskupovic 1982; Ampuero 1989).

La tercera fase, Diaguitas III, corresponde al Periodo Tardío (1.450-1536 d.C.) y se caracteriza por el arribo de la influencia Inca sobre la población local (Ampuero 1989). A partir de la cerámica se ha podido definir la existencia de un profundo cambio cultural, reflejado en un cambio estilístico que se produce después de la llegada del Inca a la región. Lo cual se ejemplifica en la incorporación de formas y decoraciones provenientes desde el Cuzco, como la incorporación del aríbalo dentro las ofrendas que caracterizan los contextos mortuorios, aun cuando se mantengan los patrones de entierro de la fase anterior. En este sentido, las tumbas muestran un aumento en la cantidad tanto de metales como de cerámica, la cual incluye los estilos Inca y Diaguita, tal y como se registra en los sitios Estadio Fiscal de Ovalle ubicado a unos 3 km al sur del área de estudio (Cantarutti & Mera 2004), y los sitios El Olivar (Cornely 1956) y Fundo Coquimbo (Ampuero 1969), en el curso inferior y superior del río Elqui, respectivamente. En cuanto al tema de la metalurgia, parece haber tenido un auge que puede verse reflejado en los contextos rescatados del sitio Viña del Cerro (Ampuero 1989), y más recientemente en el sitio Punta de Piedra, donde se registró un crisol con minerales en su interior.

Finalmente, la conquista Inca probablemente se estableció hacia el 1470 d.C., lo cual pudo traer consecuencias en los movimientos poblacionales hacia el norte, sur y noroeste argentino, debido a la estructuración del sistema de mitimaes. A lo cual se suma la incorporación del sistema vial Incaico y la emergencia de pukaras (Ampuero 1989). De manera particular destacan los sitios de altura con función de adoratorios, en especial en el cerro Las Tórtolas y en el de Doña Ana en la IV Región; registrándose del mismo modo un pukara en el curso superior del valle de Elqui, denominado Las Terneras (Peralta 2010); además de la presencia de faenas mineras a gran escala administradas por el Estado Inca, como dan cuenta los registros del Complejo Minero Los Infieles ubicado en el cerro Homónimo (Cantarutti 2013), a más de 30 km del área de estudio.

b. Antecedentes Arqueológicos sector de Ovalle en el Marco del SEIA

Dentro de los informes de líneas de base arqueológicas realizadas en el marco del Sistema de Evaluación Ambiental, nos encontramos con la línea de base desarrollada para el proyecto "Plan de Adecuación del Vertedero de Ovalle a Relleno Sanitario conforme al D.S. N° 189/08", la cual arrojó como resultado la ausencia de sitios arqueológcios en el área evaluada (Tasui Norte 2010), sin embargo, no se cuenta con el informe arqueológico de dicha línea de base ambiental.

El proyecto "Planta de Molienda y Flotación Delta" (LdB Ambiental 2007, ENAMI) ubicado 2 km al norte del trazado del presente proyecto, en el sector de Talhuén-Panulcillo-El Sauce, arrojó como resultado el hallazgo del sitio Rincón del Sauce 1, correspondiente a un campamento habitacional prehispánico y piedras tacitas ubicado en el sector de la Quebrada Rincón del Sauce; El sitio Rincón del Sauce 2, también correspondiente a un sitio donde se observa un conjunto rocoso con piedras tacitas de carácter prehispánico; el sitio Rincón del Sauce 3, correspondiente a paneles de arte rupestre; El sitio Quebrada Talhuén 1, correspondiente a un campamento habitacional con paneles de arte rupestre ubicados en la quebrada homónima; el sitio Panulcillo 1, correspondiente a un panel de arte rupestre ubicado en la quebrada Panulcillo; el sitio Panulcillo 2, correspondiente a un conjunto de paneles de

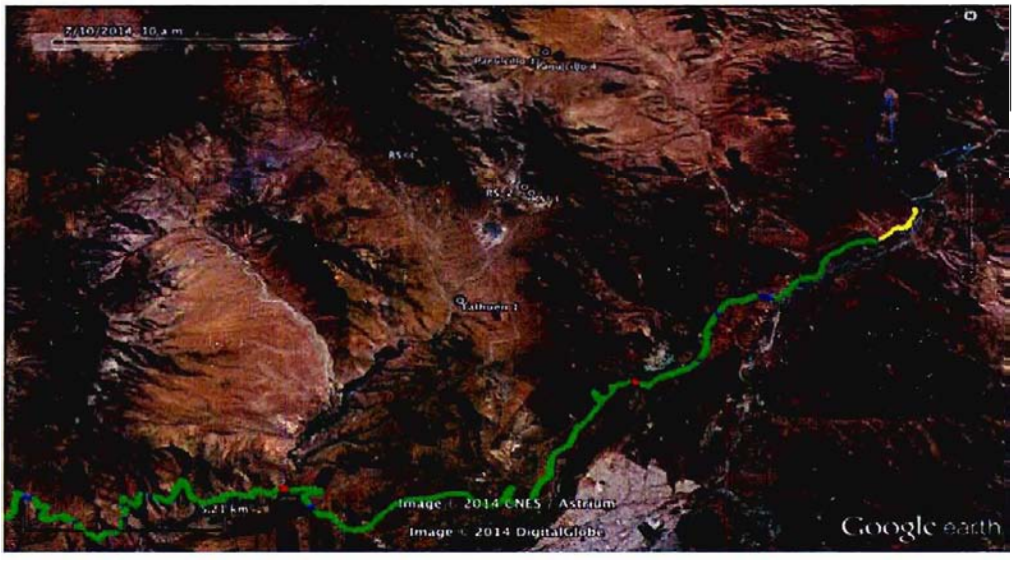
arte rupestre y piedras tacitas; el sitio Panulcillo 3, correspondiente a una Iglesia de carácter histórico; el sitio Panulcillo 4, correspondiente a un cementerio prehispánico asociado al Complejo Cultural Molle registrado inicialmente por Castillo & Kusmanic (1981).

Tabla 8-25: Coordenadas referenciales de la ubicación de los sitios arqueológicos más cercanos al área de influencia del proyecto.

Sitio	Coordenadas UTM Datum Psad 56	
	Norte	Este
Panulcillo 1	6630240	288155
Panulcillo 2	6630245	288133
Panulcillo 3	6630407	287714
Panulcillo 4	6630000	287400
Rincón del Sauce 1	6625704	286396
Rincón del Sauce 2	6624414	287123
Rincón del Sauce 3	6624186	287340
Quebrada Talhuén 1	6620017	285328

A continuación en la Figura 8-13 se visualiza la vista general del trazado proyectado para el proyecto y sitios arqueológicos más cercanos.

Figura 8-13: Vista general del trazado proyectado para el proyecto mejoramiento de Canal Villalón (en verde) y sitios arqueológicos más cercanos.



Finalmente, la línea de base arqueológica elaborada para el proyecto "Construcción de defensas fluviales Limarí, sector Puente La Chimba-Balneario El Peñón" (Ibacache 2008) ubicado a unos 2 km al sur del área de influencia del presente proyecto en la terraza sur del Limarí, no arrojó registros arqueológicos.

8.5.6 Conclusiones

De acuerdo a la revisión de antecedentes bibliográficos, así como de las Actas del Consejo de Monumentos Nacionales, se estableció que para las alternativas evaluadas para el proyecto "Obras de Mejoramiento de Canal Villalón", no existen monumentos nacionales declarados en las siguientes categorías: históricos, santuarios de la naturaleza y zonas típicas en el área de influencia del proyecto. Sin embargo, para la comuna de Ovalle existen cuatro Monumentos históricos y una Zona Típica.

Tabla 8-26: Monumentos históricos en la comuna de Ovalle.

Nombre	Categoría	Declaratoria
San Pedro Viejo de Pichasca	MH	07365/1969
Valle del Encanto	MH	00158/1973
Iglesia San Antonio Barraza	MH	01025/1978
Colección Museo del Limarí	MH	00192/2006
Poblado de Barraza	ZT	01079/2011

Según los resultados detallados en el acápite anterior, el valle del Limarí presenta una secuencia ocupacional que va desde el periodo Arcaico hasta la actualidad, en donde la profusión de registros arqueológicos a lo largo de la cuenca del Limarí queda evidenciada por el registro arqueológico, principalmente asociados a paneles de arte rupestre, sitios habitacionales y presencia de piedras tavitas, entre otros.

Es por esta razón que en las futuras etapas de ingeniería, cuando se tengan definidas las obras de diseño, se recomienda el desarrollo de una línea de base arqueológica a partir de prospecciones pedestres en el área de influencia del proyecto, dada la alta potencialidad del área de arrojar hallazgos arqueológicos que den cuenta de ocupaciones humanas pretéritas.

Sumado a lo anterior, se recuerda que deberá considerar que en el caso que se detecte la presencia de restos culturales antropo-arqueológicos o históricos subsuperficiales, se deberá proceder de acuerdo con lo establecido en los artículos 26° y 27° de la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales y en los artículos 20° y 23° de su Reglamento, con el propósito de diseñar y realizar actividades de rescate arqueológico, según corresponda.

9 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

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 (señalados en la Sección 7 y Sección 8 del presente informe) con sus potenciales transformaciones derivadas de una futura ejecución de obras y/o actividades del proyecto.

A continuación en la Tabla 9-1 se presenta la relación del proyecto y los elementos ambientales analizados.

Tabla 9-1: 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.
	Instrumento de Planificación Territorial	El proyecto se encuentra fuera del Plan Regulador Comunal de Ovalle, emplazándose en el área rural de dicha comuna. Por lo anterior, no presenta incompatibilidades 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.	Intervención de superficie de bosque. Alteración de especies en estado de conservación.
	Fauna Terrestre	Identificación de dos (2) áreas sensibles, en las cuales	Alteración en el desplazamiento de

Información levantada	Tipo	Relación proyecto	Diagnóstico
		se dan las condiciones adecuadas para la presencia de especies de reptiles.	especies de baja movilidad. Desplazamiento local de especies de fauna.
	Turismo	No hay relación con el proyecto.	No se estima alteración de esta componente ambiental.
	Paisaje	Paisaje intervenido por la acción antrópica y poca visibilidad desde el punto del observador hacia el proyecto.	No se estima alteración de esta componente ambiental.
	Patrimonio Arqueológico	No se registran Monumentos Nacionales y/o sitios o hallazgos arqueológicos en el área de emplazamiento del canal.	No se estima alteración de este componente ambiental.

En general, de acuerdo a los antecedentes levantados y la caracterización de componentes principales, estas áreas no presentan componentes ambientales especialmente sensibles que impongan altas limitaciones a la materialización del proyecto.

Sin embargo, las zonas donde se presentan áreas singulares de flora y vegetación, al igual que las zonas sensibles de fauna son las áreas que presentan mayores recursos de interés ambiental, las que son analizadas con mayor detención en base a las alternativas de obras hidráulicas proyectadas en la siguiente Sección 10.

10 ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE INGENIERIA PROPUESTAS

En base a las alternativas de obras de mejoramiento y la caracterización de las componentes ambientales, existen obras y /o actividades que pudiesen afectar las componentes. Las obras a realizar y sus actividades son las siguientes:

10.1 COMPUERTAS (CP)

Estas obras consisten en el reemplazo de componentes del sistema de las 12 compuertas en que se optimizará su funcionamiento, además de la limpieza o retiro de vegetación y sedimentos que impiden el normal funcionamiento.

Estas actividades son puntuales y sólo requieren trabajos dentro del área del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-1, se identifican las obras de compuertas que contempla el proyecto de Mejoramiento del Canal Villalón, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-1: Relación de las Obras de compuertas y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
CP7	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP8	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto. En el otro lado se presentan terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
CP12	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP18	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP20	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP21	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP35	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP36	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
CP38	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP47	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP53	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
CP5	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.2 SELLOS DE FONDO (S)

Consiste en un sello de hormigón de 0,20 metros de ancho que cruza el canal, esto se realiza cada 500 m, debiendo incorporar al canal 102 sellos de fondo a lo largo de él (S1 a S65). Las actividades para esta obra son de hormigonado y enfierradura.

Esta actividad es acotada, pues los trabajos se realizan en el interior del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-2, se identifican las obras de sellos de fondo que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Villalón, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-2: Relación de las obras sellos de fondo y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S1	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S2	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S3	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S4	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S5	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S6	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S7	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorrales – Suculentas Muy Abiertas	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S8	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas. Cercano a esta obra por la carretera cruza la Ruta patrimonial Andes Transversales pero no intersecta la obra del proyecto.	Cercano al Punto de Observador 4 correspondiente a la carretera 43, sin embargo no se tiene visibilidad clara al área del canal, por la presencia de praderas y matorrales.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S9	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S10	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S11	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S12	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S13	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S14	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S15	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S16	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S17	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S18	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	Cercano al Punto de Observador 5 desde la ruta D-525. Se tiene Visibilidad, pero este sector tiene baja calidad visual por encontrarse en terrenos agrícolas.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S19	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S20	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S21	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S22	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S23	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S24	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	Cercano al Punto de Observador 5 desde la ruta D-527. Se tiene Visibilidad al canal, pero este sector tiene baja calidad visual por encontrarse en terrenos agrícolas.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S25	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S26	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S27	Potencial para la presencia de baja movilidad, por encontrase cercano a áreas singulares.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas. Cercano a este se encuentran formaciones Matorral Arborescente Muy Abierto los que constituyen áreas singulares.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S28	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S29	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S30	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S31	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S32	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S33	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S34	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S35	Bajo potencial para la presencia de fauna..	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S36	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S37	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S38	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S39	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Praderas Perennes	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S40	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S41	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S42	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S43	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S44	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S45	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S46	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S47	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S48	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S49	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S50	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S51	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S52	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S53	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S54	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S55	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S56	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S57	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S58	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S59	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S60	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto. El otro lado presenta Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S61	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Muy Abierto. El otro lado presenta Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
S62	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Pradera Abierto.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S63	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S64	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a un lado del canal. Matorral Abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.
S65	Bajo potencial para la presencia de fauna.	No se presentan formaciones vegetacionales / corresponde a terrenos agrícolas.	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.3 MURO PERALTE CANAL (NOMENCLATURA: EC)

Consiste en la construcción de un muro de hormigón con el fin de proteger la ribera derecha contra desbordes. Las actividades a realizar para esta obra son: excavación abierta material común, hormigonado, enfierradura y relleno compactado. El largo del muro no será mayor a 100 m.

Esta actividad es acotada, pues los trabajos se realizan en el interior del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-3, se identifican las obras de peralte del muro que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Villalón, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-3: Relación de las obras del peralte del muro y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
EC	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de Praderas-Matorrales a los lados del canal. Matorral Muy Abierto.	No se observan zonas turísticas.	Cercano al Punto de Observador 3 correspondiente a la carretera D-595, sin embargo no se tiene visibilidad al área del canal, y se visualizan terrenos agrícolas.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.4 REVESTIMIENTOS

Consiste en crear una protección de mampostería de piedra en el fondo y en las paredes de los sectores más afectados del canal Villalón, la cual tendrá un largo de aproximadamente 60 metros.

Esta actividad es acotada, pues los trabajos se realizan en el interior del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-4, se identifican las obras de revestimiento que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Villalón, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-4: Relación de las obras de revestimiento y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
RM	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.5 BARRERA CON GAVIONES.

Consiste en un cubo enmallado relleno de rocas dispuesto aguas arriba de la clave del túnel para protección y evitar la caída y transporte de material suelto proveniente desde la quebrada durante las precipitaciones. Su diseño considera una longitud aproximada de 6 m y una sección transversal de 1m x 1m. Sus actividades consisten en mampostería de piedra y enmallado en el portal de entrada del túnel 4.

Esta actividad es acotada a la ribera derecha del canal, por lo que no se estima afectación a los componentes ambientales del entorno.

A continuación en la Tabla 10-5 se identifican las obras de barrera de gaviones que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Villalón, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-5: Relación de las obras de la barrera de gaviones y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
TU4	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

10.6 INYECCIÓN DE ADITIVO PARA REPARACIÓN DE FRACTURAS

Consiste en el relleno de la fisura con resina epóxica en el túnel 4.

Sus actividades están acotadas al interior del portal de salida del túnel 4.

A continuación en la Tabla 10-6 se identifican las obras de reparación de fracturas que contempla el Proyecto de Mejoramiento del Canal Villalón, identificando para cada una de ellas los elementos ambientales sensibles que se encuentran cercanos a las actividades a realizar.

Tabla 10-6: Relación de las obras de la reparación de fracturas y elementos ambientales del entorno

Obra de ingeniería	Animales Silvestres	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
TU4	Potencial presencia de fauna de baja movilidad y otros.	Presencia de praderas matorrales - matorral-suculentas muy abierto	No se observan zonas turísticas.	No existen puntos de observador cercanos.	No se registran sitios arqueológicos cercanos.

De las tablas presentadas podemos observar los siguientes tipos de vegetación donde se alberga mayor fauna, estos son; matorral abierto / matorral pradera abierto / matorral con suculentas abierto / matorral arborescente abierto / praderas perennes. En este tipo de vegetación se realizarán trabajos de sellos, mantención de compuertas, muro peralte canal, barrera con gaviones y revestimiento de taludes, los cuales son trabajos puntuales, localizados dentro del canal.

Se debe indicar, que en esta etapa de pre-factibilidad no se considera dentro de la ingeniería descripción detallada de las obras temporales de construcción como son frentes de trabajo, instalación de faenas, habilitación de accesos o lugares de acopio, o instalación de maquinarias, entre otros, considerando que la mayoría de estas obras y/o actividades son acotadas al sector del canal o sectores aledaños al área de ubicación de la obra en construcción de manera de no alterar el entorno, las que deberán ser evaluadas con mayor detalle en las próximas etapas de ingeniería en base a los resultados preliminares y recomendaciones de este análisis.

El proyecto enfocado al mejoramiento del Canal de Riego Villalón, contempla actividades de mantención dentro del canal, cuya ejecución se limitara a la utilización de superficies dentro del canal y sólo para las obras de revestimiento de taludes intervendrá superficie aledaña al canal, cuya intervención será acotada al frente de trabajo, no alterando de manera significativa los componentes ambientales levantados alrededor de esta obra.

Por lo anterior, el análisis de pre-factibilidad no detecta ninguna falla ambiental que imposibilite el desarrollo del proyecto.

11 EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

En este capítulo se integra la identificación de impactos preliminares, y las medidas de manejo ambiental, cuya estructura permite identificar, tanto las fuentes de impactos asociadas a la ejecución del proyecto como las medidas correctivas y/o de control que este incorporará. Esta estructura tiene por objetivo mantener una visión completa de las obras de mejoramiento que conforman el proyecto y de su efecto global, facilitando de esta manera la comprensión y labor de la evaluación para el análisis ambiental.

La identificación, análisis y evaluación de los impactos preliminares de las obras de mejoramiento del canal Villalón se basa en realizar el cruce de los antecedentes y alcances del proyecto de ingeniería a nivel de pre-factibilidad, con la información obtenida de la caracterización de los componentes ambientales; fauna terrestre, flora y vegetación terrestre, turismo, paisaje y patrimonio arqueológico generada en el presente estudio. Esta evaluación se lleva a cabo mediante la identificación de las actividades o acciones del proyecto factibles de causar efectos ambientales que pudieren considerarse impactos obre las diversas componentes ambientales de cada medio o entorno. Una vez realizada la evaluación de impacto ambiental, se identifican las medidas de manejo a considerar, con el objetivo de mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos producidos por la implementación del proyecto.

La predicción y evaluación del impacto ambiental se realizó diferenciando cada uno de los componentes ambientales con sus potenciales transformaciones derivadas de una futura ejecución de obras y/o actividades de mejoramiento del canal Villalón.

Cabe destacar que la etapa de pre-factibilidad entrega información general de las obras a ejecutar, orientándose a identificar ambientalmente las fallas fatales que imposibiliten la ejecución de las obras, por lo cual la identificación de los impactos carece de efectos cuantificables, y fueron evaluados en términos cualitativos.

Dada la naturaleza del proyecto, y las características particulares de su área de inserción, correspondiente a una obra existente (canal de riego Villalón), la evaluación ambiental es realizada para la obra en sí y de manera general sus actividades de construcción, no considerando obras temporales asociadas (ya sea instalación de faenas, accesos, entre otros), y tampoco la etapa de operación, ya que no se contemplan para la Pre-factibilidad de ingeniería como parte de la descripción del proyecto de mejoramiento.

La secuencia metodológica aplicada para la evaluación ambiental, se identifica a continuación:

- Identificación y análisis de las acciones y obras que comprende el proyecto de mejoramiento del Canal Villalón para identificar sus potenciales fuentes de impacto.

- Identificación de las componentes ambientales susceptibles de ser afectados por cada fuente de impacto, sobre la base de la caracterización ambiental previamente descrita en este informe.

- Identificación de impactos a través de una relación causa – efecto entre actividad u obra de proyecto y componente ambiental. Debido a la etapa de ingeniería en el cual se desarrolló este estudio, la evaluación describe de manera sucinta el impacto.

- Identificación de las posibilidades de manejo ambiental aplicables.

- Calificación de los impactos sobre cada componente ambiental en base a las consideraciones técnicas aplicadas a cada especialidad. A partir de ello, se concluye el carácter del impacto (negativo y/o positivo) y su significancia (alta, medio o baja). Este último criterio integrador que considera el impacto evaluado en el contexto global del estudio, es decir, tomando en cuenta los parámetros establecidos por la legislación vigente y por los criterios de protección ambiental vigentes.

11.1 OBRAS Y ACTIVIDADES POTENCIALMENTE GENERADORAS DE IMPACTOS

Conforme a las características del proyecto, se considera que las obras y actividades indicadas en la Tabla 11-1 son aquellas potencialmente generadoras de impactos ambientales.

Tabla 11-1: Obras y Actividades Potencialmente Generadoras de Impacto

Obras	Actividades
Compuertas (CP)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal
	Limpieza y retro de vegetación y sedimentos dentro del canal
	Reemplazo componentes compuerta
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Sellos de fondo (S)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del cana
	Instalación de hormigón al interior del canal
	Enfierradura al interior del canal
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Muro Peralte Canal (EC)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal
	Excavación abierta material común
	Hormigonado
	Enfierradura
	Relleno compactado
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Barrera con Gaviones (TU4)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal
	Mampostería de Piedra
	Enmallado
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal
Revestimientos (RM)	Instalación y operación de frente de trabajo
	Mampostería del talud del canal
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal

Cabe indicar que no se considera en detalle las obras temporales como lo son los frentes de trabajo, instalación de faenas, habilitación de accesos, acopio de maquinaria, entre otros, ya

que no se contemplan como parte de la descripción del proyecto de mejoramiento en esta etapa de pre-factibilidad, sin embargo se identifican de manera general dentro de las actividades para cada obra, de manera de evaluar preliminarmente los posibles impactos, los que deberán ser analizados y evaluados en las etapas posteriores de ingeniería.

11.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PRELIMINARES

El proyecto se inserta a lo largo del Canal Villalón, localizado en la comuna Ovalle. En general el área del proyecto es una zona ya intervenida por el canal mismo y las zonas agrícolas que se emplazan alrededor con un alto grado de uso antrópico, junto a sectores con menos grado de intervención donde existe potencial para el desarrollo de formaciones vegetacionales, especies de flora y fauna en categoría de conservación. A continuación en la siguiente se presenta la relación causa – efecto que orienta la evaluación realizada y focaliza la identificación de impactos por las obras, actividades generales para su construcción y los sectores donde se pretende construir las obras del proyecto.

Tabla 11-2: Relación Causa – Efecto entre el proyecto y las componentes ambientales

Obras	Actividades	Fauna Terrestre	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
Compuertas (CP)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Limpieza y retro de vegetación y sedimentos dentro del canal					
	Reemplazo componentes compuerta					
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal					
Sellos (S1 al S65)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Instalación de hormigón al interior del canal					
	Enfierradura al interior del canal					
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal					
Muro Peralte Canal (EC)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Excavación abierta material común					
	Hormigonado					
	Enfierradura					
	Relleno compactado					
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal					
Barrera con Gaviones (TU4)	Instalación y operación frente de trabajo dentro del canal					
	Mampostería de Piedra					
	Enmallado					
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal					
	Instalación y operación de frente de trabajo	X	X			

Obras	Actividades	Fauna Terrestre	Flora y Vegetación	Turismo	Paisaje	Patrimonio Arqueológico
Revestimientos (RM)	Mampostería de piedra del talud del canal	X	X			
	Abandono de frentes de trabajo dentro del canal	X	X			

A continuación se presenta una evaluación cualitativa y preliminar de impactos basada en la identificación de relación causa-efecto desarrollada en el punto anterior, y en el nivel de pre-factibilidad que posee la ingeniería.

11.2.1 Intervención de flora y vegetación

11.2.1.1 Identificación y fuentes de impacto durante la etapa de construcción

La materialización de las obras generará pérdida de superficie de formaciones vegetacionales o bien la eliminación de algunos ejemplares aislados, según los requerimientos de terreno para las obras o bien para las áreas de los frentes de trabajos asociadas a la construcción de revestimiento de taludes.

En las láminas 4184-2000-CA-LAM-004 a, b y c, de este informe de EAA, se ilustra la localización de las componentes flora y vegetación a lo largo del canal, identificando las obras del proyecto.

A lo largo del canal se registraron cinco formaciones vegetales dominantes en el área de estudio definida para el trazado del canal Villalón. En orden de representatividad, en términos de ocupación territorial, presenta matorral abierto, matorral pradera abierto, matorral con suculentas abierto, matorral arborescente abierto y praderas perennes.

En el área estudiada se registraron dos especies en categoría de conservación: *Eulychnia acida* y *Maihueniopsis ovata*. La especie *E. acida* se encuentra en categoría de Preocupación Menor, mientras que *M. ovata* se encuentra clasificada en la categoría Casi Amenazada.

De acuerdo a la información recopilada, la formación vegetacional descrita como Matorral Arborescente Abierto, correspondería a una formación que constituye bosque, de acuerdo a las definiciones que establece la Ley 20.283 sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal. Conforme a esto, los sectores identificados como formación de Matorral Arborescente Abierto fueron considerados como áreas singulares (ver Láminas 4184-2000-CA-LAM-004 a, b y c) y se detecta aledaño a la obra de revestimiento RM3.

En el área de estudio se registró la presencia de las especies *Schinus polygamus*, *Baccharis linearis*, *Flourensia thurifera* y *Eulychnia acida*, las cuales se encuentran citadas en el DS 68/08, el cual establece la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Las formaciones de matorral que presenten alguna de estas especies como dominantes de la formación, constituirían formaciones xerofíticas.

La intervención de formaciones vegetacionales de tipo xerofíticas y formaciones de bosque, requieren de la aprobación de sus respectivos permisos ambientales sectoriales por parte del organismo competente (CONAF), y posteriormente la aprobación a nivel sectorial de dicho permiso.

Finalmente, en relación a estas formaciones reguladas por la Ley 20.283, es necesario que en etapas más avanzadas del proyecto, se verifique su presencia en el área de intervención.

La envergadura de las obras del proyecto y sus frentes de trabajo asociados se desarrollaran mayoritariamente dentro del canal Villalón y se utilizarán en obras puntuales como revestimiento de taludes superficies aledañas al canal, que requerirán mínima intervención de flora y vegetación.

11.2.1.2 Medidas de Manejo Ambiental

La intervención, tanto de especies en categoría de conservación, como de formaciones vegetales, requiere de la implementación de planes de medidas de manejo ambiental y planes de seguimiento a estas medidas.

a. Acciones consideradas por la ingeniería del proyecto

- La ingeniería del proyecto considerará en las etapas posteriores el análisis de la localización de sus frentes de trabajo de acuerdo a criterios de tipo ambiental, de modo de minimizar la alteración de vegetación y hábitats que sean con mayor concentración de especies de flora y vegetación. Este es el caso de las instalaciones de faenas, y las actividades que se realicen en los frentes de trabajo, especialmente en las áreas de la obra de revestimiento RMX.

- Planear y coordinar de forma previa la ubicación y forma de desarrollar las actividades de construcción del proyecto, de modo de no intervenir las zonas donde se presenta las especies en categoría de conservación, como son: *Eulychnia acida* y *Maihueniopsis ovata*.

b. Acciones de manejo ambiental complementarias

- Minimización de áreas de intervención considerando la delimitación ajustada de las áreas de trabajo, en especial aquellas zonas con formaciones vegetacionales. La delimitación se realizará in situ con señalización claramente distinguible y visible para todas las personas empleadas por el contratista en la etapa de construcción.

- En el caso de intervenir bosque nativo y/o formaciones xerofíticas, se presentaran los permisos ambientales sectoriales aplicables.

- Prohibir la intervención y alteración por las obras o actividades relacionadas al proyecto en los sectores donde se encuentran las especies; *Eulychnia acida*, y *Maihueniopsis ovata.*

- Se capacitará a los trabajadores del proyecto (a través de folletos y/o charlas) de modo de crear conciencia y entregar procedimientos de protección de flora y vegetación nativa y la importancia de la conservación de especies de flora y fauna, en especial las que presentan problemas de conservación. Se exigirá a los contratistas de obras mantener un registro actualizado de las actividades de capacitación y de los participantes, junto a una sanción al no cumplimiento de las restricciones que se les establezca en el reglamento.

- No se permitirá el uso fuego para la eliminación de la vegetación durante la fase de la construcción del proyecto.

11.2.1.3 Calificación del Impacto Ambiental

El proyecto no contempla afectar vegetación nativa y/o especies de flora nativa en categoría de conservación, o su superficie (o cantidad de ejemplares de flora) será baja, por lo que el impacto de las obras no comprometerá mayormente la componente.

Si el proyecto intervendrá individuos de especies en categoría de conservación, se deberá considerar la plantación (o rescate) de ellos.

De acuerdo a lo anterior y considerando las acciones de manejo ambiental, este impacto se califica negativo de significancia baja.

11.2.2 Desplazamiento Local de Especies de Fauna

11.2.2.1 Identificación del Impacto

Este impacto se refiere al alejamiento de ejemplares de fauna principalmente reptiles y mamíferos debido a la modificación de sus consideraciones de hábitat natural y/o al ser ahuyentados por la presencia humana. Eventualmente, se podría producir la pérdida de algunos ejemplares de menor movilidad y/o por la destrucción de sus madrigueras. Sin embargo, en base a la experiencia en proyectos de similar naturaleza, la mayor parte de la fauna tenderá a desplazarse desde los sectores intervenidos por la construcción de las obras del proyecto hacia zonas aledañas.

De acuerdo a lo presentado en la sección de este EAA, los sectores donde se desarrollará la construcción de las obras de mejoramiento del proyecto corresponden a sectores ya intervenidos por la misma obra a mejorar correspondiente al canal de riego Villalón, existiendo

a su alrededor las zonas agrícolas que se emplazan alrededor con un alto grado de uso antrópico, junto a sectores con menos grado de intervención donde existen áreas con formaciones vegetacionales que presentan un alto potencial para el desarrollo de hábitats de fauna.

El catastro registró 46 especies de vertebrados en el área de estudio, de las cuales 4 corresponden a reptiles, 39 a aves y tres a mamíferos. Del total de especies detectadas 39 son de origen nativo (84,8%), cinco son endémicas (10,9%) y dos son introducidas (4,3%).

De las especies registradas, cinco se encuentran en categorías de conservación de acuerdo a la normativa vigente: *L. lemniscatus* catalogada como de Preocupación Menor y *L. nitidus* considerada Casi Amenazada, ambas fueron clasificadas por el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) en Decreto Supremo 19/2012 (MMA, 2012). La especie *L. copiapoensis* fue catalogada como Fuera de Peligro y *Callopistes palluma* como Vulnerable, ambas por el Reglamento de la Ley de Caza (5/1998 MINAGRI). Finalmente *Pseudalopex spp.* (*griseus* o *culpaeus*) se considera en estado de Preocupación Menor, de acuerdo al RCE, Decreto Supremo 33/2012 (MMA 2012).

La implementación de las obras del proyecto no debería presentar impactos negativos significativos, ya que las obras de mejoramiento se realizan en su mayoría dentro de una obra existente.

Considerando el alcance y magnitud de las obras que se contemplan realizar, se propone la realización de un plan de perturbación controlada, a fin de ahuyentar a los ejemplares que presentan poca movilidad y se encuentran con protección oficial, de manera previa al inicio de la construcción de las obras, el cual puede ser complementado con un rescate y relocalización de ejemplares de baja movilidad. Asimismo, a lo largo del trazado del canal se podrían implementar atraviesos para fauna, ya que actualmente no existen sectores en donde las especies animales puedan atravesar el canal.

11.2.2.2 Medidas de Manejo Ambiental

a. Acciones consideradas por la ingeniería del proyecto

- La ingeniería del proyecto deberá evaluar en las futuras etapas la localización de sus frentes de trabajo de acuerdo a criterios de tipo ambiental, de modo de minimizar la alternación de hábitats que sean de mayor concentración de especies de fauna.

- Planear y coordinar de forma previa la ubicación y forma de desarrollar las actividades de construcción del proyecto, de modo de minimizar la alteración de hábitats que sean de mayor concentración de especies de fauna.

b. Acciones de manejo ambiental complementarias

- En los sectores donde existan formaciones vegetacionales y se pretenda localizar una obra permanente o temporal, se aplicarán medidas de ahuyentamiento controlado para

las especies de menor movilidad (reptiles y roedores) al momento de dar inicio a las actividades de construcción del proyecto. Estas serán complementadas con actividades de rescate y liberación de anfibios, reptiles y micromamíferos. Cabe destacar que debido a su reducida capacidad de movimiento están más expuestos a los diferentes impactos de carácter antrópico como pérdida de individuos. Por lo tanto, para estas especies se deberá ejecutar un programa de, perturbación controlada, rescate y relocalización, y monitoreo, que será presentado al SAG para su aprobación sectorial en forma previa a su implementación. Es importante aclarar que las tareas de rescate de reptiles deberán efectuarse progresivamente forma previa a la intervención del inicio de las obras de construcción, por lo que su distribución temporal definitiva se deberá ajustar a los programas de construcción que generen los Contratistas.

11.2.2.3 Calificación del Impacto Ambiental

De acuerdo a lo anterior y considerando las acciones de manejo ambiental, este impacto se califica negativo de significancia baja.

11.3 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se presenta un resumen de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Tabla 11-3: Jerarquización de Impactos Ambientales

Componentes Ambientales	Impacto	Calificación
Etapa de Construcción		
Flora y Vegetación	Intervención de flora y vegetación	Negativo de significancia baja.
Fauna Terrestre	Desplazamiento local de especies de fauna.	Negativo de significancia baja.

12 ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA

Tomando en consideración las características que a la fecha definen las actividades de mejoramiento del canal, a continuación corresponde determinar si califica como un proyecto o actividad de aquellos que obligatoriamente deben someterse al SEIA, ya sea a través de una DIA o un EIA, según sea el caso. Para lo anterior, se analizarán los artículos 8, 9 y 10 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley N° 20.417 y lo establecido en la letra a) del Artículo 3 del DS N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA).

El artículo 8 de la Ley N° 19.300, dispone que los proyectos o actividades, señalados en su artículo 10, sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental. El artículo 9 de la misma Ley, señala que dicha evaluación de impacto ambiental se realiza mediante la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) al SEIA.

A efectos de determinar la necesidad de someter las obras o actividades a evaluación de su impacto ambiental, se ha revisado el listado completo de los proyectos que – en virtud del artículo 10 de la Ley N° 19.300 y del artículo 3 del Reglamento del SEIA – requieren ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Sobre la base de dicho análisis, se ha determinado cuáles son aquellos literales que eventualmente podrían resultar aplicables a las actividades de mejoramiento del canal Villalón descritas en la **Sección 6** del presente informe.

De la lectura de este artículo 10, la tipología de proyecto a analizar para los efectos de este proyecto, corresponde a la descrita en el literal a) referida a los proyectos que se desarrollen en relación a cursos de agua.

Artículo 10.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental son los siguientes:

a) *Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el* ***artículo 294 del Código de Aguas****, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas.*

   El artículo 3 letra a) del Reglamento del SEIA desarrolla en mayor detalle el contenido de esta tipología, especificando que se encuentran comprendidos en dicha tipología los siguientes proyectos o actividades:

   a.1 *Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m^3).*

a.2 Drenaje o desecación de:

a.2.1 Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar.

a.2.2 Suelos "ñadis", cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a doscientas hectáreas (200 ha).

a.2.3 Turberas.

a.2.4 Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albúferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores, cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo; o a veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región del Maule, incluida la Región Metropolitana de Santiago; o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones del Bío Bío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

a.3 Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas terrestres, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago.

Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover.

Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas, por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.

a.4 Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000 m³), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000 m³), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago.

Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente.

La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizado.

a.5 La ejecución de obras o actividades que impliquen alteración de las características del glaciar.

Cabe tener presente que la construcción o ejecución de las obras de mejoramiento constituyen un proyecto que modifica o interviene un proyecto anterior, correspondiente al Canal Villalón, canal de riego artificial fue construido alrededor del año 1920, fecha en la cual no existía el SEIA, (aunque por sus características de ser un curso de agua artificial no constituye una obra de ingreso al SEIA, ya que solo ingresan las obras que se realizan en cuerpos o cursos de agua naturales). Se hace esta aclaración, toda vez que la necesidad de someter al SEIA una modificación de proyecto o actividad corresponda a la realización de obras, acciones o medidas tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad, de modo tal que éste sufra cambios de consideración. Por lo anterior, de acuerdo a lo establecido en la letra g) del Artículo 2 del DS N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), se entenderá que un proyecto o actividad sufre cambios de consideración cuando:

g1. Las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente reglamento.

g2. ***Para los proyectos que se iniciaron de manera previa a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental,*** *si la suma de las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad de manera posterior a la entrada en vigencia de dicho sistema que no han sido calificado ambientalmente constituye un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente reglamento.*

Para los proyectos que se iniciaron de manera posterior a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental, si la suma de las partes, obras y acciones que no han sido calificadas ambientalmente y las partes, obras acciones tendientes a intervenirlo o complementarlo, constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento;

g3. Las obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad modifican sustantivamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales del proyecto o actividad; o

Las medidas de mitigación, reparación y compensación para hacerse cargo de los impactos significativos de un proyecto o actividad calificado ambientalmente, se ven modificados sustancialmente.

Para efectos de los casos anteriores, se considerarán los cambios sucesivos que hayan sufrido el proyecto o actividad desde la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental.

Aplicabilidad al proyecto:

Respecto de las obras contempladas para el mejoramiento del Canal Villalón se considera mayormente el desarrollo de obras dentro del canal, con el objetivo de optimizar el riego y mejorar la seguridad física de esta infraestructura. Para lo anterior se consideran las obras de:

- Mantención de Compuertas, consistentes en el reemplazo de componentes y limpieza de compuertas.
- Sellos de fondo, correspondiente a cubrir el ancho del canal con 20 cms hormigón cada 500 metros.
- Muro Peralte Canal, consiste en la construcción de un muro de hormigón con el fin de proteger la ribera derecha contra desbordes.
- Barreras con Gaviones, consiste en un cubo enmallado relleno de rocas dispuesto aguas arriba de la clave del túnel para protección y evitar la caída y transporte de material suelto proveniente desde la quebrada durante las precipitaciones.
- Revestimiento de taludes del canal, consistentes en las técnicas mampostería de piedra.

Como se puede observar, ninguna de las obras y/o actividades se considera dentro de las indicadas en el listado del RSEIA. En conclusión, y de acuerdo a lo dispuesto en el literal ***a)*** del **artículo 3 del Reglamento del SEIA**, el proyecto No debe ingresar a evaluación de su impacto ambiental.

Sin embargo, se debe tener presente que las obras de mejoramiento que se contempla implementar dentro del canal de riego Villalón, es posible indicar que ellas no ameritan un ingreso al SEIA, sin perjuicio de los permisos sectoriales aplicables que corresponda tramitar en cada una de ellas.

Cabe indicar que, de acuerdo a los resultados de la **sección 11**, se identifican a priori tres permisos sectoriales, asociados a las componentes fauna, flora y vegetación terrestre, los cuales deberán ser analizados respecto a su aplicabilidad en las futuras etapas de ingeniería cuando se tenga mayor detalle de las áreas y superficies a intervenir. A continuación se indican los permisos sectoriales preliminarmente identificados.

- Captura de especies protegidas
- Corte de Bosque Nativo
- Formaciones Xerofíticas

13 COSTOS AMBIENTALES REFERENCIALES

La presente sección, incluye el cálculo de los costos ambientales asociados a las etapas de Diseño y Construcción del proyecto, ya que para la fase de pre-factibilidad no se contemplan costos.

Los costos ambientales de las etapas siguientes de ingeniería, están relacionados a los resultados obtenidos en la **sección 11** de evaluación de impactos y a la **sección 12** análisis de pertinencia al SEIA, en las cuales se identifica que las obras de mejoramiento del canal de riego Villalón no ameritan un ingreso al SEIA, sin perjuicio de los permisos sectoriales aplicables que corresponda tramitar en cada una de ellas, ya que preliminarmente se identifican tres posibles permisos a gestionar sectorialmente, que tienen relación con las componentes fauna, flora y vegetación terrestre, asociados a:

- Captura de especies protegidas
- Corte de Bosque Nativo
- Formaciones Xerofíticas

Por lo anterior, en el presente estudio de análisis ambiental no se identifican costos ambientales asociados al proyecto, exceptuando de los posibles permisos sectoriales que le sean aplicables, los cuales deberán ser analizados en detalle en las futuras fases de ingeniería, cuando se tenga mayor precisión de las áreas y superficies a intervenir por las obras de mejoramiento del canal de riego Villalón.

A continuación, en este capítulo se presenta una Tabla Resumen de los Costos asociados a los permisos sectoriales identificados preliminarmente.

13.1 TABLA RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO

A continuación se presentan los costos ambientales del proyecto, asociados a la elaboración, tramitación, implementación y seguimiento de medidas ambientales.

En la Tabla 13-1 se presentan los costos asociados a la elaboración y tramitación de las medidas ambientales asociados a las componentes flora, vegetación y fauna terrestre y en la Tabla 13-2, se resumen los costos asociados al Plan de implementación y seguimiento ambiental del proyecto. Estas tablas presentan la información en Costos Unitarios y los Costos Totales, cuyos valores se encuentran expresados en Unidades de Fomento (UF), en el entendido que esta unidad corresponde al indicador financiero más corrientemente usado en la elaboración de los presupuestos de los distintos proyectos de inversión que realiza el Estado.

Cabe señalar que, para efectuar el cálculo de los montos que contienen las tablas indicadas anteriormente, se ha empleado el Valor Promedio de la UF durante el mes de Enero de 2015. De igual forma se indica que los precios unitarios de maquinarias, insumos, mano de obras vinculados a medidas constructivas, se han obtenido de la base de datos del Consultor Arcadis Chile S.A.

Tabla 13-1: Costos Referenciales Asociados a la Elaboración y Tramitación de las Medidas Ambientales

Componente	Medida	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total (UF)*	Costo Total ($)
Flora y Vegetación	PAS 148 Corte de Bosque Nativo	190	1	190	4.672.000
Flora y Vegetación	PAS 151 Formaciones Xerofíticas	170	1	170	4.180.000
Fauna Terrestre	Plan de Rescate y Relocalización de Fauna Nativa.	30	1	30	738.000
Costo Total Referencial Medidas de Manejo Ambiental				**390**	**9.590.000**

El valor promedio de la UF del mes de enero 2015 corresponde a $ 24.586,66

Tabla 13-2: Costos Referenciales Asociados al Plan de Implementación y Seguimiento Ambiental

Componente	Seguimiento	Costo Unitario por ha[6]	Cantidad	Costo Total (UF)*	Costo Total ($)
Flora y Vegetación	Implementación PAS 148 Corte de Bosque Nativo	142	1	142	3.490.000
	Seguimiento PAS 148 Corte de Bosque Nativo	33	1	33	810.000
	Total	**175**		**175**	**4.300.000**
	Implementación PAS 151 Formaciones Xerofíticas	81	1	81	2.000.000
	Seguimiento PAS 151 Formaciones Xerofíticas	61	1	61	1.500.000
	Total	**142**		**142**	**3.500.000**
Fauna Terrestre	Implementación Captura de Especies	90	1	90	2.210.000
	Seguimiento Relocalización de Fauna Nativa.	30	2	60	1.480.000

[6] El Costo Unitario está calculado referencialmente por hectárea, ya que en esta etapa de la ingeniería no existe definición de la superficie a intervenir por parte de las obras, acciones y partes físicas del Proyecto. Por lo anterior, en las próximas etapas de la ingeniería se deberá ajustar el costo unitario en base a la intervención sobre superficies de formaciones xerofíticas, bosque nativo y, captura y relocalización de fauna nativa.

Componente	Seguimiento	Costo Unitario por ha[6]	Cantidad	Costo Total (UF)*	Costo Total ($)
	Total	-	-	150	3.690.000
Costo Total Referencial Medidas de Manejo Ambiental				**467**	**11.490.000**

El valor promedio de la UF del mes de enero 2015 corresponde a $ 24.586,66

Se debe destacar que los costos detallados no se indican debido al carácter de la etapa de ingeniería en la que se realiza el proyecto, y los costos que se indican a continuación son sólo referenciales y se deberán ajustar y precisar en las siguientes etapas de ingeniería.

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo al resultado de las variables ambientales analizadas, se determinó que no se presenta algún tipo de obstrucción de tipo legal y/o ambiental, así como restricciones absolutas, para la ejecución del mejoramiento del canal.

  No obstante lo anterior, de acuerdo a los antecedentes revisados, existen algunos elementos del medio ambiente que deben ser considerados de forma temprana para descartar futuras restricciones o impedimentos al desarrollo del proyecto, de modo de poder proponer las medidas de mitigación, reparación y /o compensación correspondientemente, de acuerdo a las obras que sean proyectadas; estos corresponden a:

  - El Catastro y Evaluación del Recurso Vegetacional Nativo del país, indica la posible presencia de especies en categoría de conservación y en consecuencia la posibilidad de formaciones xerofíticas, situación que de corroborarse implica permisos especiales, pero no restringe su ejecución. La corroboración, se realizará con el estudio de terreno de flora y vegetación.

  - De acuerdo a la información recopilada, se identificaron especies de flora en categoría de conservación. La intervención, tanto de especies en categoría de conservación, como de formaciones xerofíticas, requiere de la implementación de planes de medidas de manejo ambiental y planes de seguimiento a estas medidas

  - Se registraron especies de fauna en categorías de conservación, correspondientes a reptiles y mamíferos, situación que no restringe la ejecución del proyecto, pero si la aplicación de medidas y planes ambientales.

  - De acuerdo a la información bibliográfica, no existirían monumentos de patrimonio arqueológico en el área del proyecto, sin embargo se recomienda, que para las etapas siguientes de ingeniería donde se pudiese contemplar movimientos de tierra, se realice una campaña de terreno a esos sectores.

  - En relación a las obras del proyecto y la caracterización de las componentes ambientales, se puede inducir preliminarmente de la Sección 10 que las obras que se localizan en áreas de menor valor ambiental son CP-7, CP-8, S-14, S-15, S-17, S-18, S-19, S-20, S-21, S-22, S-23, CP-12, S-24, S-25, S-26, S-27, S-28, S-29, S-30, S-31, S-32, S-33, S-34, CP-20, S-35, S-36, S-63, CP-47 y S-65.

- Los potenciales efectos/impactos identificados en relación a las obras del mejoramiento son las componentes flora y vegetación y, fauna terrestre donde se generaran dos potenciales impactos correspondientes a la intervención de flora y vegetación; y desplazamiento local de especies de fauna.

- En conclusión, y de acuerdo a lo dispuesto en el literal ***a)*** del **artículo 3 del Reglamento del SEIA**, el proyecto NO debe ingresar a evaluación de su impacto ambiental ya que ninguna de sus obras de mejoramiento se encuentran dentro de las obras y/o actividades establecidas para realizar la evaluación ambiental.

- En relación a las obras de mejoramiento que se contempla implementar dentro del canal de riego Villalón, es posible indicar que ellas no ameritan un ingreso al SEIA, sin perjuicio de los permisos sectoriales aplicables que corresponda tramitar en cada una de ellas.

- En el presente estudio de análisis ambiental no se identifican costos ambientales asociados al proyecto, exceptuando de las posibles medidas ambientales que le sean aplicables, los que estarían asociados a las componentes fauna, flora y vegetación terrestre. Para éstos permisos, se ha estimado un costo referencial de **857 UF**, el cual deberá ser ajustado en las próximas etapas de ingeniería.

15 BIBLIOGRAFÍA

[1] Araya, B. y G. Millie. (1998) Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

[2] Benoit I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Impresora Creces Ltd., Santiago, Chile. 157 p.

[3] CONAF & CONAMA. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile, Informe regional cuarta región. Santiago, Chile.

[4] CONAF, CONAMA, BIRF (1999) Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco.

[5] DTS Consultores (Ed) 2012, Línea base y propuesta de puesta en valor de 05 productos turísticos de intereses especiales Región de Coquimbo, SERNATUR, Santiago, Chile.

[6] Estrategia Regional de Desarrollo Región de Coquimbo al 2020

[7] Etienne, M. y Prado, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante cartografía de ocupación de tierras Conceptos y manual de uso básico. Ciencias Agrícolas Nº10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 p.

[8] Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Ed.

[9] Iriarte, A. (2008) Mamíferos de Chile. Guías Descubrir la Naturaleza, Lynx Edicions, Barcelona, España. 420 pp.

[10] Jaramillo, A. (2003). Birds of Chile. Princeton University Press. New Jersey, USA. 240pp.

[11] Ley Nº 20.283. 2008. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. Diario Oficial, 30 de julio de 2008.

[12] Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, Benoit, 1989.

[13] Libro Rojo de la Flora de la Cuarta Región: U. La Serena, 2001

[14] Listado de Especies Clasificadas desde el 1º al 9º Proceso de Clasificación en http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/index2.htm

[15] Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Ed.

[16] Mella J. (2005). Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds.). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp.

[17] MINSEGPRES (2005) D.S. N° 75. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

[18] MINSEGPRES (2007) DS N°151. Primer Proceso de Clasificación de Especies Silvestres Según Su Estado de Conservación.

[19] MINSEGPRES (2008) DS N°50. Segundo Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

[20] MINSEGPRES (2008) DS N°51. Tercer Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

[21] MINSEGPRES (2009) DS N°23. Cuarto Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

[22] MINSEGPRES (2012) DS N° 33. Quinto Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

[23] MINSEGPRES (2011) DS N° 41. Sexto Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación

[24] MINSEGPRES (2011) DS N° 42. Séptimo Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación

[25] MINAGRI (2009) D.S. N° 68 Establece, Aprueba y Oficializa Nómina de Especies Arbóreas y Arbustivas Originarias del País.

[26] MINAGRI (2011). D.S. N° 26. Aprueba Modificación de Reglamento General de la Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

[27] MINSEGPRES (2011). D.S. N° 29. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

[28] MMA (2012) DS N° 33. Clasificación de especies según su estado de conservación, Quinto Proceso.

[29] MMA (2012) DS N° 41. Clasificación de especies según su estado de conservación, Sexto Proceso.

[30] MMA (2012) DS N° 42. Clasificación de especies según su estado de conservación, Séptimo Proceso.

[31] MMA (2012) DS N° 19. Clasificación de especies según su estado de conservación, Octavo Proceso.

[32] MMA (2013) DS N° 13. Clasificación de especies según su estado de conservación, Noveno Proceso.

[33] Muñoz-Pedreros, A. & J.L. Yañez (2000). Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia Chile. 464pp.

[34] Modificación Plan Regulador Comunal de La Serena Localidades de: Huachalalume, Algarrobito, Quebrada de Talca, Las Rojas, Altovalsol, Islón y Lambert, 2010

[35] Monumentos Nacionales
http://www.monumentos.cl/OpenSupport_Monumento/asp/pagDefault.asp?argInstanciaId=58&argAccion=Busqueda&argRegionId=15&argProvinciaId=-1 (consulta enero 2014)

[36] Municipalidad de Coquimbo. Planificación de Desarrollo Comunal de Coquimbo. PLADECO (2013 - 2018)

[37] Municipalidad de La Serena. Planificación de Desarrollo Comunal de La Serena. PLADECO (2013 - 2016)

[38] Ordenanza Local del Plan Regulador Comunal de La Serena, 2004
http://www.observatoriourbano.cl/Ipt/Mapoteca/Digital/04101_PRC_COQUIMBO_USO%20DEL%20SUELO%20LAMINA%205_MO_DO_2004.pdf (consulta enero 2014)

[39] Parque Nacional:
http://www.conaf.cl/parques-nacionales/ (consulta enero 2014)

[40] Plan Regulador
Ordenanza Local del Plan Regulador Comunal de La Serena, 2004

[41] Plan Regulador Comunal de La Serena, Localidades de: Algarrobito, Altovalsol, Quebrada de Talca, Las Rojas, Islón, Lambert Y Huachalalume, 2010

[42] Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Coquimbo 2011-2014

[43] Quintanilla V., 1985. Geografía de Chile. Tomo Biogeografía. Santiago: Instituto Geográfico Militar Colección Geografía de Chile.

[44] RAMSAR
http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-list/main/ramsar/1-31-218_4000_2_
http://www.conaf.cl/wpcontent/files_mf/1368204672Sitios_Ramsar_bajo_responsabilidad_CONAF.pdf

[45] Reserva de Regiones Vírgenes: http://www.conaf.cl/cms/editorweb/Reservas%20Nacionales%2004032011(1).pdf

[46] SAG (2012) Reglamento de la Ley de Caza, DS Nº 5/98. Servicio Agrícola y Ganadero. Dpto. de Protección de los Recursos Naturales Renovables Ministerio de Agricultura, Chile. 84pp.

[47] Sitios Prioritarios. http://www.sinia.cl/1292/articles-37759_pdf_sitios.pdf

[48] SNASPE http://www.bienesnacionales.cl/wp-content/uploads/2011/05/SNASPE-de-la-I-a-la-IV-regiones.pdf

[49] SERNATUR 2012. Fichas de Atractivos Turísticos 2012. Región de Coquimbo.

[50] SERNATUR, 2007. Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional. Antecedentes básicos para una Estrategia de Ordenamiento Territorial. Departamento de Planificación.

[51] SERNATUR, 2007. Zonas y centros de interés turístico fichas de ZOIT propuestas. Departamento de Planificación.

[52] SERNATUR, 2008. Boletín técnico N° 1/2008. Glosario de turismo. Departamento de planificación.

[53] SERNATUR, 2011. Áreas turísticas prioritarias. Versión 2011. Subdirección de estudios. Unidad de territorio y medio ambiente.

[54] SERNATUR. 2008. Boletín Técnico N° 1. Glosario de Turismo.

[55] SERNATUR. 2010. Propuesta Cartográfica Preliminar para la redefinición de Áreas Turísticas Prioritarias. En el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Departamento de Planificación Unidad de Territorio y Medio Ambiente.

[56] SERNATUR. Anexo 4 Clasificación de atractivos turísticos. En: Orientaciones para el Diseño de un Plan de Desarrollo Turístico en Destinos Turísticos (Pladetur).

[57] SERNATUR. Atlas turístico de Chile. Versión preliminar.

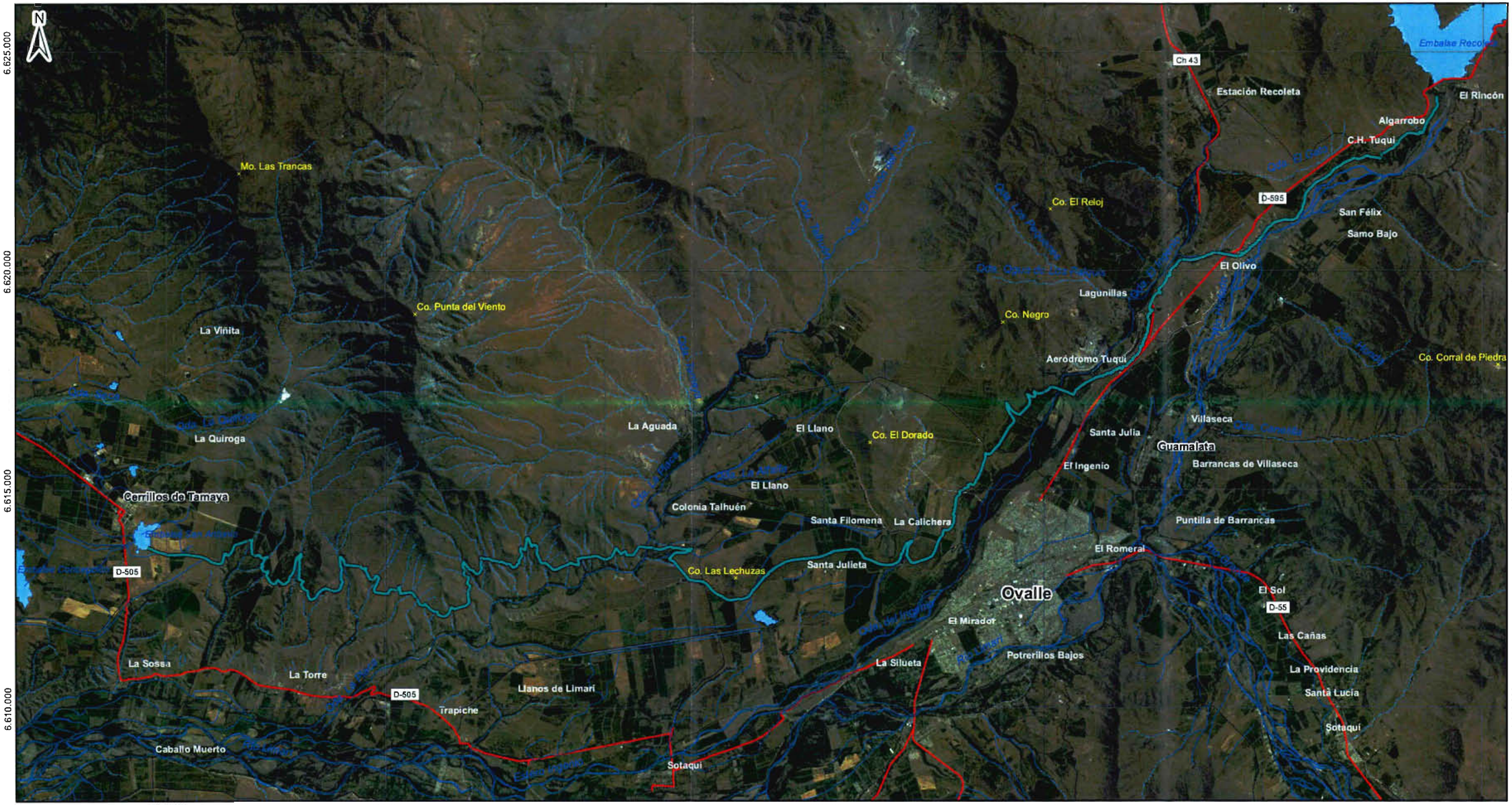
[58] SERNATUR. Manual de Procedimientos para la construcción de un Plan de Desarrollo Turístico Comunal. Versión preliminar.

[59] Smith-Ramírez, C., Díaz, I., Pliscoff, P., Valdovinos, C., Méndez, M. A, Larraín, J., & Samaniego, H. (2006). Distribution patterns of flora and fauna in southern Chilean Coastal rain forests: Integrating Natural History and GIS. Biodiversity and Conservation, 16(9), 2627-2648

[60] Universitaria, Santiago. 316 p y 165 p

[61] Zuloaga F, O Morrone y M Belgrano. 2008a, 2008b, 2008c. Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, southern Brazil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107, Volumenes I, II y III.3.486 p.

ANEXO LÁMINAS



Proyecto
- Canal Villalón Ovalle

Hidrografía
- Ríos, esteros
- Canal
- Masas de Agua

Red Vial
- Pavimento
- Ripio
- Tierra

2 1 0 2 km

1:90.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Imagen base: Basemap Nokia para ArcGis

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CANAL VILLALÓN OVALLE

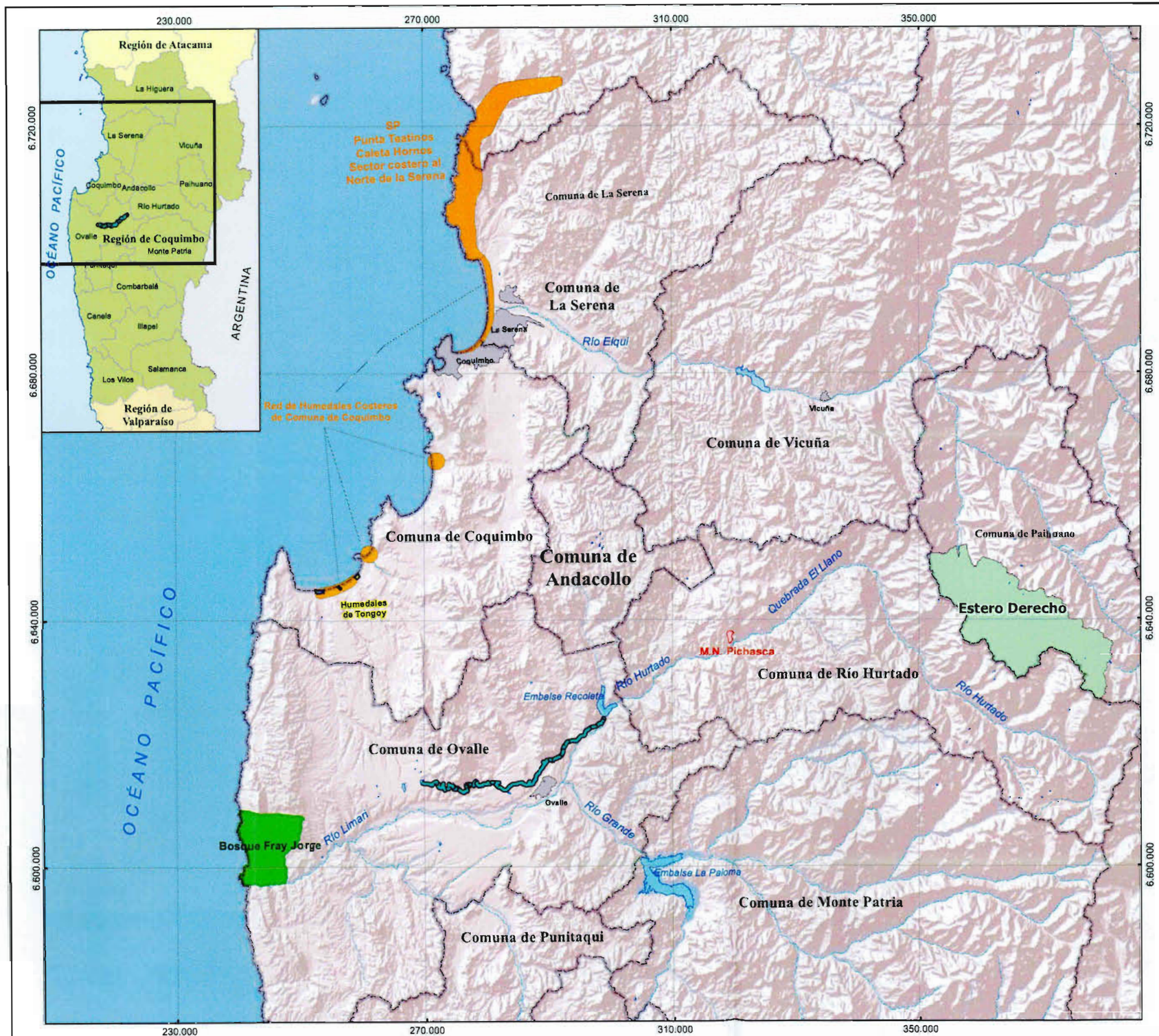
ESCALA:	FECHA:	N° FIGURA	REV.
1:90.000	11/11/2014	4184-2000-CA-LAM-001	B

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-2000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-2000-CA-LAM-001.mxd



Estudio de Análisis Ambiental Canales

TÍTULO

ANTECEDENTES AMBIENTALES
CANAL VILLALÓN OVALLE

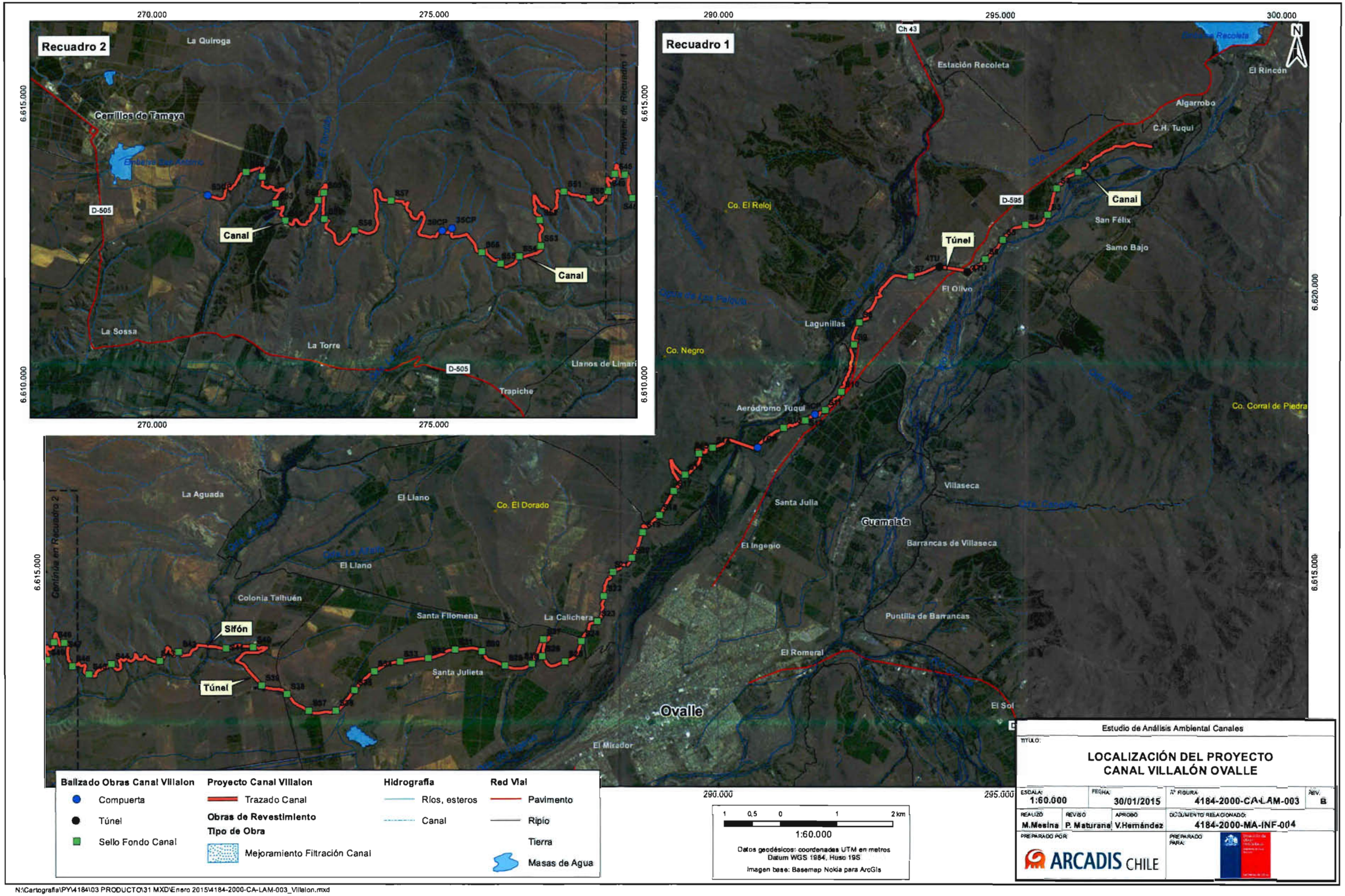
ESCALA	FECHA	Nº FIGURA	REV
1:650.000	21-04-2015	4184-2000-CA-LAM-002	B

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO
M. Mesina	P. Maturana	V. Hernández	4184-2000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental Abril 2015\4184-2000-CA-LAM-002.mxd



Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CANAL VILLALÓN OVALLE

ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV.
1:60.000	30/01/2015	4184-2000-CA-LAM-003	B

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
M.Mesina	P. Maturana	V.Hernández	4184-2000-MA-INF-004

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\Enero 2015\4184-2000-CA-LAM-003_Villalon.mxd

292.000 294.000 296.000 298.000

6.624.000

6.622.000

6.620.000

Recuadro 1

Embalse Recoleta

Estación Recoleta

El Rincón

Algarrobo

C.H. Tuqui

Quebrada El Gato

Río Limarí

San Pedro

El Olivo

Quebrada El Olivo

Lagunillas

Camino Interlagunillas 2

Proyecto
- Canal Villalón Ovalle

Tipo
- Matorral Arborescente Abierto

Vegetación
- Ciudades-Pueblos-Zonas Industriales
- Matorral Arborescente
- Matorral Muy Abierto
- Matorral Suculentas
- Terrenos de Uso Agricola

Hidrografía
- Río, estero
- Quebrada
- Canal
- Masas de Agua

Red Vial
- Pavimento
- Ripio
- Tierra

Límite administrativo
- Límite comunal

400 200 0 400 800 m

1:25.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Fuente: Catastro del Bosque Nativo, CONAF.

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

FORMACIONES DE VEGETACIÓN Y ÁREAS SINGULARES CANAL VILLALÓN OVALLE

ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV.
1:25.000	11/11/2014	4184-2000-CA-LAM-004a	B

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-2000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-2000-CA-LAM-004a.mxd

286.000 288.000 290.000 292.000

N

Recuadro 2

6.618.000

6.616.000

6.614.000

Continúa en Recuadro 3

Proyecto de Recuadro 4

Guamalata

El Ingenio

La Calichera

Santa Julieta

El Romeral

Puntilla de

Proyecto
- Canal Villalón Ovalle

Vegetación
- Ciudades-Pueblos-Zonas Industriales
- Matorral Abierto
- Matorral Muy Abierto
- Matorral Pradera Abierto
- Matorral Suculentas
- Plantación joven o recien cosechada
- Praderas Perennes
- Terrenos de Uso Agricola

Hidrografía
- Río, estero
- Quebrada
- Canal
- Masas de Agua

Red Vial
- Pavimento
- Ripio
- Tierra

Límite administrativo
- Límite comunal

Nota:
En esta lámina no existen áreas singulares.

400 200 0 400 800 m

1:25.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Fuente: Catastro del Bosque Nativo, CONAF.

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

FORMACIONES DE VEGETACIÓN Y ÁREAS SINGULARES CANAL VILLALÓN OVALLE

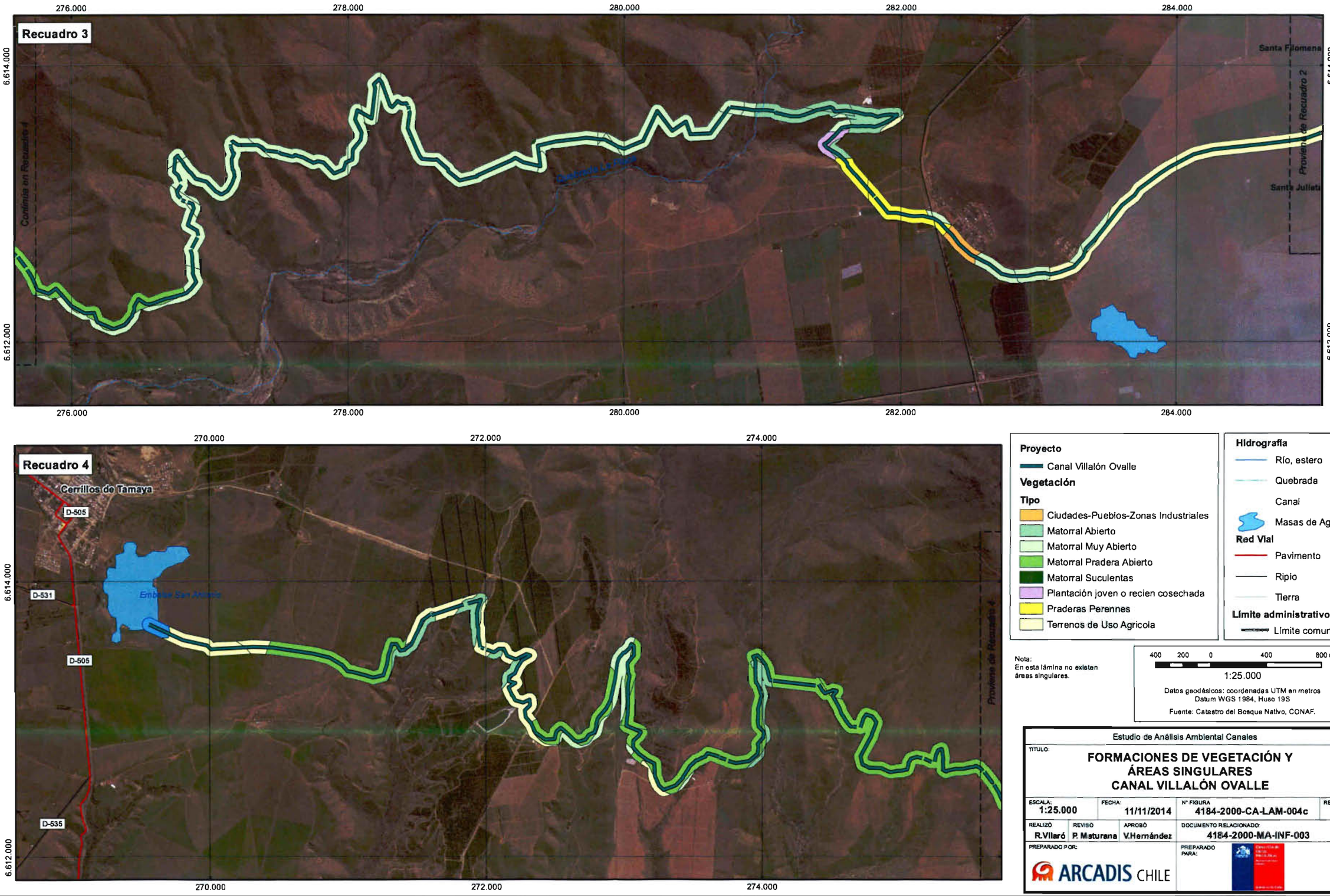
ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV.
1:25.000	11/11/2014	4184-2000-CA-LAM-004b	B

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-2000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-2000-CA-LAM-004b.mxd



Proyecto
- Canal Villalón Ovalle

Vegetación

Tipo
- Ciudades-Pueblos-Zonas Industriales
- Matorral Abierto
- Matorral Muy Abierto
- Matorral Pradera Abierto
- Matorral Suculentas
- Plantación joven o recien cosechada
- Praderas Perennes
- Terrenos de Uso Agricola

Hidrografía
- Río, estero
- Quebrada
- Canal
- Masas de Agua

Red Vial
- Pavimento
- Ripio
- Tierra

Límite administrativo
- Límite comunal

Nota:
En esta lámina no existen áreas singulares.

400 200 0 400 800 m

1:25.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Fuente: Catastro del Bosque Nativo, CONAF.

Estudio de Análisis Ambiental Canales

TITULO:

FORMACIONES DE VEGETACIÓN Y ÁREAS SINGULARES CANAL VILLALÓN OVALLE

ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV.
1:25.000	11/11/2014	4184-2000-CA-LAM-004c	B

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-2000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\Informe Ambiental\4184-2000-CA-LAM-004c.mxd

260.000 270.000 280.000 290.000 300.000

6.620.000 6.610.000

Comuna de Ovalle

Embalse Recoleta
EMBALSE RECOLETA
Co. de Las Brujas
Co. El Reloj
Co. Punta del Viento
SAMO BAJO
D-595
ATP P. N. Fray Jorge - Ovalle - Río Hurtado
Co. El Dorado
VALLE HUAMALATA
D-505
Embalse San Antonio
Embalse Concepción
Ovalle
FERIA MODELO
IGLESIA SAN VICENTE FERRER (MH)
PLAZA DE ARMAS
MUSEO ARQUEOLÓGICO DEL LIMARI
ALAMEDA DE OVALLE
D-55
SOTAQUI
FIESTA DEL NIÑO DIOS
IGLESIA DEL NIÑO JESÚS DE SOTAQUI (MH)
5
VALLE DE LIMARI
LA CHIMBA
FIESTA COSTUMBRISTA
BARRAZA
IGLESIA SAN ANTONIO DE BARRAZA (MH)
Ch 45
D-635
D-605
ATP Ovalle - Montepatria -Combarbalá
SALALA
Valle del Encanto
VALLE EL ENCANTO (MH)
EMBALSE LA PALOMA

260.000 270.000 280.000 290.000 300.000

Proyecto
- Canal Villalón Ovalle

Red Vial
- Pavimento
- Ripio
- Tierra

Límite administrativo
- Límite comunal

- Areas Urbanas
- Cerro

Hidrografía
- Cursos de agua
- Cuerpos de Agua

Componente: Turismo
- ATP Área Turística Prioritaria
- Atractivos Turísticos
- Sendero de Chile

Rutas Patrimoniales
- Circuito Fray Jorge
- Circuito Valles Transversales

2 1 0 2 4 km

1:125.000

Datos geodésicos: coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984, Huso 19S

Imagen base: Basemap Nokia para ArcGis

Comisión Nacional de Riego

TITULO:

HITOS, RUTAS Y ZONIFICACIÓN DE TURISMO CANAL VILLALÓN OVALLE

ESCALA:	FECHA:	Nº FIGURA	REV.
1:125.000	11/11/2014	4184-2000-CA-LAM-005	B

REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ	DOCUMENTO RELACIONADO:
R.Vilaró	P. Maturana	V.Hernández	4184-2000-MA-INF-003

PREPARADO POR: ARCADIS CHILE

PREPARADO PARA:

N:\Cartografia\PY\4184\03 PRODUCTO\31 MXD\InformeAmbiental\4184-2000-CA-LAM-005.mxd