



Comisión Nacional de Riego

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
“CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN
RÍO CHILLÁN, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”

INFORME FINAL

TOMO VII
“ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL”

SANTIAGO, ABRIL DE 2015



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD “CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”

INFORME FINAL

TOMO VII

“Estudio de Análisis Ambiental”

Estudio Elaborado por:



SMI Ingenieros Ltda.

Dirección: Galvarino Gallardo 1576, PROVIDENCIA - SANTIAGO

Fono: +56 02 22359094

www.smi-chile.cl

SANTIAGO, ABRIL DE 2015



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL INFORME FINAL



**PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN**

ABRIL 2015

**SMI
DEBAR LTDA.**

ÍNDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	7
2.	INTRODUCCIÓN.....	20
3.	DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS	23
3.1	ÁREA DE INUNDACIÓN O CUBETA DEL EMBALSE.....	23
3.2	OBRAS ASOCIADAS A LA PRESA Y OBRAS ANEXAS	23
3.3	OTRAS COMPLEMENTARIAS AL EMBALSE	31
3.4	ESTUDIO DE YACIMIENTOS.....	32
3.5	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA.....	33
3.6	ESTIMACIÓN DE CAUDAL ECOLÓGICO	33
3.7	ANTECEDENTES DE EXPROPIACIÓN.....	34
3.8	ÁREA DE BENEFICIO.....	36
4.	CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA	38
4.1	MEDIO FÍSICO	38
4.1.1	CLIMA	38
4.1.2	GEOMORFOLOGÍA	42
4.1.3	SUELOS	45
4.1.4	HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA.....	48
4.1.5	CALIDAD DE AGUAS.....	51
4.2	MEDIO BIÓTICO	63
4.2.1	FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE.....	63
4.2.2	FAUNA TERRESTRE.....	84
4.2.3	FLORA Y FAUNA ACUÁTICA.....	96
4.2.4	BIODIVERSIDAD.....	135
4.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	137
4.3.1	ASENTAMIENTOS HUMANOS	137
4.3.2	PATRIMONIO CULTURAL Y ARQUEOLÓGICO	140
4.3.3	OTROS PROYECTOS EN LA ZONA.....	149
4.4	ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL	151
4.4.1	ZONA DE PROTECCIÓN POR CULTIVOS AGRÍCOLAS (ZRAUS).....	151
4.4.2	ZONAS DE ASENTAMIENTOS HUMANOS (ZRAAH).....	152
4.4.3	ZONA DE RESTRICCIÓN POR PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA TERRESTRE (ZRAVEG/ZRAFT).....	152
4.4.4	ZONA DE RESTRICCIÓN POR PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA (ZRAFLORAAC/ZRAFAUNAAC)	152
5.	ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL	154
5.1	NORMATIVA AMBIENTAL GENERAL.....	154
5.1.1	Decreto N°100/05, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Constitución Política de la República de Chile.....	154
5.1.2	Ley 19.300, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Modificada por Ley 20.173/2007 y Ley 20.417/2010), Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	155
5.1.3	D.S. N° 40/2012, Ministerio del Medio Ambiente	156
5.2	NORMATIVA AMBIENTAL ESPECÍFICA	157
5.2.1	Aire	157
5.2.2	Ruido	160
5.2.3	Agua	162
5.2.4	Biota.....	167
5.2.5	Intervención en Cauces Naturales	168
5.2.6	Patrimonio Cultural	169
5.2.7	Higiene y Seguridad	170
5.3	PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES	172

6.	ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA.....	177
6.1	ANTECEDENTES LEGALES	177
6.2	RESULTADOS.....	181
7.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	183
7.1	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	183
7.1.1	Impactos en la etapa de construcción.....	183
7.1.2	Impactos en etapa de operación	186
7.2	VALORIZACIÓN DE IMPACTOS.....	188
7.2.1	Método de valoración	188
7.2.2	Valorización de Impactos en la Etapa de construcción.....	193
7.2.3	Valorización de Impactos en la Etapa de Operación	199
8.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	204
8.1	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	204
8.2	ETAPA DE OPERACIÓN	209
9.	PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	211
9.1	ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL	211
9.1.1	Etapa de Construcción	212
9.1.2	Etapa de Operación.....	216
10.	IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES.....	219
10.1	ELABORACIÓN DE EAA EN ETAPA DE FACTIBILIDAD. EMBALSE EN RÍO CHILLÁN.	219
10.1.1	Antecedentes de Proyecto de Ingeniería	219
10.1.2	Estudios Específicos EAA	220
10.2	ELABORACIÓN DE EIA EN ETAPA DE DISEÑO. EMBALSE EN RÍO CHILLÁN.	222
11.	CONCLUSIONES	223
12.	APROXIMACIÓN DE LOS COSTOS AMBIENTALES.....	226
12.1	COSTOS DE ESTUDIOS A REALIZAR EN ETAPA DE FACTIBILIDAD	227
12.2	COSTOS DE ESTUDIOS A REALIZAR EN ETAPA DE DISEÑO	227
12.3	ESTUDIOS ADICIONALES	228
12.4	COSTOS EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	228
12.5	COSTOS EN ETAPA DE OPERACIÓN.....	233
12.5.1	Estimación de Caudal Ecológico.....	234
12.6	COSTOS PLAN DE SEGUIMIENTO.....	234
12.7	RESUMEN DE COSTOS.....	238
13.	REVISIÓN DE ANTECEDENTES	241

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Principales características del Embalse	7
Tabla 1-2.	Derechos de agua.....	8
Tabla 1-3.	Permisos sectoriales aplicables al proyecto	14
Tabla 3-1.	Volumen de Almacenando, Muro y Área de inundación.....	27
Tabla 3-2	Principales características del Embalse	31
Tabla 3-3	Derechos de agua.....	33
Tabla 3-4	Caudal Ecológico según Decreto MMA N°14/12	34
Tabla 3-5.	Registro de predios a expropiar.....	36
Tabla 3-6.	Resumen antecedentes prediales	37
Tabla 4-1.	Superficie por clase de capacidad de uso de suelo	48
Tabla 4-2.	Estaciones de toma de muestras de agua.	52
Tabla 4-3.	Resumen de Resultados de Análisis de Calidad del Agua según NCh 1333.	60
Tabla 4-4.	Rangos y categorías de altura por estrato vegetal y tipo biológico	67

Tabla 4-5. Categorías de densidad según rangos de cubrimiento	68
Tabla 4-6. Índice de Braun-Blanquet, según categoría de abundancia-cubrimiento.....	68
Tabla 4-7. Ubicación de los puntos de muestreo.....	70
Tabla 4-8. Unidades de vegetación	71
Tabla 4-9. Flora del área de estudio	76
Tabla 4-10. Familias con mayor riqueza en el área de estudio	80
Tabla 4-11. Coordenadas de los Puntos de Observación de Fauna (POF).....	85
Tabla 4-12. Riqueza de especies.....	87
Tabla 4-13. Abundancia de Reptiles.....	89
Tabla 4-14. Abundancia de Aves Rapaces.....	91
Tabla 4-15. Abundancia de Aves No Rapaces.....	92
Tabla 4-16. Abundancia de Micromamíferos	93
Tabla 4-17. Categoría de Conservación de Especies.	94
Tabla 4-18. Sistema de clasificación del tipo de sustrato de ríos, de acuerdo a Bain et al. 1985....	98
Tabla 4-19. Parámetros de calidad de agua medidos in situ y nivel de cuantificación.....	98
Tabla 4-20. Estaciones de muestreo estudio de Biota Acuática.....	103
Tabla 4-21. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 Km aguas abajo del muro (estación N-1).....	106
Tabla 4-22. Parámetros fisicoquímicos medidos <i>in situ</i> en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2)	108
Tabla 4-23. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3)	111
Tabla 4-24. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4)	113
Tabla 4-25. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas arriba del muro (estación N-5)	116
Tabla 4-26. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6).....	119
Tabla 4-27. Ensamble de peces detectado en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática	120
Tabla 4-28. Presencia de peces en el área de influencia del proyecto	121
Tabla 4-29. Abundancia total de peces en el área de influencia del proyecto	123
Tabla 4-30. Abundancia de peces por especie en el área de influencia del proyecto.....	124
Tabla 4-31. Parámetros morfométricos de peces del área de influencia del proyecto.....	125
Tabla 4-32. Factor de condición (K) de los ejemplares de peces del área de influencia del proyecto	126
Tabla 4-33. Composición y densidad (ind/m ²) de macroinvertebrados bentónicos	129
Tabla 4-34. Composición y densidad (cel/mm ²) de microalgas bentónicas (fitobentos).....	132
Tabla 4-35. Coordenadas de las evidencias registradas en terreno	143
Tabla 5-1. Permisos Ambientales Sectoriales Aplicables.....	172
Tabla 6-1. Obras del embalse.....	177
Tabla 7-1. Criterios de Valoración de Impactos	188
Tabla 7-2. Rangos de Niveles	191
Tabla 7-3. Valoración de Impactos	192
Tabla 7-4. Escala de Evaluación de Impactos	192
Tabla 7-5. Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Construcción	197
Tabla 7-6. Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Construcción.....	198
Tabla 7-7. Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Operación	201
Tabla 7-8. Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Operación	203
Tabla 12-1. Estimación de costos Monitoreo de Ruido.....	230
Tabla 12-2. Costos monitoreo de calidad de aguas.....	230
Tabla 12-3. Estimación de costos rescate fauna terrestre.....	232

Tabla 12-4. Estimación de costos rescate fauna acuática.....	232
Tabla 12-5. Estimación de costos prospección arqueológica.....	233
Tabla 12-6. Estimación de costos caudal ecológico	234
Tabla 12-7. Estimación de costos seguimiento Plan de Manejo Forestal.	234
Tabla 12-8. Estimación de costos seguimiento Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación.	236
Tabla 12-9. Estimación de costos seguimiento Plan de rescate de <i>Trichomycterus areolatus</i>	237
Tabla 12-10. Estimación de costos seguimiento Caudal Ecológico	238
Tabla 12-11 Resumen de costos ambientales del proyecto	239

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Perfil topográfico longitudinal del eje del muro.....	24
Figura 3-2 Perfil topográfico transversal del muro.....	25
Figura 3-3 Planta con obras Anexas del Embalse.....	26
Figura 3-4 Bosquejo de Principales Obras a Considerar.....	30
Figura 3-5. Ubicación nuevo camino proyectado.....	31
Figura 3-6. Ubicación de área de yacimiento en lecho de Río Chillán	32
Figura 3-7. Predios afectados a posibles expropiaciones en área de construcción del Embalse.....	35
Figura 4-1. Ubicación del Proyecto, en el contexto climatológico regional.....	40
Figura 4-2. Climograma de Chillán.....	40
Figura 4-3. Ubicación del Proyecto, en el contexto geomorfológico regional	43
Figura 4-4. Ubicación del Proyecto, en el contexto geomorfológico local	44
Figura 4-5. Clases de capacidad de uso de suelo	47
Figura 4-6. Afluentes hídricos en el área del Proyecto.	50
Figura 4-7: Ubicación de estaciones de muestreo calidad de aguas	53
Figura 4-8: Distribución de peces en el área de influencia del proyecto	122
Figura 4-9. Viviendas o construcciones presentes asociado a la localidad de Los Pellines en el área del proyecto	139
Figura 4-10. Obras proyectadas del proyecto “Mini Central Hidroeléctrica Río Chillán”	151

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1. Curva de Capacidad.....	29
Gráfico 4-1. Curva de Variación Estacional Río Chillán en Esperanza	49
Gráfico 4-2. Formas de crecimiento de la flora presente en el área del proyecto	81
Gráfico 4-3. Origen geográfico de la flora presente en el área del proyecto	81
Gráfico 4-4. Relación entre formas de crecimiento y origen biogeográfico de las especies.	82

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1. Lugar del Muro Embalse Sitio Los Pellines.....	23
Fotografía 4-1. Bosque Renoval <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Persea lingue</i>	72
Fotografía 4-2. Pradera Perenne de <i>Bromus hordeaceus</i>	73
Fotografía 4-3. Bosque Pantanoso de <i>Drimys winteri</i> y <i>Myrceugenia exsucca</i>	74
Fotografía 4-4. Vegetación Ripariana de <i>Baccharis salicifolia</i> y <i>Galega officinalis</i>	75
Fotografía 4-5. Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>	76

Fotografía 4-6. Larvas del sapito de cuatro ojos.....	89
Fotografía 4-7. Culebra de cola larga.	90
Fotografía 4-8. Aguilucho.	91
Fotografía 4-9. Ratón de pelo largo (<i>A. longipilis</i>).....	93
Fotografía 4-10. Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1).	105
Fotografía 4-11. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2).....	107
Fotografía 4-12. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3).....	110
Fotografía 4-13. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4).....	112
Fotografía 4-14. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5).....	115
Fotografía 4-15. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6).....	118
Fotografía 4-16 Especies de peces detectadas en el área de influencia del proyecto.....	120
Fotografía 4-17 Algunos taxa de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el área de estudio	131
Fotografía 4-18 Especie de macrófita <i>Equisetum bogotense</i>	133
Fotografía 4-19. Vista del emplazamiento del sitio ECh-01	144
Fotografía 4-20. Desechos líticos del sitio ECh-01	145
Fotografía 4-21. Mano de moler.....	145
Fotografía 4-22. Raedera	146
Fotografía 4-23. Molino ovoidal.....	147
Fotografía 4-24. Raspador de dorso alto	148
Fotografía 4-25. Raedera	149

ANEXOS

ANEXO 1: Cartografía

ANEXO 2: Informes de laboratorio calidad de Aguas

ANEXO 3: Informes de Biota

ANEXO 4: Informe Arqueológico

1. RESUMEN EJECUTIVO

En este informe final del Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto “Construcción Embalse de Riego en Río Chillán”, se presentan los resultados del análisis ambiental realizado en la Consultoría, sobre la base de la revisión y análisis de antecedentes bibliográficos, cartográficos y campañas de terreno.

Estos antecedentes de línea de base han sido analizados respecto del proyecto de riego, para determinar la evaluación de impacto ambiental. Ello se complementa con los estudios acerca del cumplimiento de la normativa ambiental, entre otros análisis establecidos en los Términos de Referencia.

En el presente resumen ejecutivo se consignan los principales resultados obtenidos en cada tema analizado.

- **DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS**

De acuerdo a lo solicitado en los Términos de Referencia en las primeras etapas de la Consultoría, se analizaron tres alternativas de emplazamiento para el Embalse en el Río Chillán, denominadas Alternativa N°1 (Sitio Inferior), Alternativa N°2 (Sitio Medio) y Alternativa N°3 (Sitio Alto) correlativamente desde aguas abajo hacia aguas arriba. Los resultados de los estudios realizados, incluyendo el análisis ambiental, recomendaron la selección de la Alternativa 3, denominada Embalse en Sitio Los Pellines.

A continuación se presenta tabla resumen con las principales características del embalse.

Tabla 1-1. Principales características del Embalse

Aspecto	Embalse en sitio Los Pellines.
Volumen embalsado (Hm ³)	210
Ubicación de yacimientos	Área de inundación*
Tipo de Presa	RCC
Área de inundación	421 Ha

Fuente: Estudio Ingeniería, Etapa 3

* Estudio de ingeniería mantiene análisis para definición final.

➤ Derechos de Aprovechamiento de Agua

Los derechos de aguas asignados en el área de emplazamiento proyectado del embalse se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1-2. Derechos de agua

		COORDENADAS PSAD 56 HUSO 19 DATUM PROV. SUDAM 1956		COORDENADAS SIRGAS WGS84 ELIPSOIDE GRS80		
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	
ENDESA A	CAPTACION	5.919.750	271.000	5.919.375	270.816	RES. DGA N°755 (13-08-2002)
	RESTITUCION	5.921.400	267.000	5.921.025	266.816	
ENDESA B	CAPTACION	5.923.300	265.600	5.922.925	265.416	RES. DGA N°755 (13-08-2002)
	RESTITUCION	5.924.650	258.800	5.924.275	258.616	
R Y C	CAPTACION	5.921.456	266.977	5.921.081	266.793	RES. DGA N°390 (30-12-2009)
	RESTITUCION	5.923.174	265.596	5.922.799	265.412	
ESTERO PIERNA BLANCA (RIOS Y CUENCAS)	CAPTACION	5.924.553	264.446	5.924.176	264.261	RES. DGA N°361 (21-12-2009)
	RESTITUCION	5.924.650	258.800	5.924.273	258.615	
ESTERO PELADILLA (RIOS Y CUENCAS)	CAPTACION	5.923.225	259.751	5.922.848	259.566	RES. DGA N°361 (21-12-2009)
	RESTITUCION	5.924.650	258.800	5.924.273	258.615	
ESTERO SAN JOSE (TERCEROS)	CAPTACION	5.922.168	268.726	5.921.791	268.541	RES. DGA N°0348 (23-11-2011)
	RESTITUCION	5.923.228	265.624	5.922.851	265.439	

Fuente: Estudio Ingeniería, Etapa 3

➤ Situación de potenciales expropiaciones

Según información del estudio de ingeniería, la mayoría de los registros afectados corresponden a predios forestales y comerciales.

➤ Área de Beneficio

El área potencial de riego alcanza a las 22.745 Há, incluyendo las actuales áreas con baja seguridad de riego y aquellas actualmente en secano. El número de propietarios beneficiados, incluyendo áreas de secano y riego, alcanza a los 713 agricultores.

- **CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

- ❖ **MEDIO FISICO**

- **Clima**

El régimen térmico de esta cuenca, corresponden a mediterráneo temperado hasta los 600 m.s.n.m y mediterráneo frío sobre esta altura.

Respecto de los registros agrometeorológicos analizados según el INIA, desde el punto de vista del recurso clima, el área presenta una aptitud agrícola favorable. Al considerar el proyecto, se puede determinar que, dadas las condiciones que caracterizan a este componente y la posibilidad de mejores condiciones de riego, se favorece una agricultura más diversificada.

- **Geomorfología**

El proyecto se emplaza sobre la unidad de relieve llamada Precordillera Andina. Esta unidad constituye un área transicional entre la Cordillera Andina y la Depresión Central. Esta unidad se presenta profundamente disectada por los ríos que la atraviesan, como el Ñuble, el Chillán, el Diguillín y el Laja.

- **Suelos**

Los suelos en el área del proyecto, se caracterizan por su mediana productividad encontrándose desde la clase III a la IV en los sectores más planos. En las áreas más boscosas y con mayor pendiente, se encuentran suelos clase VI, VII y VIII, clasificación última que tienen una alta limitación desde el punto de vista agronómico, lo que indica una mala capacidad de drenaje y pendientes del orden de 30 a 50%, por lo que la potencialidad de su uso es preferentemente de tipo forestal.

➤ Hidrografía e Hidrología

Hidrográficamente, el Río Chillán pertenece a la hoya del río Itata. La cuenca del río Chillán tiene una superficie de drenaje de 822,7 km², cifra que representa el 7,4% de la cuenca del Itata que cubre un área de 11.090 km²

De acuerdo a los antecedentes de la DGA, el Río Chillán tiene un claro régimen nivo-pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno (Mayo, Junio, Julio y Agosto), producto de las precipitaciones.

➤ Calidad de Aguas

Se realizaron las campañas respectivas según lo establecido en los Términos de Referencia y en la propuesta aprobada de Campañas de Terreno y de Estaciones de Muestreo. Los resultados indican que para la campaña de verano los parámetros de alcalinidad total y sodio porcentual presentan valores fuera del rango establecido por la normativa Nch 1333. Los parámetros indicadores de diversidad de vida acuática se encuentran en valores normales y cumplen con la norma.

En cuanto al muestreo de otoño, es importante mencionar que en este caso todos los valores analizados se encuentran entre los rangos aceptables, ya sea en el análisis para riego como para vida acuática.

❖ MEDIO BIÓTICO

➤ Flora y Vegetación Terrestre

En el área del proyecto se determinaron 5 tipos de formaciones vegetacionales, asociadas a 5 unidades de vegetación (Bosque Renoval de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*; Pradera Perenne de *Bromus hordeaceus*; Bosque Pantanoso (Hualve) de *Drimys winteri* y *Myrceugenia exsucca*; Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Galega officinalis*; Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Persea lingue*).

Se detectó la presencia de 88 especies de flora vascular, las cuales estaban distribuidas en 57 familias y 82 géneros, correspondientes al 29,8 % y 8,0 % del estimado para Chile continental. Estas especies presentan un 56,2 % de taxa nativos, 21,6 % de alóctonos asilvestrados y 21,6 % endémicos de Chile.

Existe presencia de 7 especies en categorías de conservación. El “Ciprés de la cordillera” (*Austrocedrus chilensis*), el “Lingue” (*Persea lingue*); “Costilla de Vaca” (*Blechnum chilense*); “Quil quil” (*Blechnum hastatum*); “Naranjillo” (*Citronella mucronata*), *Gilliesia gramínea*, Copihue (*Lapageria rosea*).

➤ Fauna Terrestre

La riqueza del área del proyecto es diversa, estando presente especies de todas las clases de vertebrados terrestres. En general, el paisaje mantiene un alto grado de sus características originales, conservando hábitats de interés para algunas especies.

Todos los ambientes dentro del área de proyecto, tanto terrestres como acuáticos, con menor o mayor grado de perturbación son importantes como refugio de fauna, debido a que la matriz del paisaje es fuente de dispersión de especies, ya que contiene un alto grado de sus características originales.

➤ Flora y Fauna Acuática

A partir de la campaña de terreno realizada en Septiembre de 2014, se logró reconocer e identificar tres variedades de peces presentes en el área de estudio, las especies asilvestradas *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris) y *Salmo trutta* (Trucha café); y la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). Esta última especie se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES.

La fauna de macroinvertebrados bentónicos del área de influencia del proyecto está compuesta por 25 taxa, siendo la estación aguas abajo del emplazamiento del futuro embalse (Estación N-6) la de mayor riqueza taxonómica.

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 15 taxa, siendo en general muy baja la densidad y riqueza taxonómica en el área de estudio.

La única especie de macrófita detectada en toda el área de influencia del proyecto fue *Equisetum bogotense*, presentando una baja densidad.

➤ Biodiversidad

El AID del área del embalse, no afecta áreas pertenecientes al SNASPE, ni áreas que tengan una categoría especial de conservación.

Las relaciones de las diversas formas de vida que conforman la biodiversidad del área del embalse, se producen entre la vegetación y flora terrestre, de la cual depende la fauna terrestre, en forma directa. La flora y fauna acuática manifiesta una relación directa con los cambios que se producirán por una parte, en la condición de escurrimiento que se modificará por la acumulación de agua, y por otra, en la calidad de agua y caudal disponible aguas abajo del muro.

❖ MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

➤ Asentamiento Humanos

Desde el punto de vista Político-Administrativo el área del embalse pertenece a las comunas de Pinto y Coihueco dentro de la Región del Biobío. La superficie territorial de la comuna de Pinto es de 1.164 Km². Según el Censo de población realizado en el año 2012 la comuna posee una población total de 10.673 habitantes, de las cuales 3.673 personas habitan en el sector rural correspondiendo a un 34,4% y 7.000 personas viven en zonas urbanas lo que corresponde a un 65,5%.

Por otro lado, la comuna de Coihueco, tiene una superficie de 1.776,6 km². Según el Censo de 2012 la comuna tiene una población total de 25.159 habitantes, de las cuales 8.569 personas habitan zonas urbanas lo que corresponde a un 34,05% y 16.353 habitantes viven en zonas rurales, que corresponden al 65,9% del total comunal.

De acuerdo a visitas a terreno y antecedentes de Población y Vivienda, INE 2002, existe población permanente en el área de inundación.

➤ Patrimonio Cultural y Arqueológico

La prospección superficial efectuada en el área del embalse proyectado permitió la identificación de un sitio arqueológico y tres hallazgos aislados. Sin embargo, se debe considerar que el área efectivamente prospectada alcanzó sólo un 20% del total, debido a la mala accesibilidad y baja visibilidad. Pese a estos inconvenientes, la presencia de elementos de carácter prehispánico en el área ha quedado fehacientemente demostrada, por lo que no es posible descartar la existencia de más evidencias arqueológicas no advertidas en la prospección superficial realizada.

➤ Otros Proyectos en la zona

El proyecto de generación hidroeléctrica “Mini Central Hidroeléctrica Río Chillán”, es el único existente en el área de influencia de este proyecto. Es importante mencionar que algunas obras de este proyecto (tubería aducción, captación, zona de acopio, inicio túnel, tubería en presión, línea de transmisión, casa de máquinas, canal de restitución) se sobreponen al área de inundación proyectada para el embalse. Se destaca que, según la información disponible a la actualidad en el SEA (03-12-2014), este proyecto se encuentra en el estado de “No calificado”, es decir, la autoridad ambiental puso término anticipado al procedimiento de evaluación, al carecer el proyecto de información relevante y esencial. No obstante, se considera de interés tener presente la posibilidad de que este proyecto sea nuevamente ingresado al SEIA.

❖ ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL

Se establecieron 4 zonas de restricción ambiental, por cultivos agrícolas (ZRAus), por Asentamientos Humanos (ZRAah); por protección de flora y fauna terrestre (ZRAveg/ZRAft); por protección de flora y fauna acuática (ZRAfloraac/ZRAfaunaac). La

mayoría de estas zonas se encuentran cercanas al sector denominado “Potrero Grande”, que es el área que alberga a la gran mayoría de viviendas y terrenos agrícolas del proyecto. Se estableció también un buffer de protección correspondiente al lecho del Río Chillán y a las áreas con vegetación colindantes a la Ruta N-555.

- **ANALISIS DE LA LEGISLACION AMBIENTAL**

El capítulo de análisis de la legislación ambiental, identifica y analiza el régimen jurídico aplicable en materia medio ambiental al proyecto con la finalidad de proponer un plan que permita dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente.

Se analizó el marco legal general y específico aplicable al proyecto, incluyendo la identificación de los permisos ambientales sectoriales. A modo de resumen, se listan a continuación los permisos sectoriales aplicables a este proyecto, según D.S MMA N°40/12 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Tabla 1-3. Permisos sectoriales aplicables al proyecto

Artículo	Extracto de los Permisos
De los permisos ambientales sectoriales mixtos.	
136	Permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral.
140	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.
142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos.
146	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso.
148	Permiso para corta de bosque nativo.
150	Permiso para la intervención de especies vegetales nativas clasificadas de conformidad con el artículo 37 de la Ley N° 19.300, que formen parte de un bosque nativo, o alteración de su hábitat.
152	Permiso para el manejo de bosque nativo de preservación que corresponda a

	ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país.
155	Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas.
156	Permiso para efectuar modificaciones de cauce.
157	Permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales.
159	Permiso para extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros.
160	Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos.

- **ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA**

El embalse, corresponde a un tipo de obra catalogada dentro del art. 3 del D.S MMA N°40/12 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, letra a), literal a.1. Por consiguiente el proyecto debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. De acuerdo a los resultados obtenidos en la Consultoría, la forma de ingreso debe ser Estudio de Impacto Ambiental debido a que afectará la calidad y cantidad de recursos naturales renovables, Art 6, letras a) y b) y a sitios arqueológicos Art 10 letra a) del mismo Reglamento.

- **IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

- ❖ **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

Se identificaron 11 impactos para la etapa de construcción del proyecto, 2 positivos y 9 negativos:

- Generación de ruido
- Emisión de gases y material particulado
- Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán
- Corte de vegetación nativa
- Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre
- Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

- Alteración de transporte en ruta N-555
- Generación de empleo
- Demanda de servicios
- Afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.
- Hallazgo de Sitios Arqueológicos.

❖ ETAPA DE OPERACIÓN

Se identificaron 8 impactos para la etapa de operación del proyecto, 2 positivos y 6 negativos:

- Pérdida de suelos para ganadería
- Modificación del régimen de escurrimiento
- Alteración de hábitat de fauna terrestre
- Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática
- Afectación de actividades económicas actuales
- Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas
- Aumento en demanda de mano de obra agrícola
- Modificación del paisaje

• PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Las medidas se proponen en función de los diferentes componentes ambientales afectados. Para el caso del Ruido, se exigirá la maquinaria apropiada, horarios de faenas y distanciamiento mínimo hacia las viviendas cercanas. Para el caso de la emisión de gases y material particulado; se deberán humedecer caminos de circulación y recubrimientos de tolva en camiones, reducción de la velocidad en caminos de tierra a un máximo de 40 Km/h; emplear vehículos con sus permisos y revisiones técnicas al día. Para los otros componentes ambientales, se disponen medidas para la contaminación de suelos agrícolas, aguas del Río Chillán y sus tributarios, Pérdida de vegetación, Alteración

o destrucción del hábitat de fauna terrestre, Afectación de hábitat de flora y fauna acuática, Alteración de transporte en ruta N-555 y Sitios Arqueológicos.

- **PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

El Plan de Seguimiento Ambiental del proyecto tiene por finalidad asegurar en todo momento que las medidas ambientales sean las adecuadas y suficientes. Asimismo, busca demostrar que el estado de los elementos del medio ambiente evolucionará según lo establecido en la evaluación respectiva, y acreditar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.

En este sentido, se realizarán monitoreos tanto en la etapa de Construcción como Operación del proyecto; siendo para la primera etapa el Monitoreo y seguimiento de: emisión de ruidos molestos, Emisión de gases y material particulado, prevención de contaminación de Suelos y Cauces, Plan de Manejo Forestal, Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación, medidas de comunicación con comunidad por Alteración de transporte en ruta N-555, Posibles Hallazgos de Sitios Arqueológicos y posibilidad de destrucción de sitios detectados.

Para la etapa de Operación, se realizará un monitoreo a la implementación de caudal ecológico.

- **CONCLUSIONES**

Las principales conclusiones establecen que el medio más sensible en el área de influencia directa del estudio, corresponde al sistema biótico, relacionados principalmente con la vegetación terrestre.

Por el lado de la Fauna las especies más sensibles se encuentran dentro de la taxa de Peces, Anfibios y Reptiles, principalmente.

En cuanto al medio físico, se concluye principalmente que el proyecto afectará clases con capacidad de suelo que son de baja productividad desde el punto de vista agronómico III y IV), como también suelos con aptitud forestal (VI, VII y VIII).

El ítem de medio humano indica que el área en que se proyecta el emplazamiento de la zona de inundación y muro, presenta una baja densidad y escasa población permanente. En cuanto al patrimonio arqueológico se concluye que existen elementos de carácter prehispánico que deben ser rescatados desde el área de influencia directa del proyecto.

- **IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES**

Se considera que los resultados de los estudios en Factibilidad, deberían constituir un producto previo, que oriente la contratación de los estudios de la etapa de Diseño, de forma tal que se recomienda que los resultados de los estudios en Factibilidad sean utilizados como un *“input”* para la evaluación técnico-económica del proyecto en la contratación de la Consultoría para Diseño y que, dentro de ésta se incluya un EIA, cuyo resultado debería ingresarse al SEIA.

- **CONCLUSIONES**

Las principales conclusiones establecen que el medio más sensible en el área de influencia directa del estudio, corresponde al sistema biótico, relacionados principalmente con la vegetación terrestre.

Por el lado de la Fauna las especies más sensibles se encuentran dentro de la taxa de Peces, Anfibios y Reptiles, principalmente.

En cuanto al medio físico, se concluye principalmente que el proyecto afectará clases con capacidad de suelo que son de baja productividad desde el punto de vista agronómico III y IV), como también suelos con aptitud forestal (VI, VII y VIII).

El ítem de medio humano indica que el área en que se proyecta el emplazamiento de la zona de inundación y muro, presenta una baja densidad y escasa población permanente. En cuanto al patrimonio arqueológico se concluye que existen elementos de carácter prehispánico que deben ser rescatados desde el área de influencia directa del proyecto.

- **APROXIMACION DE LOS COSTOS AMBIENTALES**

Se entregan los resultados de las estimaciones de costos para las medidas de mitigación en la etapa de construcción y seguimiento, para los estudios ambientales en las etapas de Factibilidad y Diseño, su resumen en es el siguiente:

Resumen de Costos Ambientales en las distintas Etapas siguientes		
	\$ pesos	UF
Etapas de Diseño		
Estimación de costos EIA Embalse Río Chillán	101.400.000	4.129,2
Subtotal Total	101.400.000	4.129,2
Medidas ambientales en Etapa de Construcción		
Estimación de costos Monitoreo de Ruido	29.464.440	1.200
Estimación de costos calidad de agua	6.124.675	249,4
Estimación de costos Plan de Manejo Forestal	2.621.107.475	106.750
Estimación de costos Rescate Fauna Terrestre	15.585.854	634,6
Estimación costo Rescate Fauna Acuática	7.863.599	320
Estimación Prospección Arqueológica	3.093.403	125,9
Subtotal Total	2.683.239.446	107.739
Medidas ambientales en Etapa de Operación		
Estimación de costos Caudal Ecológico	11.024.611,3	449
Subtotal Total	11.024.611,3	449
Costos Plan de Seguimiento		
Seguimiento de Plan de Manejo Forestal	8.764.220	356,94
Seguimiento Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación	4.509.213	183,00
Seguimiento Plan de rescate especie nativa en categoría de conservación <i>Trichomycterus areolatus</i>	3.330.635	135,65
Seguimiento a caudal ecológico	1.800.000	73,30
Subtotal Total	18.404.068	749,9
Total	2.814.068.12	113.067,1
UF de 30.11.2014: \$24.553,70		

2. INTRODUCCIÓN

El presente Informe Final del Estudio de Análisis Ambiental, en adelante “EAA”, se enmarca dentro del Estudio de Prefactibilidad “Construcción Embalse de Riego Río Chillán”. Se presentan los resultados de los análisis realizados, basados en la caracterización ambiental de la alternativa escogida, como también el análisis de la legislación ambiental y Plan de cumplimiento, análisis de pertinencia de ingreso al SEIA, identificación y evaluación de impactos ambientales preliminares, planes de manejo y seguimiento ambiental; aproximación de los costos ambientales y conclusiones del estudio.

Los contenidos del EAA corresponden a los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Resumen Ejecutivo. En el que se presenta una síntesis de los contenidos del informe.

Capítulo 2: Introducción. Corresponde al presente capítulo.

Capítulo 3: “Definición de las Partes, Acciones y Obras Físicas”. Se refiere a una descripción general de las distintas obras que se proponen para el proyecto, recabados a partir de los antecedentes del estudio de ingeniería.

Capítulo 4: “Caracterización de la línea base del Área de Influencia”, describe los diferentes elementos del medio ambiente en el área de influencia incluyendo medio físico, biótico, socioeconómico, cultural y aspectos territoriales.

Capítulo 5: “Análisis de Legislación Ambiental”. Se presenta el marco legal aplicable al proyecto, con un análisis de la normativa ambiental general y específica, incluyendo la identificación de los permisos ambientales sectoriales.

Capítulo 6: “Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA”. Se presenta un análisis de tipo jurídico, en el cual se revisa lo estipulado en la Ley N° 19.300 y sus Modificaciones en la Ley 20.417, que aprueba la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el D.S. MMA N° 40/12.

Capítulo 7: “Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales”. En este capítulo se identifican y analizan los impactos positivos y negativos que podrían producir las obras de embalse tanto en las etapas de construcción como en la de operación.

En este capítulo se determinan metodológicamente y se aplican los criterios para valorizar los impactos identificados en el capítulo anterior.

Capítulo 8: “Plan de Manejo Ambiental”. Se presentan las medidas ambientales para los impactos descritos en el ítem anterior, corresponde a una propuesta de medidas de control ambiental que permitan prevenir, minimizar, eliminar, compensar o restaurar efectos adversos detectados en la evaluación de impactos.

Capítulo 9: “Plan de Seguimiento Ambiental”. El Plan de Seguimiento de las variables ambientales relevantes, tiene como objetivo planificar la recolección sistemática de datos que permitan estudiar la evolución de los impactos ambientales del proyecto, de los componentes y elementos ambientales involucrados y comprobar la eficacia de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

Capítulo 10: “Identificación de Estudios Ambientales”. Corresponde a los estudios ambientales que se deberían desarrollar en la etapa de Factibilidad y Diseño del proyecto.

Capítulo 11: Conclusiones. Se presenta un análisis integrado de las variables analizadas y recomendaciones generales.

Capítulo 12: “Aproximación de los Costos Ambientales Asociados al Proyecto”. Incluye un análisis de los costos económicos de los estudios en etapas posteriores.

Capítulo 13: “Revisión de antecedentes”. Corresponde al listado completo de información bibliográfica utilizada en este informe.

3. DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS

3.1 Área de Inundación o cubeta del embalse

El área de inundación calculada para este proyecto, corresponde a 421 Há, dicha área está definida por la curva de nivel a cuya cota se encuentra el espejo de agua correspondiente al nivel máximo del embalse. La cota correspondiente al nivel máximo del embalse corresponde a 706 msnm. Ver ubicación del embalse en Anexo 1. Cartografía.

La fotografía que sigue a continuación indica el lugar preciso donde se ubicará el muro del embalse.

Fotografía 3-1. Lugar del Muro Embalse Sitio Los Pellines

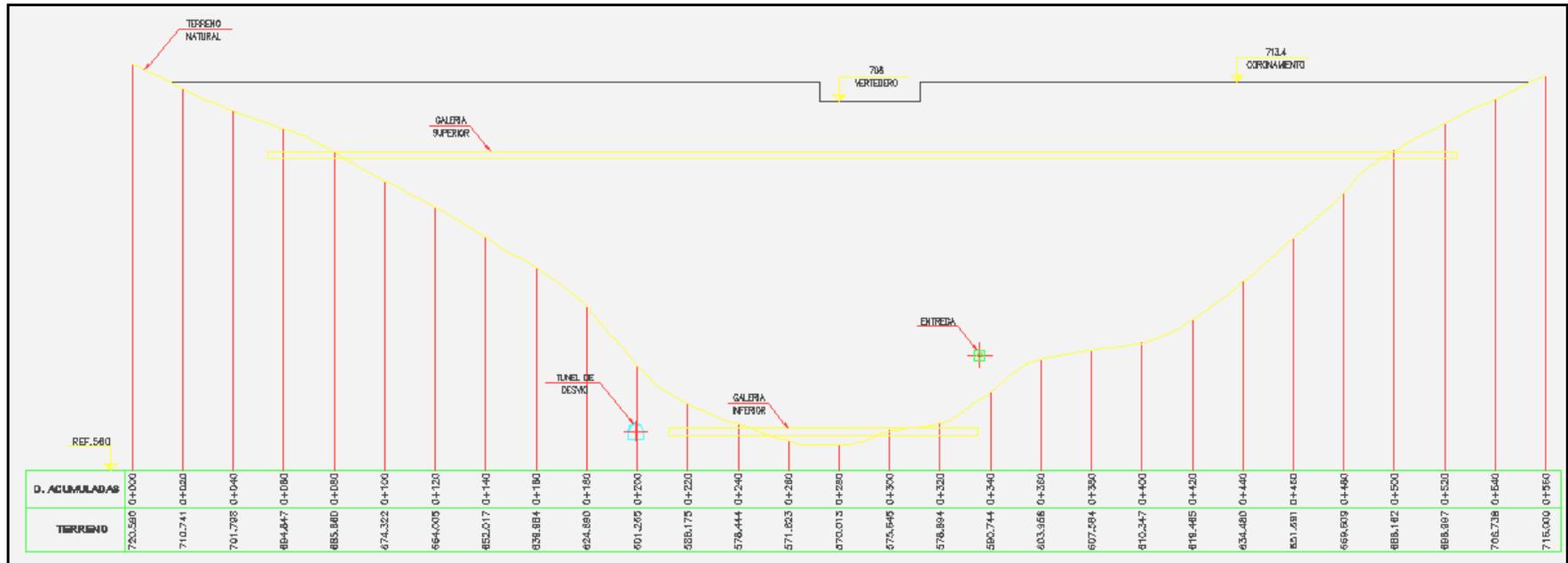


Fuente: Terreno consultor.

3.2 Obras asociadas a la presa y obras anexas.

La siguiente figura ilustra el perfil topográfico longitudinal del eje del muro.

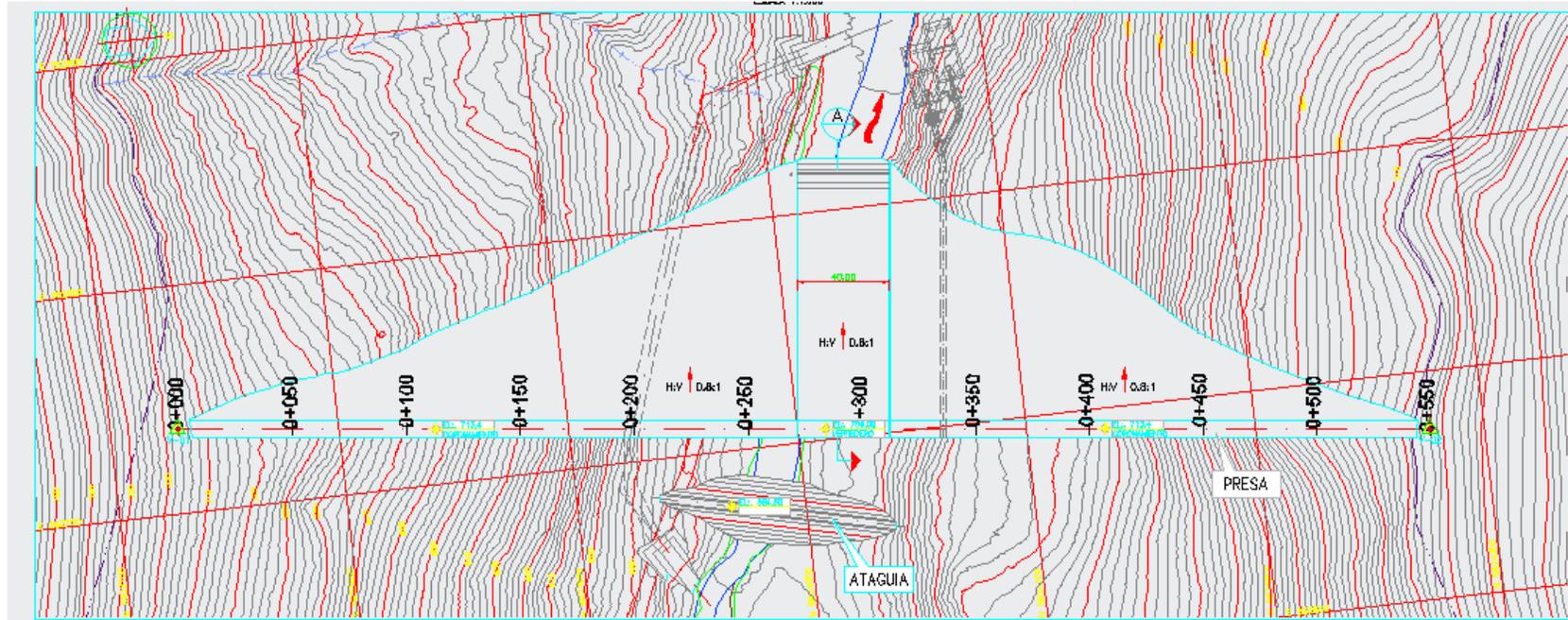
Figura 3-1 Perfil topográfico longitudinal del eje del muro.



Fuente: Proyecto Ingeniería, Etapa 7

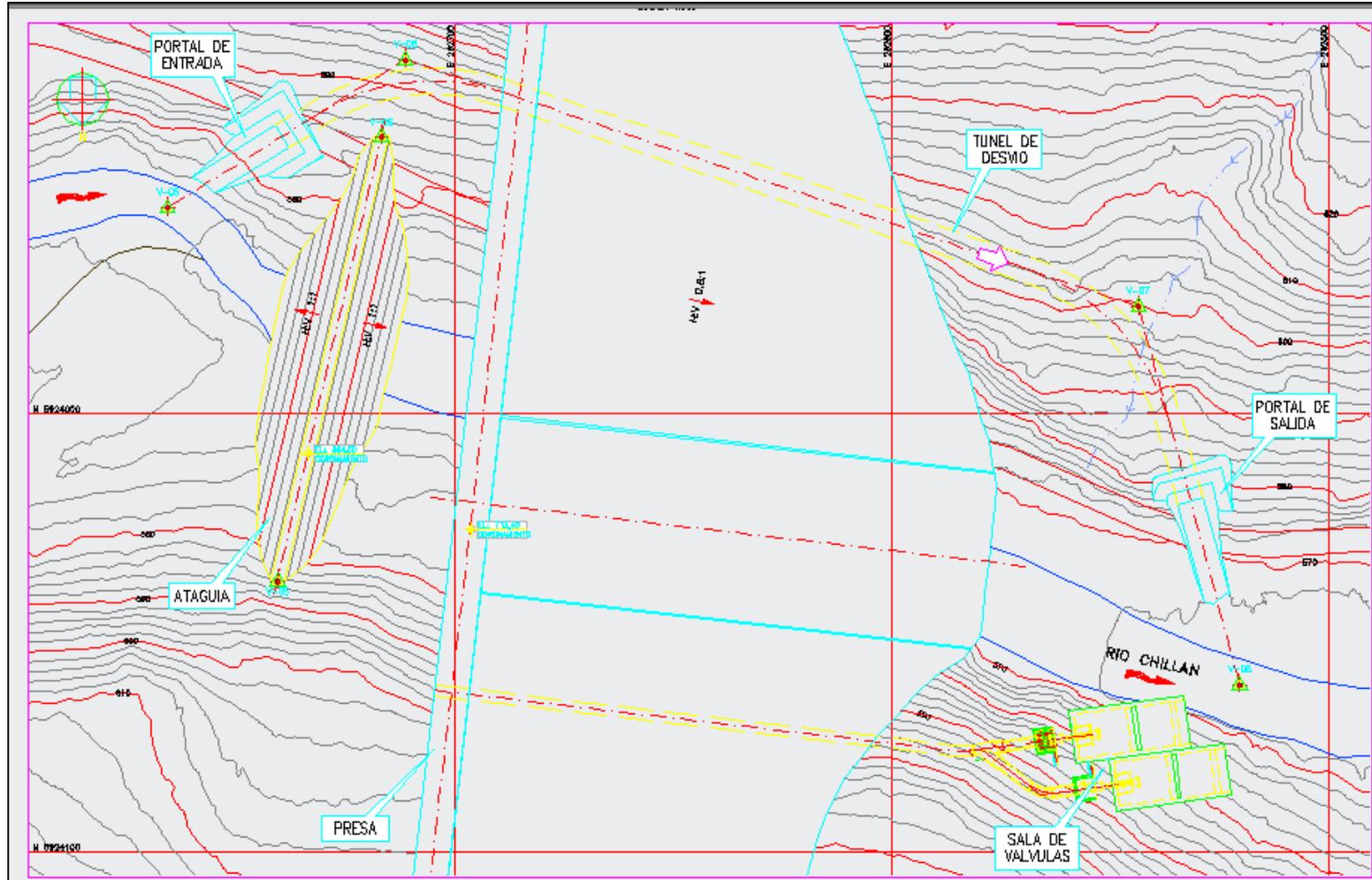
La siguiente figura ilustra el Perfil topográfico transversal del muro.

Figura 3-2 Perfil topográfico transversal del muro.



Fuente: Proyecto Ingeniería, Etapa 7

Figura 3-3 Planta con obras Anexas del Embalse.



Fuente: Proyecto Ingeniería, Etapa 7

Sobre la base de la planimetría disponible para esta etapa del estudio, correspondiente a la restitución 1:10.000 de 1987 entregada por la CNR, se elaboraron las curvas características para el sitio considerado, las que indican lo siguiente:

- Área inundada
- Volumen almacenado
- Volumen de rellenos

Tabla 3-1. Volumen de Almacenando, Muro y Área de inundación

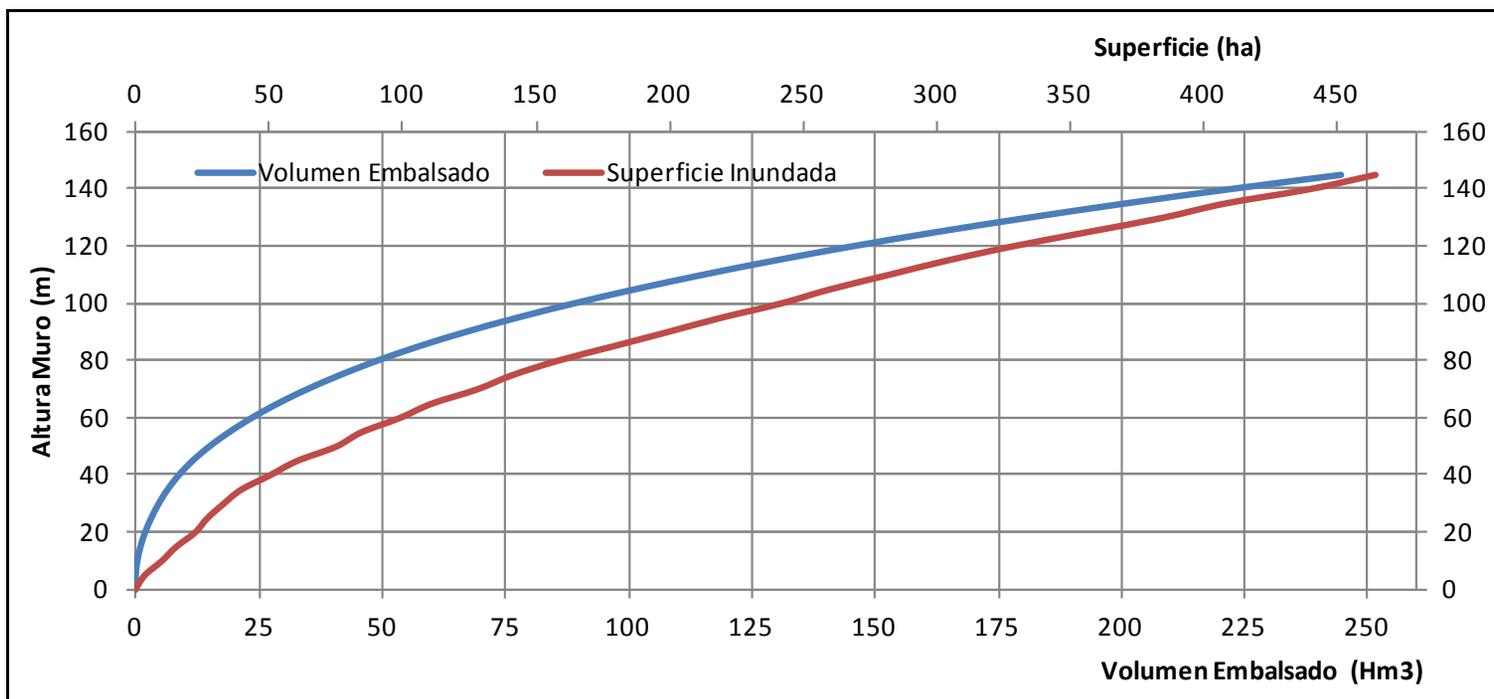
Cota (m)	H (m)	Área Inundación (m ²)	Vol. Embalsado (m ³)	Vol. Muro (m ³)	VE/VM
570	0	0	0	0	0
575	5	35.006	87.516	7.288	12
580	10	98.821	422.083	22.250	19
585	15	153.550	1.053.010	45.979	23
590	20	224.186	1.997.350	79.668	25
595	25	270.271	3.233.493	124.446	26
600	30	330.390	4.735.146	181.347	26
605	35	397.444	6.554.731	251.391	26
610	40	504.376	8.809.280	335.584	26
615	45	605.941	11.585.073	435.288	27
620	50	751.993	14.979.908	552.189	27
625	55	846.438	18.975.985	687.757	28
630	60	989.836	23.566.669	843.403	28
635	65	1.109.704	28.815.519	1.020.372	28
640	70	1.279.791	34.789.258	1.219.686	29
645	75	1.412.886	41.520.950	1.442.497	29
650	80	1.581.366	49.006.579	1.690.101	29
655	85	1.787.457	57.428.637	1.964.393	29
660	90	1.991.493	66.876.013	2.267.835	29
665	95	2.191.897	77.334.489	2.602.495	30
670	100	2.416.750	88.856.106	2.970.227	30

Cota (m)	H (m)	Área Inundación (m²)	Vol. Embalsado (m³)	Vol. Muro (m³)	VE/VM
675	105	2.603.096	101.405.720	3.373.446	30
680	110	2.820.336	114.964.299	3.814.952	30
685	115	3.038.684	129.611.849	4.296.983	30
690	120	3.285.979	145.423.507	4.821.352	30
695	125	3.567.123	162.556.262	5.390.237	30
700	130	3.848.862	181.096.226	6.006.064	30
705	135	4.083.366	200.926.796	6.671.009	30
710	140	4.399.361	222.133.615	7.386.353	30
715	145	4.645.708	244.746.289	8.152.889	30

Fuente: Restitución 1:10.000 de 1987 entregada por la CNR

La siguiente figura señala la curva de capacidad para el Embalse.

Gráfico 3-1. Curva de Capacidad



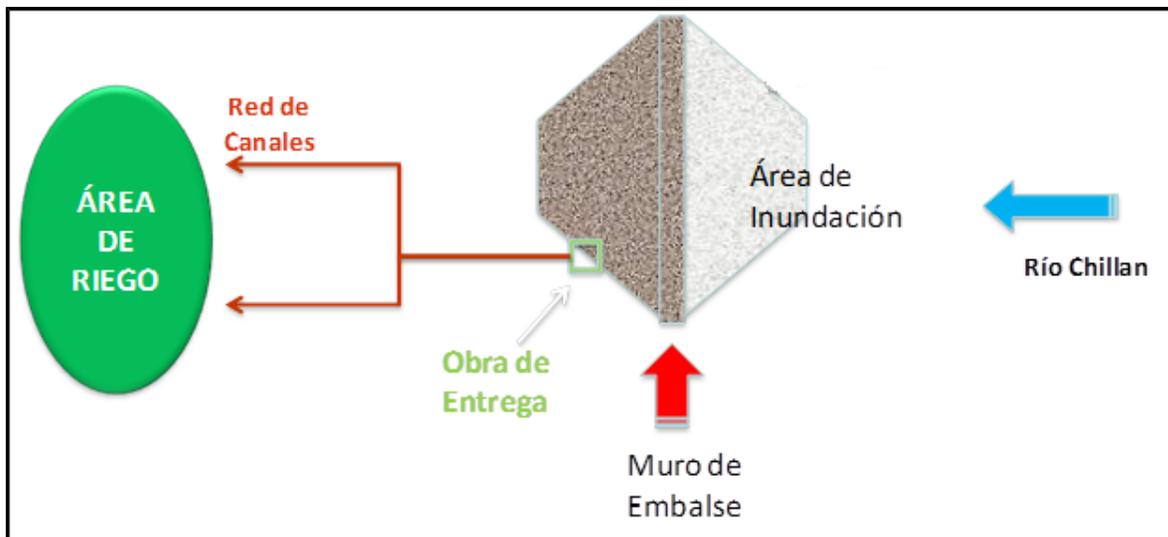
Fuente: Proyecto Ingeniería, Etapa 2

Considerar una obra de embalse en este sitio requiere:

- Un muro de 143 metros de altura para una capacidad máxima de embalse de 210 Hm³.
- Un área de inundación de 421 ha, que corresponde a la delimitada por la curva de nivel a cuya cota se encuentra el espejo de agua correspondiente al nivel máximo del embalse.
- Una longitud de coronamiento de 538 metros de largo.

Las principales obras a considerar son las de desvío del cauce, vertedero de descarga para evacuación y generación hidroeléctrica, a través de una minicentral a ubicarse en el pie de la presa.

Figura 3-4 Bosquejo de Principales Obras a Considerar



Fuente: Proyecto Ingeniería, Etapa 1

A continuación se presenta tabla resumen con las principales características del embalse.

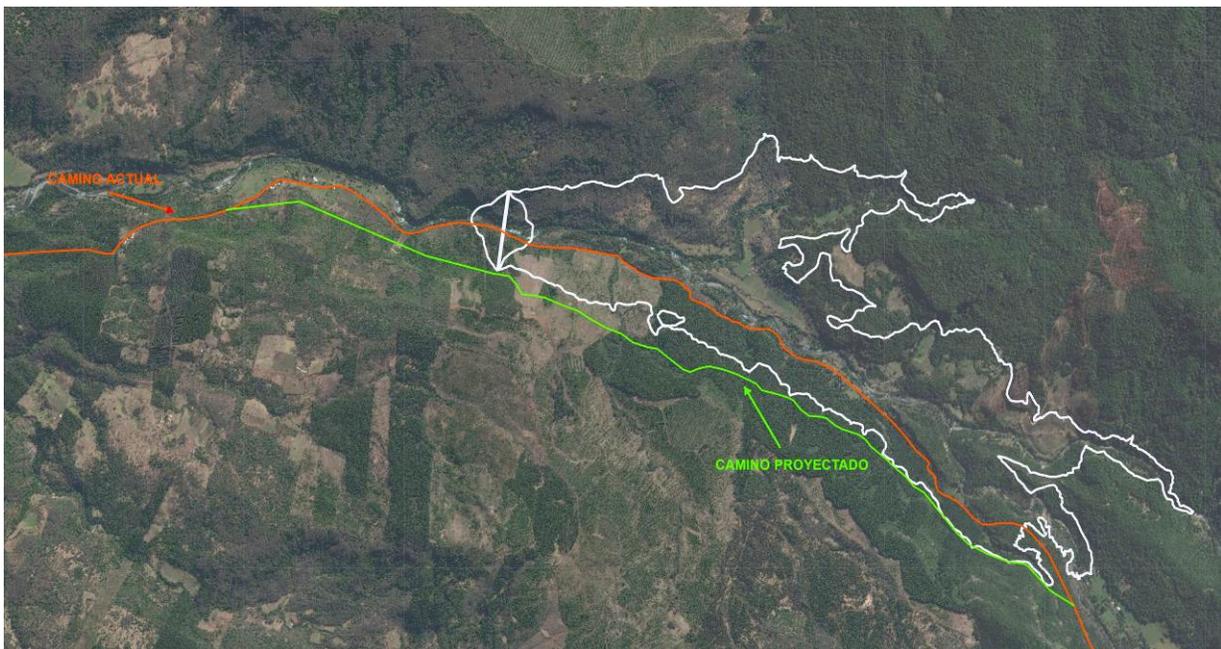
Tabla 3-2 Principales características del Embalse

Elemento	Característica
Volumen embalsado (Hm ³)	210
Tipo de Presa	RCC
Área de inundación (Ha)	421

3.3 Otras complementarias al embalse.

Se contempla la reposición de la vía existente (N-555), debido a que el proyecto inundará el tramo de la ruta que coincide con el área de inundación del proyecto. El camino proyectado se ubicaría por el sur del borde del embalse. A continuación se presenta el área preliminar de emplazamiento de la nueva ruta proyectada.

Figura 3-5. Ubicación nuevo camino proyectado



Fuente: Estudio de ingeniería, fase 3.

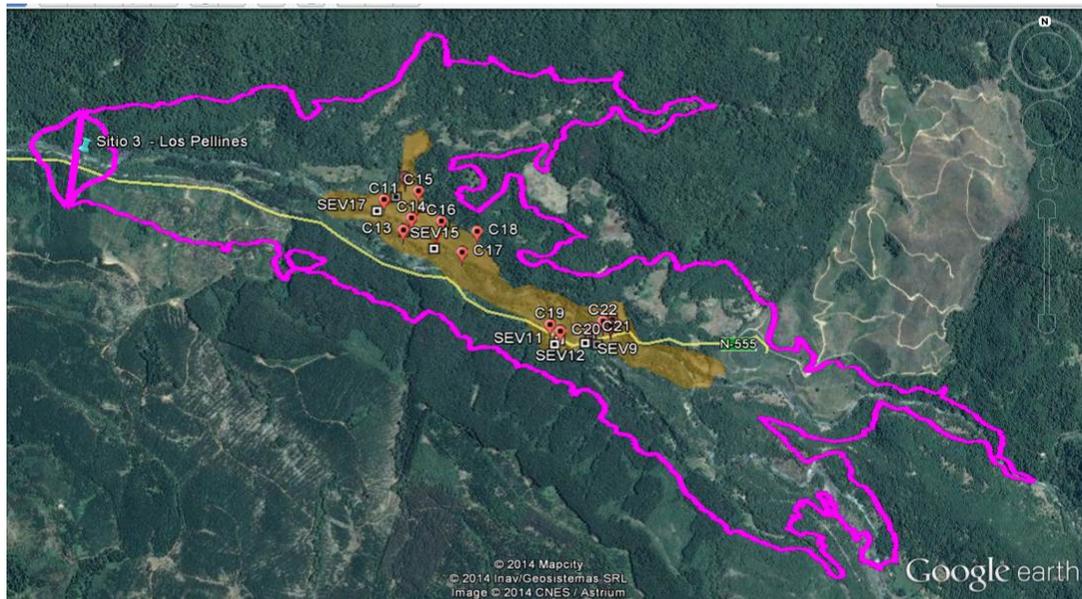
3.4 Estudio de yacimientos

La zona elegida para los yacimientos se localizaría dentro del área de inundación del embalse proyectado. A grandes rasgos, esta área estaría acotada dentro de los márgenes de la caja del Río Chillán, logrando de esta forma que la explotación del yacimiento se circunscriba a extraer el material depositado en el lecho del río.

Asimismo, desde el punto de vista medioambiental, la situación planteada generará una menor afectación al ecosistema del Río Chillán, puesto que el lago artificial que se generará cambiará la morfología del área de yacimientos, y consecuentemente el biotopo existente en la zona de estudio, lo que no alterará otras zonas fuera del área de inundación del proyecto.

El potencial sector planteado como yacimiento en el estudio se presenta de manera ilustrativa en la siguiente figura.

Figura 3-6. Ubicación de área de yacimiento en lecho de Río Chillán



Fuente: Proyecto Ingeniería, etapa 3.

Cabe señalar que en general la zona se caracteriza por la presencia de formaciones volcánicas con una pequeña cobertura de material aluvial, por lo que la potencia de los

yacimientos granulares es muy escasa. Por esta razón, existe una posibilidad de ubicar el yacimiento aguas abajo del muro del embalse, lo que aún está en estudio por parte de ingeniería. El volumen a extraer es de 4,42 millones de m³.

3.5 Derechos de Aprovechamiento de Agua

Los derechos de aguas asignados en el área de emplazamiento proyectado del embalse, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3-3 Derechos de agua

		COORDENADAS PSAD 56 HUSO 19 DATUM PROV. SUDAM 1956		COORDENADAS SIRGAS WGS84 ELIPSOIDE GRS80		
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	
ENDESA A	CAPTACION	5.919.750	271.000	5.919.375	270.816	RES. DGA N°755 (13-08-2002)
	RESTITUCION	5.921.400	267.000	5.921.025	266.816	
ENDESA B	CAPTACION	5.923.300	265.600	5.922.925	265.416	RES. DGA N°755 (13-08-2002)
	RESTITUCION	5.924.650	258.800	5.924.275	258.616	
R Y C	CAPTACION	5.921.456	266.977	5.921.081	266.793	RES. DGA N°390 (30-12-2009)
	RESTITUCION	5.923.174	265.596	5.922.799	265.412	
ESTERO PIERNA BLANCA (RIOS Y CUENCAS)	CAPTACION	5.924.553	264.446	5.924.176	264.261	RES. DGA N°361 (21-12-2009)
	RESTITUCION	5.924.650	258.800	5.924.273	258.615	
ESTERO PELADILLA (RIOS Y CUENCAS)	CAPTACION	5.923.225	259.751	5.922.848	259.566	RES. DGA N°361 (21-12-2009)
	RESTITUCION	5.924.650	258.800	5.924.273	258.615	
ESTERO SAN JOSE (TERCEROS)	CAPTACION	5.922.168	268.726	5.921.791	268.541	RES. DGA N°0348 (23-11-2011)
	RESTITUCION	5.923.228	265.624	5.922.851	265.439	

Fuente: Proyecto Ingeniería, etapa 3.

3.6 Estimación de Caudal Ecológico

Según información proporcionada por ingeniería, se requiere el ingreso al modelo del caudal ecológico que se debe dejar escurrir en la medida que éste se encuentre disponible. Para efectos de implementar la simulación se considera como caudal ecológico, el caudal determinado por la envolvente de caudales máximos, comparados mes a mes, entre la curva obtenida en base los criterios establecidos en el Decreto MMA

N°14/12, Reglamento para la determinación del caudal ecológico (Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 30 de Julio de 2013, Artículo 3º, Puntos a. y b).

Tabla 3-4 Caudal Ecológico según Decreto MMA N°14/12

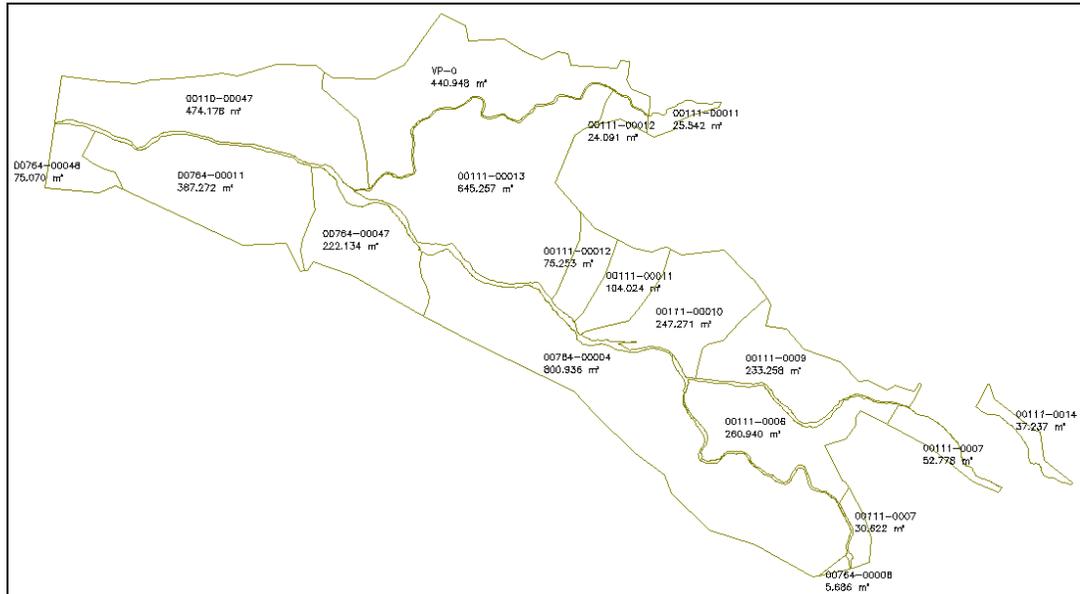
Meses	Caudal (m³/s)
Abril	0,93
Mayo	1,67
Junio	2,13
Julio	2,17
Agosto	2,20
Septiembre	2,16
Octubre	2,04
Noviembre	1,75
Diciembre	1,40
Enero	1,08
Febrero	0,91
Marzo	0,80

Fuente: Proyecto de Ingeniería.

3.7 Antecedentes de Expropiación

De acuerdo a los antecedentes del informe de ingeniería, se determinan a continuación los predios que serán potencialmente expropiados. De los resultados obtenidos se desprende que la mayoría de los predios propensos a la expropiación poseen un uso forestal y/o comercial. La siguiente figura, señala la situación de los predios frente al área de inundación.

Figura 3-7. Predios afectados a posibles expropiaciones en área de construcción del Embalse.



Fuente: Estudio de ingeniería, etapa 3.

En base a los antecedentes recopilados referentes a las expropiaciones necesarias para la construcción y operación del embalse, se detalla en la siguiente tabla, el registro de cada uno de ellos y el área aproximada a expropiar.

Tabla 3-5. Registro de predios a expropiar

ROL	PROPIETARIO	COMUNA	AREA A EXPROPIAR (ha)
00764-00004	FORESTAL CELCO S.A.	PINTO	80,09
00764-00006	SUC. VEJAR FLORES PATRICIA ANDREA	PINTO	0,57
00764-00011	SOCIEDAD FORESTAL, AGRICOLA Y GANADERA	PINTO	38,73
00764-00047	SOCIEDAD FORESTAL, AGRICOLA Y GANADERA	PINTO	22,21
00764-00048	VIÑUELA SUAREZ JOSE LUIS	PINTO	7,51
00110-00047	COM. RENATO FUENTEALBA ROLLAT Y OT	COIHUECO	47,42
00111-00006	SUC. PENROZ JOSE MARIA	COIHUECO	26,09
00111-00007	SUC. PENROZ PENROZ ROSA ERCILIA	COIHUECO	8,34
00111-00009	QUEZADA MATURANA DEMETRIO ANTONIO	COIHUECO	23,33
00111-00010	BAEZA GUINEZ CARLOS ANDRES	COIHUECO	24,72
00111-00011	BOSQUE NATIVO ELNAHUE SPA	COIHUECO	12,95
00111-00012	INMOBILIARIA MAGALLANICA S.A.	COIHUECO	9,94
00111-00013	BOSQUE NATIVO ELNAHUE SPA	COIHUECO	64,53
00111-00014	FORESTAL Y AGRICOLA MANIGUAL LTDA.	COIHUECO	3,72
VP-0	VARIOS	COIHUECO	44,09
TOTAL:			414,24

Fuentes: Estudio de ingeniería, etapa 3.

3.8 Área de Beneficio

El área de riego, enmarcada dentro de la subcuenca del río Chillán, se extiende dentro de las comunas de Pinto, Coihueco, Chillán y Chillán Viejo, abarcando una superficie total de 22.745 Há. Del total del área, 9.174 Há se encuentran bajo a riego, mientras que 13.571 Há corresponden a secano.

Se identificaron a alrededor de 713 agricultores propietarios de predios; y en relación a los predios localizados, en total existen 2.089, los cuales se dividen según su tamaño en:

- Sitios y minifundios: Representa a predios menores de 1,0 ha, que se dedican esencialmente al cultivo de chacras, hortalizas y berries. En este estrato coexisten predios con escaso y adecuado nivel tecnológico.

- Subfamiliar: Representa a predios entre 1,01 y 3,0 ha, que se dedican esencialmente al cultivo de chacras, hortalizas, berries y ganadería. En este estrato coexisten predios con escaso y adecuado nivel tecnológico.
- Familiar: Representa a predios entre 3,01 y 12,0 ha. Estos predios se dedican básicamente al cultivo de chacras, cereales, berries y ganadería. Presentan un mayor nivel tecnológico que el grupo anterior.
- Mediano: Representa a predios entre 12,01 ha y 50,0 ha. Estas explotaciones poseen generalmente un nivel tecnológico medio a alto, existiendo una mayor intensificación en el manejo de lechería, remolacha y en algunos casos frutales.
- Grande: Representa a predios entre 50,01 y 100,0 ha. Estos predios se dedican esencialmente a la ganadería, cereales, remolacha y fruticultura.
- Muy Grande: Representa a predios mayores de 100,0 ha. Estos predios se dedican fundamentalmente a la ganadería y actividad frutícola, en base a arándanos, manzanos y kiwis. Algunos de estos predios son sólo forestales.

La siguiente tabla representa el tipo, cantidad y superficie de los predios identificados.

Tabla 3-6. Resumen antecedentes prediales

SECTOR	ESTRATO DE DE TAMAÑO	NÚMERO		SUPERFICIE			
		DE PREDIOS		TOTAL		RIEGO	SECANO
		N°	%	ha	%		
TOTAL ÁREA	0 a 1 ha	970	46,3	282.799	1,2	189.149	93.655
	1,01 a 3 ha	321	15,4	612.721	2,7	278.865	333.856
	3,01 a 12 ha	372	17,8	2.424.686	10,7	1.037.100	1.387.586
	12,01 a 50 ha	325	15,6	8.225.781	36,2	3.827.450	4.398.531
	50,01 a 100 ha	60	2,9	4.282.049	18,8	1.620.310	2.661.739
	Mayor de 100 ha	41	2,0	6.917.526	30,4	2.221.170	4.696.356
Total Área		2.089	100,0	22.745.562	100,0	9.174.044	13.571.723

Fuente: Estudio de ingeniería, etapa 3.

4. CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA

4.1 MEDIO FÍSICO

4.1.1 Clima

- **Antecedentes Generales**

El clima y la meteorología corresponden a componentes geográficos, cuyo comportamiento depende de los elementos físicos existentes, de su alteración y procesos actuantes. Para este estudio, se considera un análisis a nivel regional y local (topoclimático), conformado por una dimensión de clima regional y registros de parámetros de temperatura y precipitación de los distritos agroclimáticos ubicados en el área de estudio.

- **Área de Influencia**

Área de Influencia Directa (AID): definida como el entorno agroclimático del área de inundación del embalse.

Área de Influencia Indirecta (AII): Debido a sus dimensiones, el embalse no tiene atributos que puedan influir en el clima, más allá de su entorno inmediato, por lo que no se define un Área de Influencia Indirecta. .

- **Metodología**

La metodología se basa fundamentalmente en la recopilación bibliográfica, con el fin de tener una visión general del área de estudio.

El enfoque metodológico contempla la relación entre este componente del medio y el proyecto, en cuanto las características del comportamiento del clima establecen los requerimientos de riego para el desarrollo de las actividades agropecuarias del área. Por ello se considera utilizar un enfoque agroclimático para la caracterización del clima del

área de estudio, a base de información existente en centros de documentación técnica que se refiere a estas materias.

- **Resultados**

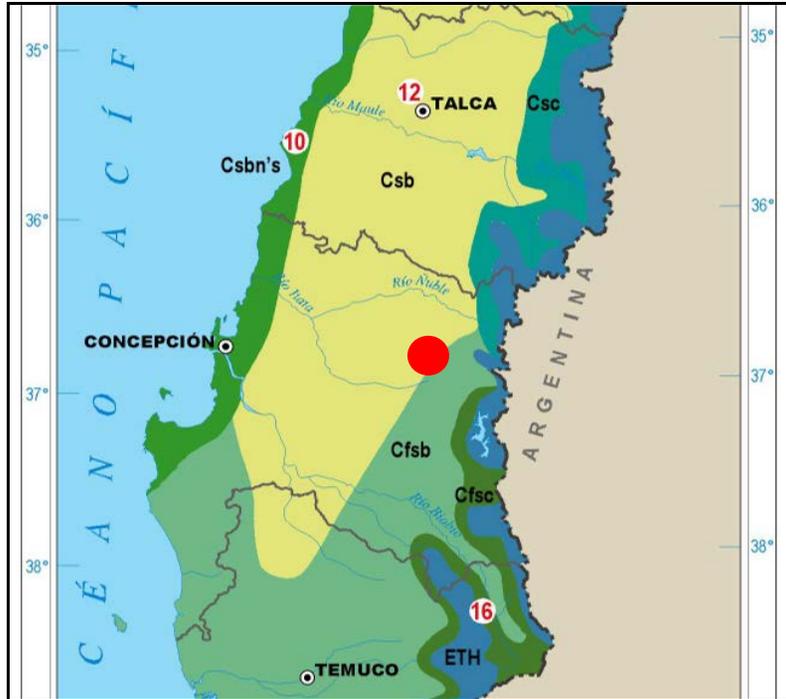
A escala regional la zona del proyecto se localiza entre los límites de los climas Templado cálido con lluvias invernales (Csb) y Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea (Cfsb), según la clasificación climática de Köppen (Anuario de Medio Ambiente INE, 2005).

El clima **Csb**, corresponde al templado “tipo mediterráneo” y se extiende ocupando la Depresión Intermedia entre el cordón Chacabuco por el norte hasta las cercanías de Victoria. La precipitación se concentra de preferencia en los meses de invierno, dejando una estación seca prolongada que dura entre 7 y 8 meses, la cual es consecuencia del dominio anticiclónico. Los vientos dominantes son los de SW. La zona se caracteriza por una alta frecuencia de calmas en invierno.

El clima **Cfsb**, se extiende desde la latitud de Chillán hasta poca más allá del lago Ranco. Se desarrolla entre la franja precordillerana y el límite de las nieves andinas. En la medida que se asciende en altura, las temperaturas comienzan a disminuir notablemente y las precipitaciones pasan a ser del tipo nivoso.

La siguiente figura indica la ubicación del proyecto, en relación a la zonificación del clima regional.

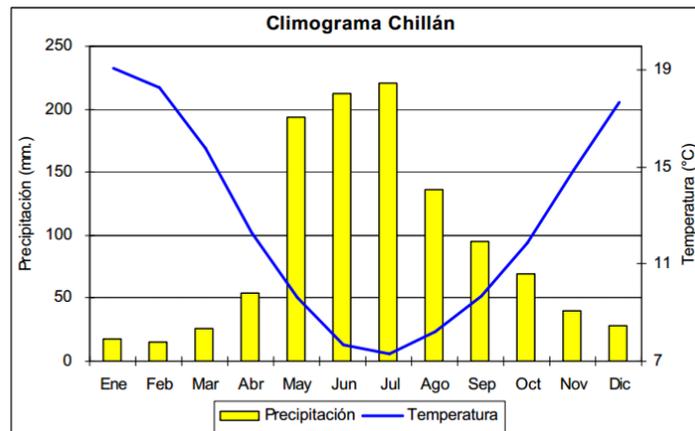
Figura 4-1. Ubicación del Proyecto, en el contexto climatológico regional



Fuente; Anuario de Medio Ambiente INE, 2005

La siguiente figura ilustra el climograma representativo para la ciudad de Chillán, distante unos 40 Km del proyecto.

Figura 4-2. Climograma de Chillán



Fuente; Climatología Regional. Dirección Meteorológica De Chile. (2001).

Desde el punto de vista topoclimático, el proyecto está regulado por la dinámica de dos flujos de vientos. Durante el día, se generan brisas anabática, que son vientos que suben por las laderas y durante la noche, se genera el proceso inverso de retorno, siendo éstos los vientos catabáticos, que descienden por la laderas hacia el valle.

El INIA distingue al interior del área del proyecto dos tipos de agroclimas; Agroclima Precordillera Andina y Agroclima Cordillera Andina Media, cuyas características son las siguientes:

- **Agroclima Precordillera Andina:**

Las características climáticas de este agroclima corresponden a un tipo mediterráneo temperado, la pluviometría anual promedio es superior a 1.400 mm. Siendo los valores mayores en los sitios de mayor altitud. Las precipitaciones entre marzo y agosto significan entre 69% y 79% del total anual en los diferentes sitios, con grandes fluctuaciones interanuales.

La evapotranspiración potencial entre diciembre y marzo supera los 350 mm por lo que el déficit hídrico es de tres a cuatro meses. La temperatura media anual es entre 12,5°C y 13,9°C; el periodo libre de heladas es de 5 a 6 meses en los sitios más altos (400 m.s.n.m) la temperatura máxima de mes más cálido varía 27°C y 29°C y la mínima del mes más frío entre 2,9° y 4,8°C.

- **Agroclima Cordillera Andina Media:**

Corresponde al sector de la Cordillera de Los andes ubicado entre los 600 y los 1.500 m.s.n.m. es esencialmente de aptitud forestal. El clima es de tipo mediterráneo dado la concentración de lluvias en invierno y un periodo de sequía de dos a tres meses en verano. Según la clasificación de Emberger según altitud podría ser mediterráneo fresco o mediterráneo frío dependiendo de la altitud.

La pluviometría anual promedio es superior a 2.000 mm, excepto en aquellos lugares con altas precipitaciones nivales en que ésta es menor. La temperatura media anual es menor de 10°C.

- **Conclusiones**

Desde el punto de vista del recurso clima, el área presenta una aptitud favorable al llenado del embalse, ya que ocurren precipitaciones invernales y deshielos estivales. Con este aprovisionamiento, más la regulación de las aguas embalsadas, se podrá proveer de agua de riego a los cultivos en la estación estival a toda el área considerada para el riego. Dadas las condiciones que posee el Clima, que favorece el desarrollo de diversos cultivos y plantaciones, sumado a la posibilidad de mejores condiciones de riego, el Proyecto permite generar una agricultura más diversificada y con mejor y mayor aptitud de adaptabilidad ante los eventos de sequía.

4.1.2 Geomorfología

- **Antecedentes Generales**

La materia fundamental a considerar de este componente, es analizar la localización del proyecto y su relación con el medio geomorfológico y topográfico.

La geomorfología regional, se inserta dentro del Región central de las cuencas del llano fluvio-glacio-volcánico, que se extiende desde Pelequén y se prolonga hasta el río Biobío. Las unidades que se presentan en esta región, corresponden a; Llano central fluvio-glacio-volcánico, la precordillera y la cordillera andina.

- **Área de Influencia**

El AID está determinada por el entorno geográfico inmediato de la superficie inundada por el espejo de agua del Embalse, como el área del Embalse propiamente tal.

El AII corresponde al valle fluvial del Río Chillán.

- **Metodología**

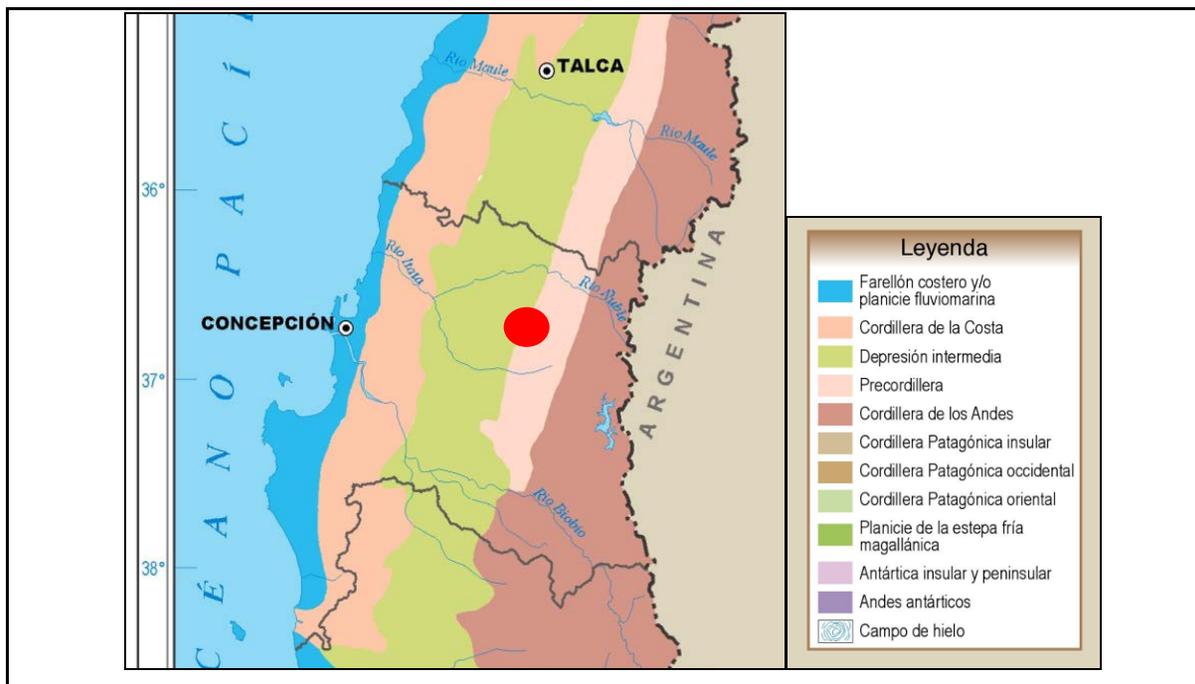
Este análisis se basa fundamentalmente en una revisión bibliográfica, como asimismo análisis de imágenes de Google Earth y Carta Topográfica IGM Recinto, 1:50.000 y corroboración con puntos de control en terreno.

- **Resultados**

El proyecto se emplaza sobre la unidad de relieve llamada Precordillera Andina. Esta unidad constituye un área transicional entre la Cordillera Andina y la Depresión central. Esta unidad se presenta profundamente disectada por los ríos que la atraviesan, como el Ñuble, el Chillán, el Diguillín y el Laja.

En esta unidad se ubicará el proyecto de embalse, considerando muro, obras anexas y área de inundación, dentro de un rango de altitud de 450 – 700 m.s.n.m.

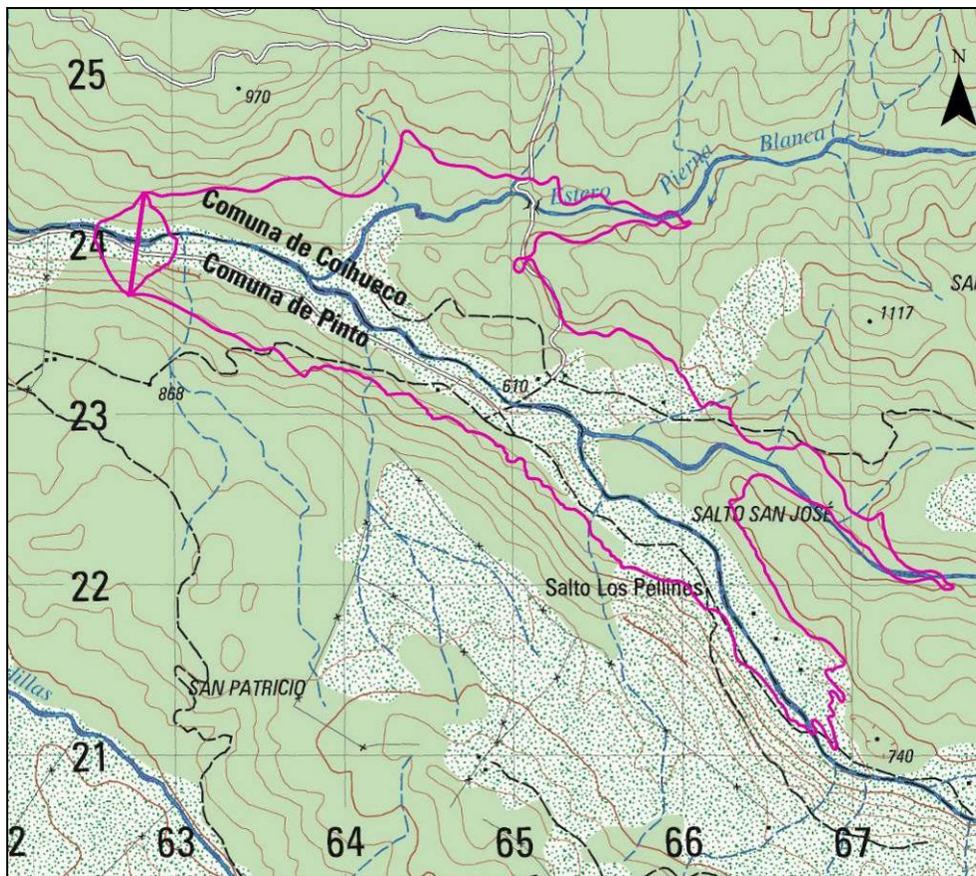
Figura 4-3. Ubicación del Proyecto, en el contexto geomorfológico regional



Fuente; Anuario de Medio Ambiente INE, 2005

Respecto de la individualización de unidades geomorfológicas en el área del proyecto, se identifican elementos menores de relieve asociado a acciones propias de la geodinámica fluvial. El análisis de imágenes aéreas y la carta topográfica IGM, demuestra elementos como: Terrazas Fluviales y glacio volcánicas, Talwegs, depósitos, cono gravitacionales dada las pendientes de las laderas adyacentes y áreas de sedimentación fluvial del Río Chillán, asociadas a formas de anastomosamiento. La siguiente figura, señala la ubicación del proyecto en el contexto geomorfológico local.

Figura 4-4. Ubicación del Proyecto, en el contexto geomorfológico local



Fuente: Carta IGM Recinto, 1:50.000

- **Conclusiones**

El área del proyecto se inserta dentro de geoformas propias de ambientes de media montaña, cuya dinámica se encuentra asociada a acciones fluviales, zonas de sedimentación, movimientos gravitacionales y tectónicos.

4.1.3 Suelos

- **Antecedentes Generales**

Se presenta una descripción y análisis general respecto al recurso suelo, de forma de contar con los datos que permitan establecer el impacto sobre la pérdida de suelos destinados a uso productivo, como también a formaciones boscosas. En el caso del proyecto, interesa analizar el impacto que podría ocasionar en este tipo de componente ambiental, la construcción del embalse y las obras asociadas.

- **Área de Influencia**

El Área de influencia directa (AID), corresponde a la superficie inundada por la cota máxima de llenado del embalse, que corresponde a 421 Ha.

Como AID también se considera la superficie destinada al emplazamiento del muro del Embalse.

Cabe señalar que dentro de esta área, quedan definidos los espacios ocupados por el sitio de explotación de empréstitos, que estará ubicado al interior del área de inundación.

El Área de influencia indirecta queda definida como el área adyacente al área de inundación y el muro.

- **Metodología**

Se revisaron antecedentes bibliográficos obtenidos del Tomo V, Geografía de los Suelos, del IGM, del año 1984. Asimismo la información proporcionada por CIREN (Estudio

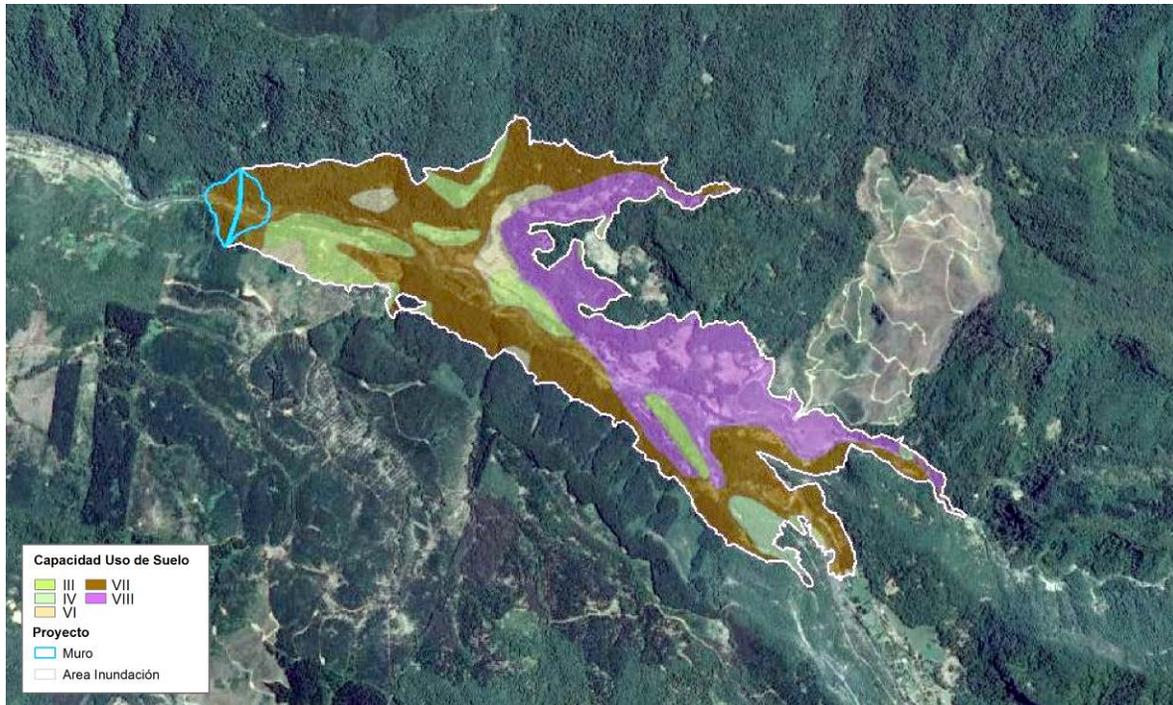
Agrológico VI Región 1996), Pladeco comuna de Pinto, año 2008 y Líneas Base del SEIA Región del Biobío.

- **Resultados**

En la cordillera andina de la Región del Biobío se presentan básicamente suelos del tipo Inceptisoles. El área de estudio en general, se encuentra altamente influenciada por la presencia de estas cenizas volcánicas, las cuales han marcado la génesis de los suelos del lugar en forma bastante generalizada.

De acuerdo a información entregada por el Ministerio de Agricultura, los suelos en el área del proyecto corresponden a las clases III y IV, en las zonas más homogéneas dentro de las terrazas fluviales. Estos suelos generalmente están destinados a la producción de frutales los cuales están sujetos a limitaciones en su manejo, por la pérdida de suelos a causa de la erosión. Dentro de las áreas más boscosas y con mayor pendiente, se encuentran suelos con capacidades VI, VII y VIII. La siguiente figura ilustra la situación para este componente para el área del proyecto (Ver Anexo 1, Lámina 1).

Figura 4-5. Clases de capacidad de uso de suelo



Fuente: Infraestructura de Datos espaciales. Geoportal Ministerio de Agricultura e imagen Google Earth, 2008

• Conclusiones

Respecto al análisis de estos antecedentes, se concluye que los suelos presentes en el AID, presentan una mediana capacidad agrícola, debido a que se encuentran capacidades de suelo clase III y IV. En la superficie restante del área del proyecto, se encuentran suelos con capacidad de uso forestal principalmente. La siguiente tabla resume la superficie correspondiente a cada clase de suelo presente en el área de estudio.

Tabla 4-1. Superficie por clase de capacidad de uso de suelo

Capacidad Uso de Suelo	
Clase	Superficie (Há)
III	54,62
IV	10,01
VI	18,14
VII	201,18
VIII	136,98
Total	421,00

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4 Hidrografía e Hidrología

- **Antecedentes Generales**

La presencia de los Nevados de Chillán impone en el margen occidental de la cordillera, una red precordillerana cuyos drenes más destacados son los ríos Chillán, Cato, Niblinto, Diguillín y Dañicalqui, los cuales son tributarios del río Ñuble y por ende forman parte de la Cuenca Andina del río Itata, la cual drena la Depresión Central, Cordillera de la Costa y desemboca al Océano Pacífico. Respecto a los regímenes de caudal, éstos son de tipo pluvio-nival con crecidas invernales muy marcadas

- **Área de Influencia**

El AID corresponde al tramo del río en que se instala el muro y el embalse.

El AII queda definido dentro del curso del Río Chillán aguas abajo del muro y aguas arriba de la cola del embalse.

- **Metodología**

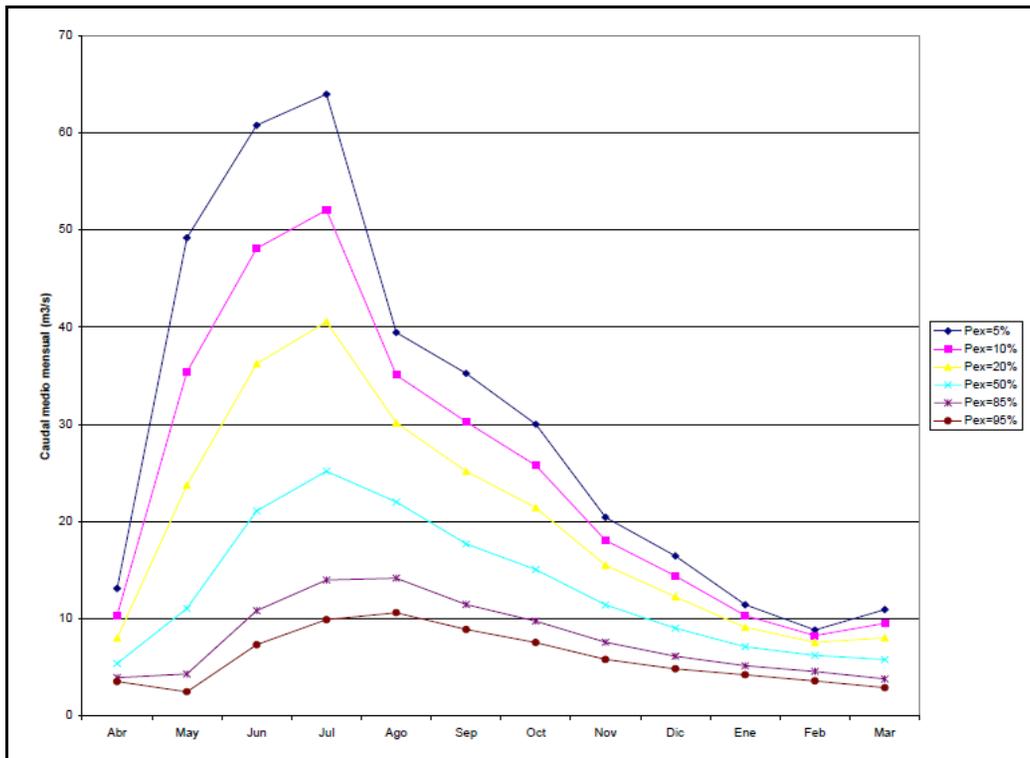
Este análisis se basa fundamentalmente en una revisión bibliográfica regional y comunal e interpretación de cartografía IGM Recinto, escala 1:50.000 existente.

- **Resultados**

La cuenca del río Chillán tiene una superficie de drenaje de 822,7 km², cifra que representa el 7,4% de la cuenca del Itata que cubre un área de 11.090 km² (Niemeyer y Cereceda, 1984). El río Chillán tiene una extensión de 105 km en sentido SE-NW, naciendo en la falda poniente de Los Nevados del Chillán en la Cordillera de Los Andes, a unos 3.200 metros de altitud, y confluye en el río Ñuble que es la mayor arteria del sistema Itata, a 75 msnm.

De acuerdo a los antecedentes de la DGA, el Río Chillán tiene un claro régimen nivopluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno (Mayo, Junio, Julio y Agosto), producto de las precipitaciones. El siguiente gráfico, indica el tipo de gasto anual en Estación Esperanza a 435 m s.n.m.

Gráfico 4-1. Curva de Variación Estacional Río Chillán en Esperanza

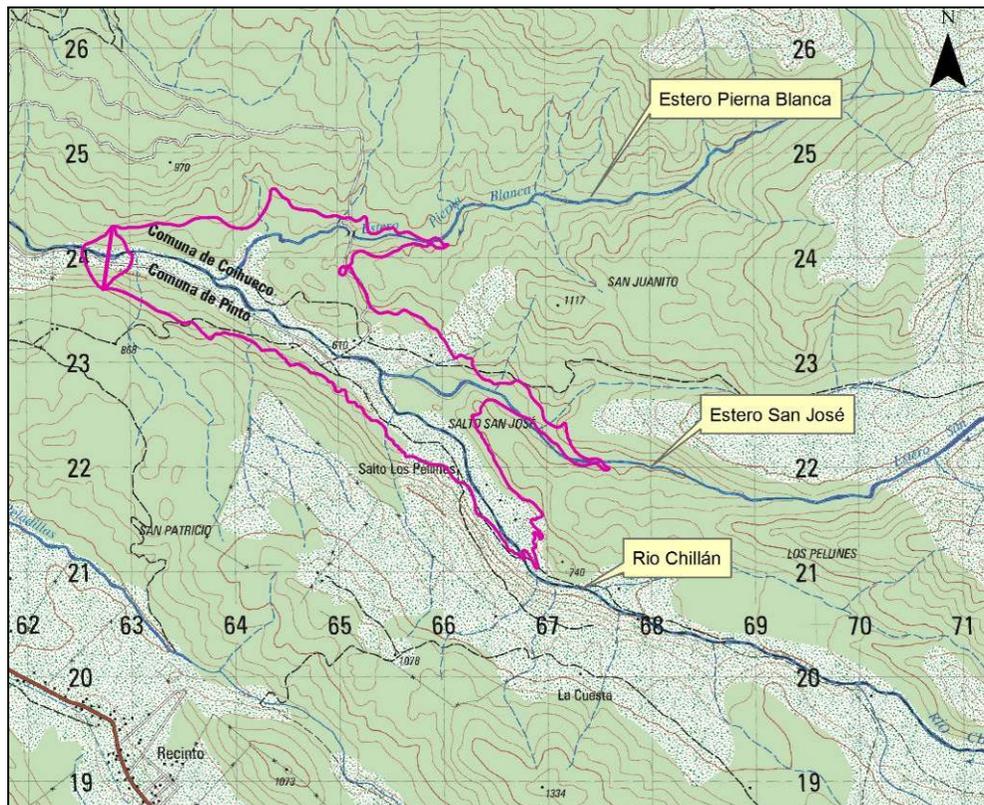


Fuente: DGA, 2004.

Dentro del área de la red hidrográfica local en torno al proyecto y que serán aportantes al llenado del embalse, se encuentran una serie de afluentes menores y quebradas que drenan hacia el Río Chillán. Entre ellas se encuentran; Estero San José y Estero Pierna Blanca.

La siguiente figura ilustra la situación del drenaje superficial que aportará al llenado del embalse.

Figura 4-6. Afluentes hídricos en el área del Proyecto.



Fuente: Carta IGM Recinto, 1:50.000

- **Conclusiones**

El Río Chillán posee un régimen de escurrimiento fundamentalmente nivo-pluvial, de manera que posee un periodo de crecidas muy importante en el invierno y uno menor en

época estival. Este régimen hidrológico, junto con la regulación que proveerá el embalse, permitirá abastecer con agua de riego durante la época estival.

4.1.5 Calidad de aguas

- **Antecedentes Generales**

De acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia y en la propuesta aprobada de Campañas de Terreno y de Estaciones de Muestreo, se realizaron dos campañas de terreno; la primera durante Febrero del año 2014 y la segunda en Junio del mismo año.

Las tomas de muestras se realizaron en 3 estaciones definidas previamente, con el objetivo de abarcar el área intervenida por el proyecto, uno aguas abajo del muro, otro en el área del muro y el último aguas arriba de la cola del embalse. (Ver Figura 4-7: Ubicación de estaciones de muestreo).

En función de ello, se realizó la toma de muestras de la primera campaña, correspondiente a la estación de verano el 26.02.2014, mientras que la segunda campaña correspondiente a la estación de otoño se realizó el 04.06.2014. El análisis de las muestras consideró los parámetros de uso de agua en riego y vida acuática de acuerdo a lo que establece la normativa NCh 1333, para estos mismos componentes

- **Área de Influencia**

Área de influencia directa: Se establece como el área de inundación en el tramo del Río Chillán en que se instala el embalse.

Área de influencia indirecta: El área del Río Chillán, aguas abajo del embalse, hasta la confluencia con Estero Peladillas.

- **Metodología**

Para la caracterización de la calidad de aguas se tomaron muestras de agua superficial con el objetivo evaluar su calidad en laboratorio. Mientras que algunos de los parámetros son medidos in situ, mediante el uso de un medidor digital multiparámetro o multítester.

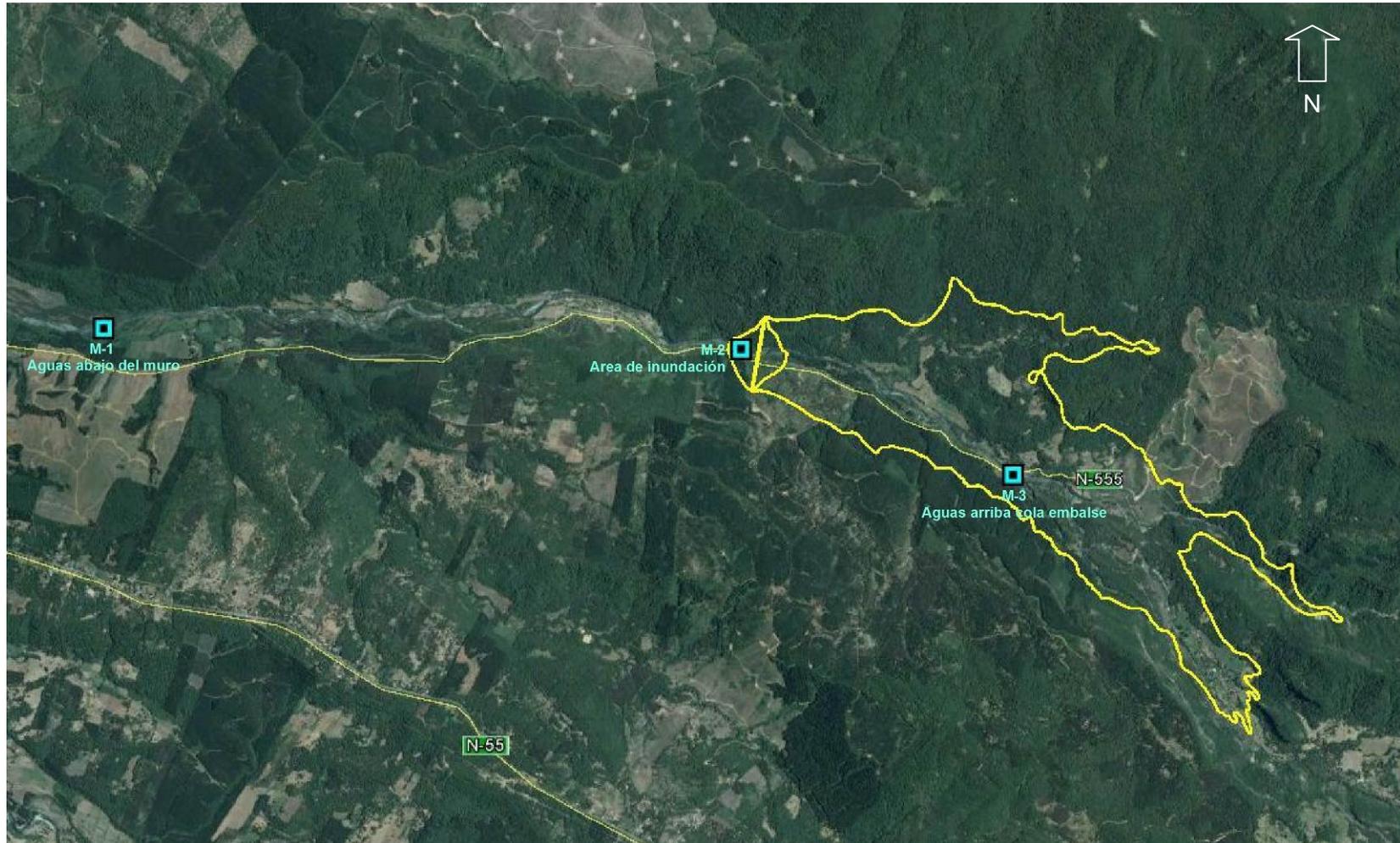
Se analizaron los aspectos físico-químicos y microbiológicos señalados en la Norma Chilena 1333/Of.78 para todos los parámetros de los usos en Riego y Vida Acuática.

A continuación, en la siguiente tabla, se indica la ubicación de las estaciones de muestreo (Ver Anexo 1, Lámina 1).

Tabla 4-2. Estaciones de toma de muestras de agua.

Nombre	UTM Este	UTM Norte
Estación M-1 : Aguas bajo del muro	257317	5924054
Estación M-2 : Área de inundación	262650	5924015
Estación M-3 : Aguas arriba Cola de Embalse	264921	5923043

Figura 4-7: Ubicación de estaciones de muestreo calidad de aguas



Fuente: Elaboración propia, en base a imagen Google Earth.

- **Resultados**

El detalle de los resultados se adjunta en Anexo 2 Calidad de Aguas.

a) **Campaña de verano**

- **Agua para riego**

- pH: El pH indica el balance entre ácidos y bases del agua. Todos los valores medidos se encuentran dentro del rango recomendable para riego, donde el pH puede oscilar entre 5,5 y 9,0 de acuerdo a la normativa NCh 1333. Los valores obtenidos resultaron bastante homogéneos, fluctuando entre 7,1 (estación M-1, aguas abajo del muro) y 7,4 (estación M-2, área de inundación).
- Conductividad: La conductividad mide la capacidad del agua de transportar corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la naturaleza y la concentración de los iones disueltos, la movilidad y valencia de los iones disueltos y la temperatura a la que se efectúa la medición.

En relación a los resultados de terreno, los valores obtenidos oscilan entre 105 y 115 $\mu\text{C}/\text{cm}$, siendo clasificado según NCh 1333 como “Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales”. El máximo permitido por la normativa asciende a 750 $\mu\text{C}/\text{cm}$.

- Coliformes fecales: son un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común y que utilizan como indicadores de contaminación.

Los resultados de la muestra estival indican valores muy bajos (7 NMP/100 ml en estación M-1), e inclusive fuera del límite de detección (<2 NMP/100 ml

en estaciones M-2 y M-3), por lo que se induce que el grado de contaminación de estas aguas es bastante bajo.

- **Sólidos Totales Disueltos:** Este parámetro representa la combinación de todas las sustancias orgánicas e inorgánicas que se encuentran en suspensión, dentro del cuerpo de agua.

Los valores conseguidos en la campaña de verano oscilan entre los 50 y 55 mg/l, mientras el máximo permitido equivale a 500 mg/l; siendo clasificado según la NCh 1333 como “Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales”.

- **Elementos químicos:** Se midieron las concentraciones de los más significativos Metales (aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, vanadio, zinc); No metales (selenio) y Aniones (cianuro, cloruro, fluoruro, sulfato y sodio porcentual).

Los resultados obtenidos indican que sólo en el parámetro de “Sodio Porcentual” se está excediendo el límite establecido por la normativa Nch 1333 de 35%, con valores de 37% en estación M-1 y M-3.

- Agua para vida acuática

- **Temperatura:** Las temperaturas presentan un mínimo de 12,3 °C en la estación M-3 y el máximo lo presenta el estación M-1 con 12,9 °C. El muestreo fue realizado en el verano de 2014.
- **Oxígeno disuelto:** En todas las muestras de la campaña, las concentraciones se encuentran por sobre los 5 mg/l que establece la norma de referencia

NCh 1333. Sus concentraciones oscilan entre los 9,8 mg/l (M-1) y 10,0 mg/l (M-2 y M-3).

- Alcalinidad Total: Los resultados obtenidos indican que en las estaciones M-1 y M-2 no se cumple con el mínimo establecido por la norma Nch 1333 (20 mg/l), obteniéndose valores de sólo 18 mg/l en ambos puntos de muestreo.
- Turbiedad: Equivale a la falta de transparencia de agua a causa de la concentración partículas en suspensión.

Los valores resultantes oscilan entre 4,3 y 7,4 NTU, lo que les permite estar dentro del límite establecido por la normativa (máx. 50 NTU).

- Sólidos Sedimentables: Representa la combinación de todas las sustancias orgánicas e inorgánicas contenidas en el cuerpo de agua que pueden precipitar.

Los resultados en las tres estaciones, se encuentran por debajo del límite de detección instrumental de 0.5 mg/ml.

- Color: Se origina por la presencia de materia orgánica, generalmente del suelo u otros contaminantes.

Los resultados de las tres estaciones, se encuentran por debajo del límite de detección instrumental de 5 Pt/Co.

- Sólidos Flotantes Visibles y Espumas no Naturales: Durante la campaña de muestreo, no se visualizó ningún tipo de estos componentes.
- Petróleo o cualquier tipo de Hidrocarburo: En la etapa de muestreo realizada, no se visualizó ningún tipo de estos componentes, tanto en su

superficie, orilla, fondo y ribera. Tampoco se detectaron olores en sus inmediaciones.

b) Campaña de otoño

▪ Agua para riego

- pH: Todos los valores obtenidos en terreno se encuentran dentro del rango recomendable para riego, donde el pH puede oscilar entre 5,5 y 9,0 de acuerdo a la normativa NCh 1333. Los resultados conseguidos fueron bastante similares, fluctuando entre 7,4 (estación M-2, área de inundación) y 7,5 (estación M-1 y M-3).
- Conductividad: En relación a los resultados de terreno, los valores obtenidos oscilan entre 51 y 52 $\mu\text{C}/\text{cm}$; el máximo permitido por la normativa asciende a 750 $\mu\text{C}/\text{cm}$; por ende, se clasifica según la NCh 1333 como “Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales”.
- Coliformes fecales: Los resultados de la muestra otoñal indican valores bastante más altos que los obtenidos en la campaña de verano, llegándose a obtener un valor de 230 NMP/100ml en la estación M-3 (Aguas arriba de cola del embalse). De todas formas, dichos valores se encuentran aún muy por debajo dentro del rango máximo permitido por la normativa nacional (1000 NMP/100ml).
- Sólidos Totales Disueltos: Los valores conseguidos en la campaña de otoño son 20 mg/l en las 3 estaciones de muestreo, por lo que califican como “Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales”, según la NCh 1333. El máximo permitido equivale a 500 mg/l.

- **Elementos químicos:** Se midieron las concentraciones de los más significativos Metales (aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, vanadio, zinc); No metales (selenio) y Aniones (cianuro, cloruro, fluoruro, sulfato y sodio porcentual).

Los resultados obtenidos en esta campaña indican que todos los parámetros medidos se sitúan dentro de los rangos aceptables para la norma chilena.

- Agua para vida acuática

- **Temperatura:** Las temperaturas presentan un mínimo de 5,5 °C en la estación M-3 y el máximo lo ostenta la estación M-1 con 5,8 °C. La muestra fue tomada en junio de 2014.
- **Oxígeno disuelto:** El muestreo efectuado en la campaña de otoño presenta valores normales respecto a este parámetro, los resultados fluctúan entre 9,80 mg/l (estación M-2, área de inundación) y 12,5 mg/l (M-1, aguas abajo del muro); cumpliendo de esta forma lo señalado por la normativa chilena, que establece un valor igual o mayor a 5 mg/l.
- **Alcalinidad Total:** Los resultados obtenidos en las 3 estaciones de monitoreo cumplen con el mínimo exigido por la Nch 1333 (20 mg/l), oscilando entre los 23 y 32 mg/l. Estos valores revierten los logrados en la campaña estival, donde en dos estaciones no se cumplía con el mínimo establecido.
- **Turbiedad:** Los valores resultantes oscilan entre 3,3 y 4,5 NTU, lo que les permite estar dentro del límite establecido por la normativa (máx. 50 NTU).
- **Sólidos Sedimentables:** Los resultados en las tres estaciones, se encuentran por debajo del límite de detección instrumental de 0.5 mg/ml.

- Color: Los resultados fluctúan entre 13 y 17 Pt/Co, lo que los sitúa dentro del rango permitido para este ítem, que es de máximo 100 Pt/Co.
- Sólidos Flotantes Visibles y Espumas no Naturales: Durante la campaña de muestreo, no se visualizó ningún tipo de estos componentes.
- Petróleo o cualquier tipo de Hidrocarburo: En la etapa de muestreo realizada, no se visualizó ningún tipo de estos componentes, tanto en su superficie, orilla, fondo y ribera. Tampoco se detectaron olores en sus inmediaciones.

A continuación se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos en las diversas campañas efectuadas en terreno.

Tabla 4-3. Resumen de Resultados de Análisis de Calidad del Agua según NCh 1333.

PARÁMETRO	UNIDAD	MAXIMO PERMITIDO	LD	VERANO			OTOÑO		
		NCh 1333	LÍMITE DE DETECCIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN
				M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Sodio Porcentual	%	35	*	37	35	37	34	25	31
Aluminio	ml/L	5	0,5	0,43	0,37	0,28	0,4	0,37	0,2
Arsénico	ml/L	0,1	0,001	0,009	<0,002	0,009	<0,002	<0,002	<0,002
Bario	ml/L	4	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio	ml/L	0,1	0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Boro	ml/L	0,75	0,01	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cadmio	ml/L	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cianuro	ml/L	0,2	0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloruro	ml/L	200	5	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobalto	ml/L	0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre	Mg/L	0,2	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1000	1,8	7	<2	<2	49	14	230
Conductividad a 25°C	us/Cm	<= 750	1	105	111	115	51	52	51
Cromo	ml/L	0,1	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Flúor	ml/L	1	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hierro	ml/L	5	0,01	0,23	0,18	0,14	0,42	0,25	0,14
Litio	ml/L	2,5	0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Manganeso	ml/L	0,2	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05
Mercurio	ml/L	<0,001	0,0005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	ml/L	0,01	0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

PARÁMETRO	UNIDAD	MAXIMO PERMITIDO	LD	VERANO			OTOÑO		
		NCh 1333	LÍMITE DE DETECCIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN
				M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Níquel	ml/L	0,2	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
pH a 20°C Laboratorio	UpH	5,5 a 9,0	0,1	7,1	7,4	7,3	7,5	7,4	7,5
Plata	ml/L	0,2	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo	ml/L	5	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Razón Adsorción Na (RAS)	ml/L	*	*	0,8	0,8	0,8	0,4	0,3	0,4
Selenio	ml/L	0,02	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sólidos Disueltos Totales	ml/L	<=500	5	50	50	55	20	20	20
Sulfato	ml/L	250	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Vanadio	ml/L	0,1	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc	ml/L	2	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Alcalinidad Total	ml/L	>= 20	0,2	18	18	20	28	32	23
Color Verdadero	Pt/Co	<=100	5	<10	<10	<10	13	16	17
Hidrocarburos	*	No debe haber detección visual, cubrimiento de fondo, orilla o ribera, olor perceptible	*	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

PARÁMETRO	UNIDAD	MAXIMO PERMITIDO	LD	VERANO			OTOÑO		
		NCh 1333	LÍMITE DE DETECCIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN	ESTACIÓN
				M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Oxígeno Disuelto	mg/l	>= 5	*	9,8	10	10	12,5	9,8	11
Sólidos Flotantes y Espumas	*	Ausentes	*	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Sólidos Sedimentables	ml/L	No exceder valor natural	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Temperatura	°C	No debe aumentar valor natural en más de 3°C	*	12,9	12,6	12,3	5,8	5,6	5,5
Turbiedad	NTU	<=50	0,05	7,4	5,6	4,3	3,3	4,5	3,7

- **Conclusiones**

A partir de los resultados obtenidos en las dos campañas de muestreo efectuadas, se puede concluir, primeramente, que las aguas analizadas en la muestra estival en relación a las concentraciones de Sodio porcentual y Alcalinidad total no se enmarcan dentro de los límites aceptados por la normativa chilena NCh 1333. Los indicadores para vida acuática cumplen la normativa.

A su vez, en el muestreo de calidad de aguas de otoño, todos los parámetros analizados cumplen o están dentro de lo establecido por la norma chilena NCh 1333, por lo que se podría señalar que estas aguas son aptas para el riego y, a su vez, pueden albergar vida acuática en sus diversas formas.

4.2 MEDIO BIÓTICO

4.2.1 Flora y Vegetación Terrestre

- **Antecedentes Generales**

La vegetación constituye una síntesis de las características climáticas, condiciones topográficas, propiedades del suelo, disponibilidad de agua y acciones antrópicas de un determinado lugar. Por su papel tanto en la cadena trófica, como en la estructuración del hábitat para otras especies de la comunidad y en las funciones ecosistémicas (i.e. servicios ecosistémicos), resulta razonable ver en la vegetación un indicador confiable de biodiversidad sensu lato. La vegetación constituye también un indicador confiable y eficiente de cambios dinámicos del sistema natural. Los patrones de cambio temporal son de extrema importancia en las evaluaciones ambientales, debido a que estos permiten establecer la capacidad de autoregeneración o la factibilidad de rehabilitación o restauración del ecosistema, aspectos usualmente requeridos en las propuestas de mitigación o monitoreo en los estudios de impacto ambiental (Pauchard et al., 2001).

- Área de Influencia

El AID está determinado por la superficie inundada por el espejo de agua del Embalse, obras anexas de mejoramiento, área de empréstitos y caminos de acceso al área del proyecto.

El AII, corresponde al área adyacente de las obras de construcción del embalse.

- Metodología

A continuación se presenta la metodología que se ocupó para la obtención de los antecedentes de Flora y Vegetación Terrestre en el área de estudio.

- i. Trabajo de Gabinete

- Revisión bibliográfica de los estudios de flora y vegetación en zona del proyecto

Para la revisión de la vegetación potencial y ecología del área de estudio se consultó principalmente la “Vegetación natural de Chile” (Gajardo, 1993) y “Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile” (Luebert y Plissock. 2006).

- Identificación de las especies en categorías de conservación existentes en el área

El estado de conservación de las especies de flora registradas en el área del Proyecto se obtuvo a partir de la revisión de los siguientes documentos oficiales siguiendo el orden de prelación establecido en el Memorando N°387/2008 de la División Jurídica de CONAMA:

- Decreto Supremo N° 52 de 2014 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso.
- Decreto Supremo N° 13 de 2013 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso;
- Decreto Supremo N° 19 de 2013 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso;
- Decreto Supremo N° 42 de 2012 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso;
- Decreto Supremo N° 41 de 2012 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso;
- Decreto Supremo N° 33 de 2012 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso;
- Decreto Supremo N° 23 de 2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), que aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- Decreto Supremo N° 51 de 2008 del MINSEGPRES, que aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- Decreto Supremo N° 50 de 2008 del MINSEGPRES, que aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;

- Decreto Supremo N° 151 de 2007 del MINSEGPRES, que aprueba la clasificación propuesta para 35 especies silvestres de flora y fauna, según su estado de conservación;
 - Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (listado nacional), de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) (1989) ; y
 - Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) (1998)
- Fotointerpretación de imágenes digitales

El trabajo de fotointerpretación se realizó considerando el recubrimiento del suelo utilizando imágenes disponibles en la base de Google Earth. La elaboración de polígonos con unidades homogéneas se basó en la discriminación durante la fotointerpretación en base a tono, color, textura y estructura de la imagen (Etienne y Prado, 1982). Los polígonos generados y que dieron cuenta de estas unidades homogéneas de vegetación fueron homologados a alguna de las categorías de recubrimiento del suelo establecidas durante la etapa anterior.

Con la información de la fotointerpretación se procedió a la generación de planos de trabajo en terreno. Estos incluyeron la imagen de fondo y el contorno de las unidades homogéneas descritas, proponiendo sobre éstas los puntos de levantamiento de información en terreno.

ii. Trabajo de Campo

La información recopilada a partir de la revisión bibliográfica fue validada y complementada con un trabajo en terreno los días 3, 4 y 5 de noviembre de 2014, en los cuales se realizaron recorridos pedestres registrando la flora y vegetación del área de obras y entorno circundante, siguiendo las recomendaciones técnicas de la Guía de Evaluación Ambiental y Flora Silvestre (Servicio Agrícola Ganadero (SAG) 2010).

- Muestreo y análisis de la información

Se efectuaron inventarios florísticos de área libre por medio de puntos de muestreo que fueron ubicados en el área del Proyecto.

Se realizó el levantamiento de la información considerando la estructura de la vegetación, cobertura y especies dominantes, entre otros.

Se revisaron las áreas fotointerpretadas en gabinete, corrigiendo la clasificación realizada y revisando, en lo posible, los límites espaciales de éstas. Simultáneamente, cada una de estas unidades se clasificó en términos de estructura, grado de cobertura y especies dominantes, de acuerdo a la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado, 1982). Esta caracterización se realizó utilizando la nomenclatura mencionada en las siguientes tablas.

Tabla 4-4. Rangos y categorías de altura por estrato vegetal y tipo biológico

Altura media (m)	Estrato	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
	Formación	Bosque	Matorral	Pradera
	<0,25	-	Bajo	Bajo
	0,25 – 0,5	-	Medio	Medio
	0,5 - 1	-	Alto	Alto
	1 - 2	-	Arborescente	-
	2 - 4	Bajo	-	-
	4 - 8	Medio	-	-
	>8	Alto	-	-

Fuente: Etienne y Prado, 1982.

Tabla 4-5. Categorías de densidad según rangos de cubrimiento

Rango cubrimiento	Categoría densidad
1 – 5%	Muy escaso
5 – 10%	Escaso
10 – 25%	Muy Claro
25 – 50%	Claro
50 – 75%	Poco denso
75 – 90%	Denso
90 – 100 %	Muy denso

Fuente: Etienne y Prado, 1982.

La determinación de las especies de flora se realizó directamente en terreno y, en forma paralela, mediante la colecta de material vegetal para ser identificado posteriormente en laboratorio en base a claves taxonómicas. La determinación y nomenclatura taxonómica de las muestras colectadas en terreno se basó principalmente en Hoffmann y Walter (2004). Marticorena y Quezada (1985), Marticorena y Rodríguez (1995, 2001, 2003, 2005), Riedemann *et al.* (2006), Zuloaga *et al.* (2008) y apoyada por listados de flora potencial que fueron obtenidos de Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2006).

La abundancia se obtuvo estimando visualmente la cobertura por especie en los sitios de inventario. La cobertura de las especies se estimó con base en la escala de abundancia-frecuencia de Braun-Blanquet (1979), cuyos valores se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 4-6. Índice de Braun-Blanquet, según categoría de abundancia-cubrimiento

Índice de Braun-Blanquet	Categoría de abundancia	Intervalo de cubrimiento (%)
r	1 – 3 individuos	<0,5
+	Pocos individuos	0,5 - 1,5
1	Abundante	1,5 - 5
2	Muy Abundante	5 - 25
3	Irrelevante	25 - 50
4	Irrelevante	50 - 75
5	Irrelevante	>75

Fuente: Braun-Blanquet 1979.

- Resultados

- i. Antecedentes Bibliográficos

De acuerdo a Gajardo (1994) el área de estudio se ubica en la Región del Bosque Caducifolio, subregión del Bosque Caducifolio del Llano, formación del Bosque Caducifolio de la Frontera.

En esta formación la vida vegetal presenta una presencia de bosques de hojas caducas, que se distribuyen en situaciones bajas, más allá de los 36° de latitud sur, ocupando la depresión central y los relieves montañosos de poca altitud; en ciertos sectores se aproxima a la costa oceánica. Es un territorio rico en posibilidades vegetacionales, encontrándose generalmente una fuerte penetración de especies laurifolias en la fisonomía típica de árboles de hoja caduca dominantes. Es el área de distribución geográfica del “Roble” (*Nothofagus obliqua*; Gajardo, 1994).

En específico, esta formación se caracteriza por ser una formación boscosa abierta, que se distribuye sobre suelos planos y lomajes en el sur-este de la VIII Región. Está fuertemente influida por el cambio en el uso del suelo en cultivos, praderas y plantaciones forestales.

De acuerdo a la “Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile” (Luebert y Pliscoff 2006), el área de obras del proyecto se encuentra inserta en el “Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*”, el que se caracteriza por la presencia de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue* en el dosel superior con presencia diferencial de *Ribes trilobum* y *Rhamnus diffusus* en la estrata arbustiva. Esta formación se encuentra profundamente degradada por la tala selectiva, por lo que en la mayor parte de su extensión presenta la forma de un matorral arborescente abierto. En algunas situaciones ha sido totalmente reemplazado por áreas de cultivo agrícola. Su distribución es principalmente costera, pero la penetración de la influencia marina al sur de la cordillera de Nahuelbuta permite su presencia en localidades del interior, en situaciones más húmedas que el Bosque caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua* y *Cryptocarya alba*.

Gradualmente, este piso de vegetación se encuentra cercano al “Bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus obliqua* y *Austrocedrus chilensis*” el que alterna su

distribución local en función de la exposición con bosques de *Austrocedrus chilensis* con especies esclerófilas, especialmente *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*, las que también se encuentran dentro del bosque caducifolio. *Nothofagus glauca* también es localmente abundante, en el sector precordillerano de Linares donde codomina junto con *Austrocedrus chilensis*. El estrato arbustivo es muy diverso, conformado por las esclerófilas ya mencionadas, además de *Ribes punctatum*, *Kageneckia oblonga*, *Aristotelia chilensis*, *Lomatia dentata*, *Lomatia hirsuta*, *Sophora macrocarpa*, *Colletia ulcina*, *Ugni molinae*, mientras que las principales herbáceas son *Elymus andinus* y *Osmorhiza chilensis*. Estos bosques llamados a veces de “roble de altura”, podrían estar en realidad dominados por *Nothofagus macrocarpa* en lugar de *N. obliqua*, pero faltan antecedentes poblacionales para asegurarlo.

ii. Resultados de Terreno

- Vegetación del área de estudio

Para determinar la vegetación del área de estudio se levantaron 5 puntos de muestreo en los cuales se determinaron 5 tipos de formaciones vegetacionales, asociada a 5 unidades de vegetación. Las siguientes tablas indican la ubicación de aquellos puntos y la respectiva unidad de vegetación asociada.

Tabla 4-7. Ubicación de los puntos de muestreo

N°	Coordenadas UTM (H 19, WGS 84)		Formación Vegetal
	E (m)	N (m)	
V-1	264.961	5.923.222	Bosque Renoval de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Persea lingue</i>
V-2	264.931	5.923.086	Pradera Perenne de <i>Bromus hordeaceus</i>
V-3	264.712	5.923.802	Bosque Pantanoso (Hualve) de <i>Drimys winteri</i> y <i>Myrceugenia exsucca</i>
V-4	263.305	5.923.396	Vegetación Ripariana de <i>Baccharis salicifolia</i> y <i>Galega officinalis</i>
V-5	264.289	5.923.250	Plantación de <i>Pinus radiata</i>

Tabla 4-8. Unidades de vegetación

Formación vegetal	Formación según COT	Especies dominantes*
Unidad vegetal		
Bosque poco denso	LA5 LB3 H1	NO PL AriCh
Pradera perenne densa	H6	bh ml ac ra sa
Bosque denso	LA6 LB4	DW ME PL BC Cq As
Matorral muy claro	LB3 H4	Rm Ru Bs go
Plantación poco densa	LA5	PR

* Especies Dominantes: ARBOL: NO: *Nothofagus obliqua*, PL: *Persea lingue*, DW: *Drimys winteri*, ME: *Myrceugenia exsucca*, BC: *Blepharocalix cruckshankisii*, PR: *Pinus radiata*, AriCh: *Aristotelia chilensis*. ARBUSTOS: Cq: *Chusquea quila*, As: *Azara serrata*, Ru: *Rubus ulmifolius*, Rm: *Rosa moschata*, Bs: *Baccharis salicifolia*. HIERBAS: bh: *Bromus hordeaceus*, ml: *Medicago lupulina*, ac: *Aira caryophyllea*, ra: *Rumex acetocella*, sa: *Scleranthus anuus*, go: *Galega officinalis*.

- Bosque renoval de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue* (LA5 LB3 H1).

Formación boscosa caducifolia que se encuentra principalmente en zonas de laderas. La composición específica puede variar dependiendo del grado de perturbación que recibe esta formación, el estrato leñoso alto de *Nothofagus obliqua*, *Persea lingue* e individuos aislados de *Nothofagus alpina* posee una cobertura poco densa, la cual permiten el ingreso lumínico facilitando la colonización del estrato leñoso bajo con especies heliófilas como *Aristotelia chilensis* y en menor grado de *Rubus constrictus*. El estrato herbáceo es muy escaso y no hay dominancia por parte de alguna especie.

Fotografía 4-1. Bosque Renoval *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*



➤ Pradera perenne de *Bromus hordeaceus* (H6)

Las pequeñas zonas planas aledañas al río, permiten el establecimiento de un mosaico de elementos vegetales cuya dominancia por parte de herbáceas como *Bromus hordeaceus* permiten la configuración de una pradera densa con especies mayoritariamente perenne (*Plantago lanceolata*, *Rumex acetosella* y *Medicago lupulina*), donde es posible encontrar individuos aislados arbóreos (*Austrocedrus chilensis*, *Persea lingue*, *Citronella mucronata* o *Sophora macrocarpa*) como arbustivo (*Ribes punctatum*, *Solanum crispum* o *Rubus ulmifolius*). La presencia de estos últimos corresponde a una versión muy degradada de lo que fue la formación dominante anterior, como consecuencia del alto grado de intervención antrópica.

Fotografía 4-2. Pradera Perenne de *Bromus hordeaceus*



- Bosque pantanoso (hualve) de *Drimys winteri* y *Myrceugenia exsucca* (LA6 LB4).

Formación boscosa perennifolia densa (de 75 a 90%), ubicados en depresiones que permiten una alta concentración de humedad edáfica. Es una comunidad muy homogénea en cuanto a su composición, dominada principalmente por “Canelo” (*Drimys winteri*) y Mirtaceas (*Blepharocalix cruckshankisi* y *Myrceugenia exsucca*) en el estrato leñoso alto con alturas que llegan a los 10 m de altura. La presencia dominante de “Quila” (*Chusquea quila*) en el estrato leñoso bajo se da preferentemente en lugares de mayor pendiente y con menor humedad.

Fotografía 4-3. Bosque Pantanoso de *Drimys winteri* y *Myrceugenia exsucca*



- Vegetación ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Galega officinalis* (LB13 H4).

Zona aledaña al curso de agua, de sustrato arenoso con cantos rocosos rodados, que están afectos a inundaciones temporales la cual permite el establecimiento de pequeños parches de vegetación en zonas de mayor estabilidad mecánica. La cobertura y distribución de esta comunidad se desarrolla de forma heterogénea permitiendo el desarrollo de individuos de “Chilca” (*Baccharis salicifolia*) y en el estrato leñoso bajo acompañado por “Galega” (*Galega officinalis*) en el estrato herbáceo, la cual es ampliamente dominante a lo largo de esta unidad.

Fotografía 4-4. Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Galega officinalis*



- Plantación de Pino (LA5).

Pequeño rodal denso (75 a 90%) compuesto en su totalidad por *Pinus radiata* en el estrato leñoso alto, con alturas que van desde los 8 a 12 m. El estrato leñoso bajo sólo presenta algunos individuos ocasionales de “Maqui” (*Aristotelia chilensis*) y “Rosa mosqueta” (*Rosa moschata*). El estrato herbáceo no presenta dominancia por parte de alguna a especie, al menos durante la fecha de la campaña de terreno.

Fotografía 4-5. Plantaciones de *Pinus radiata*



- Flora del área de estudio

La flora registrada en el área de estudio alcanza a 88 especies de plantas vasculares distribuidas en 57 familias y 88 géneros, correspondientes al 29,8 % y 8,0 % del estimado para Chile continental (Marticorena, 1990). La siguiente tabla precisa las distintas especies identificadas en el área de estudio de este proyecto.

Tabla 4-9. Flora del área de estudio

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
Adiantaceae	<i>Cheilanthes hypoleuca</i> (Kunze) Mett	Herbáceo	Nativo
Aextoxicaceae	<i>Aextoxicon punctatum</i> R. et P.	Arbóreo	Nativo
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea salcilla</i> (L.) Herb.	Herbáceo	Endémico
Amaryllidaceae	<i>Gilliesia graminea</i> Lindl.	Herbáceo	Endémico

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabr..	Arbóreo	Nativo
Apiaceae	<i>Sanicula crassicaulis</i> Poepp. ex DC.	Herbáceo	Nativo
	<i>Ozmorhiza chilensis</i> H. et A.	Herbáceo	Nativo
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (R. et P.) Pers.	Arbustivo	Nativo
	<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	Herbáceo	Alóctono
	<i>Sonchus asper</i> (L.) J. Hill	Herbáceo	Alóctono
Berberidaceae	<i>Berberis congestiflora</i> Gay	Arbustivo	Endémico
	<i>Berberis microphylla</i> G. Forster	Arbustivo	Nativo
Blechnaceae	<i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett.	Herbáceo	Nativo
	<i>Blechnum hastatum</i> Kaulf.	Herbáceo	Endémico
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.	Herbáceo	Alóctona
Brassicaceae	<i>Cardamine</i> sp.	Herbáceo	-----
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> sp.	Arbustivo	-----
Cardiopteridaceae	<i>Citronella mucronata</i> (R. et P.) D. Don	Arbóreo	Endémico
Caryophyllaceae	<i>Scleranthus annuus</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Stellaria chilensis</i> Ped.	Herbáceo	Nativo
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i> (Mol.)	Arbóreo	Nativo
Cupressaceae	<i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don) Pic. Ser. et Bizz	Arbóreo	Nativo
Cyperaceae	<i>Uncinia</i> sp.	Herbáceo	-----
Dryopteridaceae	<i>Polystichum chilense</i> (Christ) Diels	Herbáceo	Nativo
Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stuntz	Arbóreo	Nativo
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> H.B.K.	Herbáceo	Nativo
Flacourtiaceae	<i>Azara serrata</i> Ruiz & Pav.	Arbustivo	Endémico
Geraniaceae	<i>Erodium bothrys</i> (Cav.) Bertol.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Geranium core-core</i> Steud.	Herbáceo	Nativo
Gunneraceae	<i>Gunnera tinctoria</i> (Mol.) Mirb.	Herbáceo	Nativo
Hydrangeaceae	<i>Hydrangea serratifolia</i> (H. et A.) F. Phil.	Herbáceo	Nativo
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia secunda</i> J.F. Gmel.	Herbáceo	Nativo

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
Iridaceae	<i>Olsynium junceum</i> (E. Mey. Ex K. Presl) Goldbl.	Herbáceo	Endémico
	<i>Solenomelus pedunculatus</i> (Gill. ex Hook.) Hochr.	Herbáceo	Endémico
Lamiaceae	<i>Stachys grandidentata</i> Lindl.	Herbáceo	Nativo
Lardizabalaceae	<i>Boquila trifoliolata</i> (DC) Dcne	Herbáceo	Nativo
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i> (Mol.) Looser	Arbóreo	Endémico
	<i>Persea lingue</i> (Miers ex Bert.) Nees	Arbóreo	Nativo
Monimiaceae	<i>Laureliopsis philipiana</i> (Looser) schoedd	Arbóreo	Endémico
Myrtaceae	<i>Blepharocalix cruckshankisii</i> (H. et A.) Nied.	Arbóreo	Nativo
	<i>Luma apiculata</i> (DC) Burret	Arbóreo	Nativo
	<i>Myrceugenia exsucca</i> (DC) Berg.	Arbóreo	Nativo
	<i>Myrceugenia parvifolia</i> (DC.) Kausel	Arbóreo	Endémico
Nothofagaceae	<i>Nothofagus alpina</i> (R.et P.) Oerst.	Arbóreo	Nativo
	<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb) Oerst.	Arbóreo	Nativo
	<i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.) Oerst.	Arbóreo	Endémico
Onagraceae	<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.	Arbustivo	Nativo
Orchidaceae	<i>Gavilea longibracteata</i> (Lindl.) Sparre ex L.E.Navas (Lam.) Garay & Ormd.	Herbáceo	Endémico
Oxalidaceae	<i>Oxalis valdiviensis</i> Barn.	Herbáceo	Nativo
Papilionaceae	<i>Galega officinalis</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Lupinus microcarpus</i> Sims	Herbáceo	Nativo
	<i>Medicago lupulina</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Otholobium glandulosum</i> (L.) Grimes	Arbustivo	Endémico
	<i>Sophora cassioides</i> (Phil.) Sparre	Arbóreo	Endémico
	<i>Sophora macrocarpa</i> J. E. Sm.	Arbóreo	Endémico
	<i>Trifolium arvense</i> L.	Herbácea	Alóctono

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
	<i>Vicia sativa</i> L.	Herbáceo	Alóctono
Philesiaceae	<i>Lapageria rosea</i> R. et P.	Arbustivo	Endémico
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i> D. Don	Arbóreo	Alóctono
	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Arbóreo	Alóctono
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Herbáceo	Alóctono
Poaceae	<i>Aira caryophyllea</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Chusquea culeou</i> Desv.	Arbustivo	Nativo
	<i>Chusquea quila</i> Kunth	Arbustivo	Nativo
Podocarpaceae	<i>Podocarpus saligna</i> D. Don	Arbóreo	Endémico
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (J. E Jm) Johnst.	Arbóreo	Nativo
	<i>Rumex acetosella</i> L.	Arbustiva	Alóctono
Proteaceae	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam) Diels ex Macbr	Arbóreo	Nativo
Quillajaceae	<i>Quillaja saponaria</i> Mol.	Arbóreo	Endémico
Rhamnaceae	<i>Discaria chacaye</i> (G. Don) Tort.	Arbustivo	Nativo
Rosaceae	<i>Acaena argentea</i> R. et P.	Herbáceo	Nativo
	<i>Acaena ovalifolia</i> R. et P.	Herbáceo	Nativo
	<i>Potentilla chilensis</i> (L.) Mabb.	Herbáceo	Nativo
	<i>Rosa moschata</i> Herrm.	Arbustivo	Alóctono
	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Arbustivo	Alóctono
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Ex Griseb.	Herbáceo	Nativo
	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. F) Druce	Herbáceo	Nativo
Salicaceae	<i>Populus x-euroamericana</i> Cv	Arbóreo	Alóctono
Santalaceae	<i>Myoschilo oblonga</i> R. et P.	Arbustivo	Nativo
Saxifragaceae	<i>Ribes punctatum</i> R. et P.	Arbustivo	Nativo
Scrophulariacea	<i>Calceolaria corymbosa</i> R. et P.	Arbustivo	Alóctono

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
	<i>Ourisia ruelloides</i> (L.f.) Kuntze.	Herbáceo	Nativo
	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Herbáceo	Alóctono
Solanaceae	<i>Solanum crispum</i> R. et P.	Arbustivo	Nativo
Thymelaceae	<i>Ovidia pillopi</i> (Gay) Meisn.	Arbustivo	Nativo
Verbenaceae	<i>Rhaphitamnus spinosus</i> (A. L. Juss.) Mol.	Arbustivo	Nativo
Violaceae	<i>Viola portalesia</i> Gay	Herbáceo	Endémica
Vitaceae	<i>Cissus striata</i> Ruiz & Pav.	Herbáceo	Nativo
Winteraceae	<i>Drimys winteri</i> J.R. et G. Forster	Arbóreo	Nativo

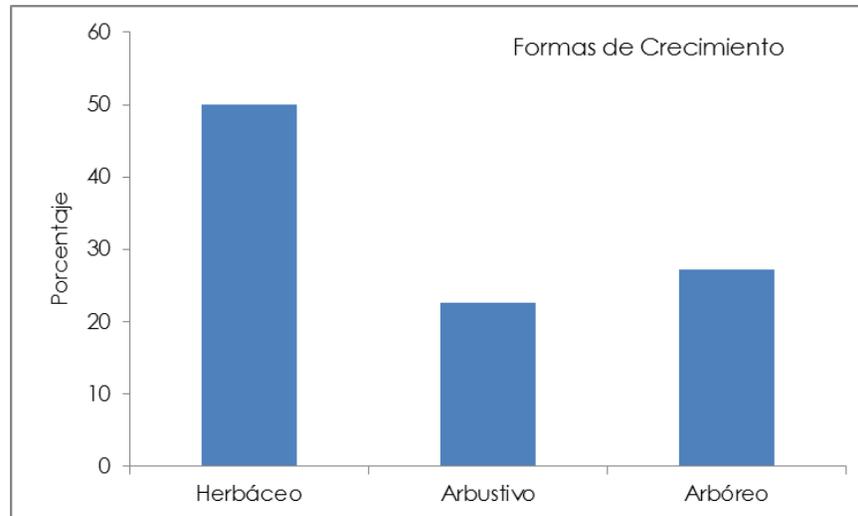
La familia Papilionaceae es la más abundante con 8 especies, seguida de la familia Rosaceae con 5 especies. Las familias Poaceae y Myrtaceae se encuentran presentes con 4 especies, mientras que la familia Scrophulariaceae tiene 3 especies. De las 57 familias presentes, 40 de ellas (70,1 %) están representadas por una sola especie.

Tabla 4-10. Familias con mayor riqueza en el área de estudio

Familia	Total	(%)
Papilionaceae	8	14,0
Rosaceae	5	8,7
Myrtaceae	4	7,1
Poaceae	4	7,1
Scrophulariaceae	3	5,2

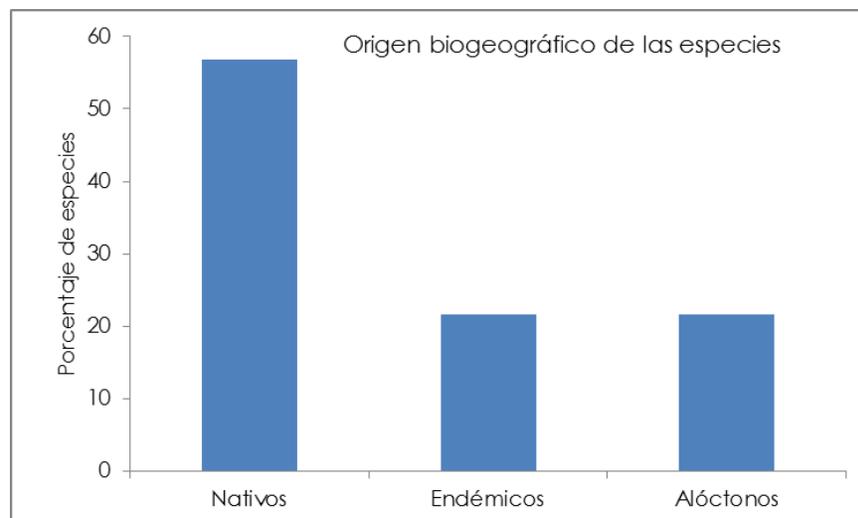
La forma de vida más frecuente y predominante es la herbácea con un 50,0 %, luego el arbóreo con un 27,2 % y finalmente el arbustivo con un 22,7 % del total de la flora vascular presente.

Gráfico 4-2. Formas de crecimiento de la flora presente en el área del proyecto



Desde el punto de vista geográfico, la flora registrada está compuesta en un 56,8 % de taxa nativos, en tanto los alóctonos asilvestrados en un 21,6 % y endémicos en un 21,6 %

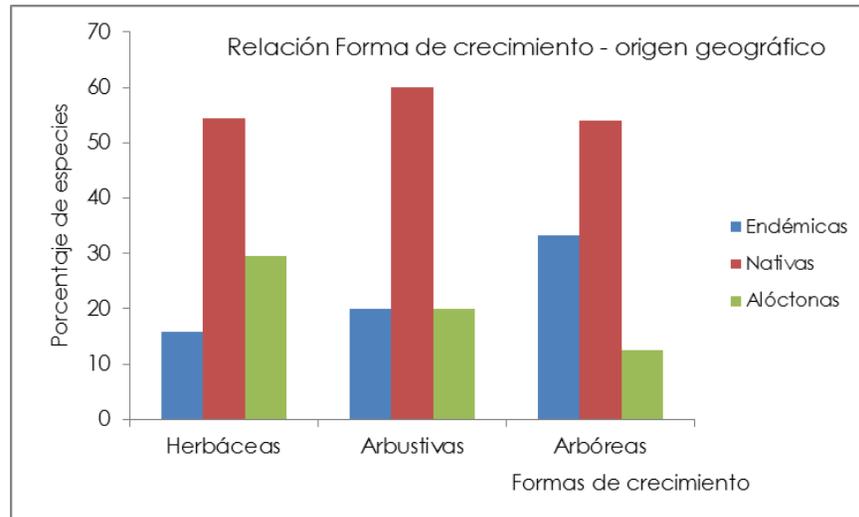
Gráfico 4-3. Origen geográfico de la flora presente en el área del proyecto



La relación entre formas de crecimiento y origen biogeográfico de las especies muestra que las especies nativas son las más abundantes en los tres grupos. Las especies arbóreas son las que presentan el mayor grado de endemismo (33,3 %), mientras que por

el contrario, las especies herbáceas son las que presentan el mayor número de taxa introducidos (29,5 %).

Gráfico 4-4. Relación entre formas de crecimiento y origen biogeográfico de las especies.



- Especies en categoría de conservación

En el área de estudio se detectó la presencia de 7 especies en categoría de conservación, las cuales se indican a continuación:

- *Citronella mucronata*: está clasificada como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 13 del 2013 del Ministerio del Medio Ambiente.
- *Austrocedrus chilensis*: está clasificada como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 42 del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente.
- *Blechnum chilense*: está clasificada como Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 19 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente.
- *Gilliesia graminea*: está clasificada como Vulnerable por el Decreto Supremo N° 13 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente.

- *Blechnum hastatum*: está clasificada como Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 19 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente.
- *Persea lingue*: está clasificada como Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 42 del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente.
- *Lapageria rosea*: es una especie protegida por el DS 129/71 que prohíbe el arranque, transporte, tenencia y comercia de copihues.

• Conclusiones

En el área del proyecto se determinaron 5 tipos de formaciones vegetacionales, asociadas a 5 unidades de vegetación.

Dentro de los resultados encontrados se detectó la presencia de 88 especies de flora vascular, las cuales estaban distribuidas en 57 familias y 82 géneros, correspondientes al 29,8 % y 8,0 % del estimado para Chile continental. Estas especies presentan un 56,2 % de taxa nativos, 21,6 % de alóctonos asilvestrados y 21,6 % endémicos de Chile.

La familia mejor representada fue la Papilionaceae con 7 géneros seguida de la familia Rosaceae con 6 y Poaceae y Scrophulariaceae con 4, respectivamente.

Se detectó la presencia de 7 especies en categorías de conservación. El “Ciprés de la cordillera” (*Austrocedrus chilensis*) y el “Lingue” (*Persea lingue*) como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 42 del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente; los helechos “Costilla de Vaca” (*Blechnum chilense*) y “Quil quil” (*Blechnum hastatum*) clasificados con Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 19 del 2013 del Ministerio de Medio Ambiente y finalmente el “Naranjillo” (*Citronella mucronata*) clasificado como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 13 del 2013 del Ministerio del Medio Ambiente. *Gilliesia graminea* está clasificada como Vulnerable por el Decreto Supremo N° 13 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente y *Lapageria rosea* es una especie protegida por el DS 129/71 que prohíbe el arranque, transporte, tenencia y comercia de copihues.

En área de influencia directa del proyecto presenta una intervención antrópica significativa que se manifiesta en plantaciones de especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*), así como en praderas abandonadas donde predominan las especies herbáceas perennes.

4.2.2 Fauna Terrestre

- **Antecedentes Generales**

En la región centro sur de Chile, se concentra 2/3 de la población de Chile y gran parte de las actividades silvoagropecuarias e industriales. Estas actividades han degradado enormemente la vegetación boscosa original la que incluso ha desaparecido en algunos sectores.

Lo anterior tiene serias repercusiones en la comunidad de vertebrados terrestres, donde muchas de las especies presentan singularidades en la preferencia de los hábitats que solo el bosque puede ofrecer. La pérdida del bosque templado, por ejemplo, implica la ampliación del rango de distribución de especies pertenecientes al bosque esclerófilo y la degradación de ambos bosques, la disminución de la riqueza de especies y la abundancia de algunas más vulnerables debido a los cambios en la estructura del bosque.

- **Área de Influencia**

El Área de Influencia Directa corresponde a la superficie inundada propiamente tal.

El Área de Influencia Indirecta corresponde a las laderas y áreas que circundan el embalse.

- **Metodología**

- i. Trabajo de Gabinete

Para realizar la caracterización de la fauna terrestre presente en el área del proyecto se utilizaron trabajos tanto generales como específicos. En el caso de los mamíferos se utilizaron trabajos clásicos de reconocimiento de las especies chilenas (Osgood 1943, Miller & Rottmann 1976, Mann 1978, Campos 1986, Muñoz & Yañez 2000, Iriarte 2009). Para las aves, se consultaron guías de aves chilenas (Araya & Millie 1986, Jaramillo et al

2003). Por último, para el caso de la herpetofauna se revisaron listas y trabajos biogeográficos de las especies de reptiles y anfibios presentes en Chile (Díaz 1983, Donoso-Barros 1966, Veloso & Navarro 1988, Núñez 1992, Mella 2005, Maldonado & Labra 2008).

En cuanto a la clasificación por categoría de conservación, se tomaron en cuenta todas las clasificaciones legales tales como el D.S. N° 151/2007, D.S. N° 50/2008, D.S. N° 51/2008, D.S. N° 23/2009, D.S. 33/2011, D.S. 41/2011, D.S. 42/2011, D.S. 19/2012 y D.S. 13/2013 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y Ministerio del Medio Ambiente y el D.S. 05/98 de la Ley de Caza 19.473 y su Reglamento versión 2012 (SAG 2012).

ii. Trabajo de Campo

Se realizó una campaña de terreno, entre los días 3, 4 y 5 de noviembre de 2014 durante la estación climática de primavera. Se recorrió el área potencial del embalse a modo de evaluación previa, donde se definieron ocho (8) Puntos de Observación de Fauna (POF), (Ver Anexo 1, Cartografía). La siguiente tabla indica las coordenadas de los puntos de observación establecidos para este estudio.

Tabla 4-11. Coordenadas de los Puntos de Observación de Fauna (POF).

POF	Coordenadas 19 H; WGS 84 (E-S)	Altitud (msnm)
1	265161 5923043	646 m
2	264930 5923037	620 m
3	264716 5923171	615 m
4	264305 5923396	613 m
5	264305 5923421	609 m
6	263634 5923664	635 m
7	263712 5923802	590 m
8	266418 5921517	716 m

Las trampas Sherman fueron dispuestas en 4 transectos lineales de 20 trampas cada uno durante dos noches, lo que otorga un esfuerzo de captura de 80/trampas/noche. Los transectos se ubicaron en las cercanías de los POF 7, POF 3, POF 1 y POF 8.

iii. Métodos de muestreo

- Herpetozoos

La riqueza y abundancia de anfibios y reptiles se determinó mediante la búsqueda de individuos bajo rocas, entre la vegetación y cavidades en el suelo.

- Aves

En el caso de las aves rapaces, se anotaron todas las especies registradas dentro del área del proyect. La riqueza de las aves "cantoras" se estimó mediante la realización de conteos en cada Punto de Muestreo.

Se detectaron todos los individuos dentro de un radio de 30 metros; cada observación tuvo una duración de ocho minutos. Se usaron prismáticos de aumento 7 x 35.

- Mamíferos

La riqueza de especies de mamíferos mayores se estimó mediante la búsqueda de evidencias indirectas como fecas, huellas, restos óseos y cavidades.

En el caso de los micromamíferos, se realizaron 4 transectos de trampas Sherman, con 20 unidades cada una, con un esfuerzo de captura de 80/trampas/noche.

- **Resultados**

- i. Riqueza

Se registró la presencia de 30 especies de vertebrados terrestres, pertenecientes a las clases Anfibios (1), Reptiles (6), Aves (19) y a la clase Mamíferos (4). El Punto de Observación POF1 congregó la mayor riqueza de especies. La siguiente tabla presenta la riqueza de especies en el área de estudio.

Tabla 4-12. Riqueza de especies

Nombre Científico	Nombre Común	Puntos de Observación (POF)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
CLASE ANFIBIOS									
FAMILIA LEIUPERIDAE									
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos				X			X	
CLASE REPTILES									
FAMILIA COLUBRIDAE									
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga		X						
FAMILIA TROPIDURIDAE									
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno			X					
<i>Liolaemus gravenhorsti</i>	Lagartija de Gravenhorst		X						X
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata		X						X
<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija pintada	X	X			X			
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	X						X	
AVES RAPACES									
FAMILIA ACCIPITRIDAE									
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho		X						
FAMILIA FALCONIDAE									
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo				X				
FAMILIA STRIGIDAE									
<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho		X				X		
AVES NO RAPACES									

Nombre Científico	Nombre Común	Puntos de Observación (POF)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
FAMILIA THERESKIORNITHIDAE									
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria						X	X	X
FAMILIA PHASIANIDAE									
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz		X			X			
FAMILIA COLUMBIDAE									
<i>Columba araucana</i>	Torcaza	X	X						
<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana							X	
FAMILIA TROCHILIDAE									
<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor chico	X					X		
FAMILIA FURNARIIDAE									
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito					X	X		
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete común		X						
<i>Pygarrhichas albogularis</i>	Comesebo						X		
FAMILIA TYRANNIDAE									
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-fío	X					X		
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito			X					
<i>Xolmis pyrope</i>	Dicuón			X					
FAMILIA HIRUNDINIDAE									
<i>Pygochiledon cyanoleuca</i>	Golodrina doso negro					X			
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena								X
FAMILIA TROGLODYTIDAE									
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán			X					X
FAMILIA MUSCICAPIDAE									
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal		X			X			
AVES ACUÁTICAS									
FAMILIA PHALACROCORACIDAE									
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco				X			X	
Riqueza de especies		5	10	4	3	5	6	5	5

ii. Anfibios

Se obtuvo evidencias de una especie, en estado larval, en la ribera del río Chillán, específicamente en los POF 4 y 7. Se trata del sapito de cuatro ojos, *Pleurodema thaul*. La siguiente fotografía corrobora la evidencia antes mencionada

Fotografía 4-6. Larvas del sapito de cuatro ojos.



iii. Reptiles

Se observaron 6 especies. La lagartija esbelta, *Liolaemus tenuis* fue la más abundante, seguido *Liolaemus pictus*; se observó un individuo de la culebra de cola larga, *Philodryas chamissonis*. (Mayor información, Ver Anexo 3).

Tabla 4-13. Abundancia de Reptiles.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancias	
		Absoluta	Relativa
		(n)	(%)
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	1	6,7

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancias	
		Absoluta	Relativa
		(n)	(%)
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	1	6,7
<i>Liolaemus gravenhorsti</i>	Lagartija de Gravenhorst	3	20,0
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	1	6,7
<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija pintada	4	26,7
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	5	33,3
Total		15	100

Fotografía 4-7. Culebra de cola larga.



iv. Aves

Se registraron tres especies de aves rapaces. En términos de abundancia, dos registros corresponden al chuncho, *Glaucidium nanum*, uno para el aguilucho, *Buteo polyosoma* y uno para el cernícalo, *Falco sparverius*.

Tabla 4-14. Abundancia de Aves Rapaces.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancias	
		Absoluta	Relativa
		(n)	(%)
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	1	25,0
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	1	25,0
<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho	2	50,0
Total		4	100,0

Fotografía 4-8. Aguilucho.



En lo que respecta a aves no rapaces, se encontraron especies comunes en este tipo de ambientes, bosques mixtos de especies nativas y plantaciones de pino. Las Familias Furnariidae y Tyrannidae, albergaron el mayor número de especies; las principales abundancias pertenecen a las especies *Elaenia albiceps* (fio fio, migratoria de verano), *Callipepla californica* (codorniz, introducida), *Columba araucana* (torcaza, endémica) y *Pygochiledon cyanoleuca* (golondrina de dorso negro), desde el 9,8% de abundancia relativa. Destacan especies propias del bosque como el rayadito, *Aphrastura spinicauda* y el comesebo, (*Pygarrhichas albogularis*).

Tabla 4-15. Abundancia de Aves No Rapaces.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancias	
		Absoluta	Relativa
		(n)	(%)
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	2	4,9
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	4	9,8
<i>Columba araucana</i>	Torcaza	4	9,8
<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	2	4,9
<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor chico	3	7,3
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	3	7,3
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete común	2	4,9
<i>Pygarrhichas albogularis</i>	Comesebo	1	2,4
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-fío	5	12,2
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	2	4,9
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	1	2,4
<i>Pygochiledon cyanoleuca</i>	Golondrina dorso negro	4	9,8
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	3	7,3
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	3	7,3
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	2	4,9
Total		41	100,00

Respecto de las aves asociadas a ambientes acuáticas, solo hubo registros de *Phalacrocorax brasiliensis* (yeco o cormorán negro), registrado en vuelo en sentido altitudinal.

v. Mamíferos

No se obtuvo registros de mamíferos mayores como carnívoros, felinos y mustélidos. Mediante el trampeo de micromamíferos se obtuvo captura de cuatro especies, siendo la más abundante el ratón de cola larga, *Oligoryzomys longicaudatus*, seguido del ratón oliváceo, *Abrothrix olivaceus*, quien además fue la de más amplia distribución (tres de

cuatro transectos). Hubo captura de una especie del género introducido *Rattus*, particularmente el guarén, *Rattus norvegicus*, en el transecto 1.

Tabla 4-16. Abundancia de Micromamíferos

Nombre Científico	Nombre Común	Transecto Trampas Sherman				Abundancias	
		1	2	3	4	Absoluta	Relativa
		265161 5923043	264930 5923037	264716 5923171	264305 5923396	(n)	(%)
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón de pelo largo				1	1	11,1
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo		1	1	1	3	33,3
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga		3	1		4	44,4
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	1				1	11,1
Total		1	4	2	2	9	100,00

Fotografía 4-9. Ratón de pelo largo (*A. longipilis*).



vi. Categorías de conservación de especies

En el área de emplazamiento del proyecto, se registraron nueve especies que se encuentran en categoría de conservación, un anfibio, cinco reptiles, dos aves y un mamífero. Dos se encuentran en categoría En Peligro (EP), la torcaza, *Columba araucana* y la lagartija de Gravenhorst (SAG 2012), que además están consideradas con densidades poblacionales reducidas. El sapito de cuatro ojos, *Pleurodema thaul*, según el DS 41/11 se encuentra Casi Amenazada (NT); cuatro especies se encuentran como Vulnerable (V), algunas de ellas con densidades poblacionales reducidas. Dos especies están catalogadas como Inadecuadamente conocidas (I), un reptil y un mamífero. El DS 19/12, considera a cuatro especies de lagartija como Preocupación menor (LC), aunque en la ley de caza se están consideradas como mucho más amenazadas. La siguiente tabla resume el estado de conservación de las especies identificadas.

Tabla 4-17. Categoría de Conservación de Especies.

Especies		Ley de Caza 19.473 (2012)				D.S 41/11	D.S. 19/12
		Zona Sur	B	S	E		
Nombre científico	Nombre común						
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	F			E	NT	
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	V	B		E		
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	I	B		E		LC
<i>Liolaemus gravenhorsti</i>	Lagartija de Gravenhorst	EN		S	E		
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	F		S	E		LC
<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija pintada	V			E		LC
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	V		S	E		LC
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho		B		E		
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo		B		E		
<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho		B		E		
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	V	B				
<i>Callipepla californica</i> (1)	Codorniz						
<i>Columba araucana</i>	Torcaza	EP		S			

Especies		Ley de Caza 19.473 (2012)				D.S 41/11	D.S. 19/12
Nombre científico	Nombre común	Zona Sur	B	S	E		
<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana				E		
<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor chico		B		E		
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito		B				
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete común		B				
<i>Pygarrhichas albogularis</i>	Comesebo		B				
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-fío		B		E		
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito		B		E		
<i>Xolmis pyrope</i>	Dicuón		B		E		
<i>Pygochiledon cyanoleuca</i>	Golodrina doso negro		B		E		
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena		B		E		
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán		B		E		
<i>Turdus falcklandii*</i>	Zorzal						
<i>Phalacrocorax brasilianus*</i>	Yeco						
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón de pelo largo	I					LC
<i>Abrothrix olivaceus*</i>	Ratón oliváceo						
<i>Oligoryzomys longicaudatus*</i>	Ratón de cola larga						
<i>Rattus norvegicus</i> (1)	Güarén						

EP: En Peligro, V: Vulnerable, I: Inadecuadamente conocida, F: Fuera de peligro, NT: Casi Amenazada, LC: Preocupación menor, (En): Especie Endémica, (1): Especie introducida, *: No se encuentra en el listado del SAG (2012); B: Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; S: Especie catalogada con densidades poblaciones reducidas; E: Especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

• Conclusiones

La riqueza del área del proyecto es diversa, estando presente especies de todas las clases de vertebrados terrestres. En general, el paisaje mantiene un alto grado de sus características originales, conservando hábitats de interés para algunas especies.

Todos los ambientes dentro del área de proyecto, tanto terrestres como acuáticos, con menor o mayor grado de perturbación son importantes como refugio de fauna, debido a que la matriz del paisaje es fuente de dispersión de especies, ya que contiene un alto grado de sus características originales. Por ejemplo, la presencia de anfibios en el río Chillán, indica condiciones favorables para el mantenimiento de algunas poblaciones, a pesar de la perturbación antrópica en algunos de sus tramos.

La familia de los reptiles es diversa y habita diversos ambientes. Junto a los anfibios, son especies altamente amenazadas, debido a sus tamaños poblacionales y baja movilidad.

La presencia de aves rapaces, también manifiestan la disponibilidad de una variedad de recursos tróficos, como pequeños vertebrados.

En cuanto al ensamble de aves no rapaces, estas se encuentran en un gran número de hábitats, adaptándose fácilmente a condiciones menos favorables. La presencia de especies incluye aquellas que son propias del bosque esclerófilo y del bosque templado, por ser esta una zona de transición entre ambos tipos vegetacionales.

Si bien no hubo evidencias de mamíferos mayores, su presencia es potencial, tanto para carnívoros, felinos y mustélidos. En el caso de los micromamíferos, las especies del género *Abrothrix*, son las más comunes, pero son poco frecuentes, lo que indica un buen estado de los hábitats.

4.2.3 Flora y Fauna Acuática

- **Antecedentes Generales**

El área de estudio está incluida en la microcuenca hidrográfica del Río Chillán, el cual se inserta en la subcuenca de Ñuble bajo, en la gran unidad hidrográfica del Río Itata, en la provincia de Ñuble, VIII Región del Biobío. El principal afluente del río Itata es el río Ñuble, cuya hoya tiene una superficie de 5.097 km² (DGA, 2004). A 10 km de la confluencia con el río Itata, el río Chillán afluye al río Ñuble por el sur (DGA, 2004). El río Chillán nace en la falda poniente de los Nevados de Chillán, importante nudo orográfico que domina el paisaje cordillerano de la región, hasta el Valle Central, entre los 3.200 y los 55 m.s.n.m. y

tiene una longitud aproximada de 105 km (DGA, 2004 y Comisión Nacional de Riego, 2012).

El clima de la microcuenca del río Chillán es mediterráneo, con un periodo estival desde noviembre hasta marzo. La parte media y baja de la cuenca del río Chillán presenta temperaturas máximas medias de 28 °C durante el mes de enero, siendo éste el mes más cálido. La temperatura mínima media se mide en julio y alcanza a 3,5 °C. Durante el periodo invernal (junio-agosto) se concentra más del 50 % de las precipitaciones, con un promedio de 1.025 mm por año (Comisión Nacional de Riego, 2012).

El río Chillán tiene un régimen de alimentación pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno producto de las lluvias invernales. Los mayores caudales en años húmedos ocurren entre mayo y julio debido a los importantes aportes pluviales existentes en la zona, mientras que los menores caudales ocurren entre enero y abril. En años secos, los mayores caudales también se generan en invierno, entre julio y agosto mientras que los menores caudales lo hacen entre enero y mayo (DGA, 2004).

El estero San José, tributario del río Chillán está ubicado junto al Cerro Alto del Padre en la Provincia de Ñuble en la VIII Región del Biobío. Tienen una longitud de 14,96 km.

- **Área de Influencia**

El AID está determinado por el tramo del Río Chillán que será inundado, incluyendo sus riberas, y la vida acuática inmediatamente aguas abajo del muro.

El AII, corresponde a la biota acuática del Río Chillán, aguas abajo del muro.

- **Metodología**

- i. Tipificación de sustrato

Las condiciones y características del sustrato del hábitat acuático de las poblaciones biológicas fueron descritas en función de las categorías de tamaño de rocas propuestas por Bain et al. 1985, lo que se indica en la Tabla 4-17. Los tipos de sustrato están

asociados a los ambientes bentónicos de los sistemas fluviales y de ahí su importancia dentro del estudio biológico.

Tabla 4-18. Sistema de clasificación del tipo de sustrato de ríos, de acuerdo a Bain et al. 1985.

Tipo de sustrato	Clase de tamaño (cm)
Roca madre plana	-
Arena, Cieno	< 0,2
Grava	0,2 - 1,6
Guijarros	1,7 - 6,4
Piedras	6,5 - 25,6
Bolones	> 25,6
Roca madre irregular	-

ii. Calidad de aguas

➤ Parámetros físico-químicos medidos in situ

El recurso hídrico en el área de influencia del proyecto fue caracterizado mediante la cuantificación in situ de parámetros relevantes para determinar la condición del recurso hídrico como hábitat para la biota acuática residente.

En la Tabla 4-18 se presentan los parámetros que fueron medidos in situ y el nivel de cuantificación de los instrumentos utilizados.

Tabla 4-19. Parámetros de calidad de agua medidos in situ y nivel de cuantificación.

Parámetros	Unidad	Límite de cuantificación
Temperatura	°C	0,1
pH	unidad	0,01
Conductividad específica	µS/cm	0,01
Sólidos totales disueltos	mg/l	0,01
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01

➤ Metodologías de cuantificación

Las metodologías de cuantificación de cada parámetro de calidad de agua se indican a continuación:

- Temperatura (°C): La temperatura se midió in situ utilizando un medidor de temperatura HANNA modelo HI98127 de 0,1 °C de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Concentración del ión hidrógeno (pH): La concentración del ión hidrógeno se midió in situ mediante un medidor de pH HANNA modelo HI98127 de 0,01 unidades de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995) (Fotografía 1a).
- Conductividad específica ($\mu\text{S}/\text{cm}$): La conductividad del agua se midió in situ mediante un medidor de conductividad HANNA modelo HI98311 de 0,01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995) (Fotografía 1b).
- Sólidos totales disueltos (mg/l): La concentración de sólidos totales disueltos se midió in situ mediante un medidor de sólidos totales disueltos HANNA modelo HI98311 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Oxígeno disuelto (mg/l): La concentración de oxígeno disuelto se midió in situ mediante un medidor de oxígeno HANNA modelo HI 9146-04 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Velocidad de escurrimiento en ribera (m/s): Las mediciones fueron realizadas en el sector de ribera de los tramos fluviales utilizando un flujómetro General Oceanics (Modelo 2030R) de 0,1 m/s de precisión que mide revoluciones por segundos. La velocidad fue estimada como el promedio de tres mediciones de velocidades.

iii. Biota acuática

A continuación se describen los procedimientos de colecta y análisis de los parámetros biológicos.

➤ Fauna íctica (Peces)

Para la colecta de peces se realizó pesca eléctrica (Fotografías 2a y b). Se utilizó un equipo de pesca eléctrica portátil SAMUS de 12 volts que genera una descarga pulsada y el cual tiene acoplado colectores manuales que son sumergidos para generar un campo eléctrico con un alcance de 3 a 5 m de diámetro aproximadamente. Para la colecta de ejemplares se recorrió entre 50 y 100 m lineales durante un periodo de aproximadamente 40-60 min en el sector de ribera de los tramos fluviales del área de influencia del proyecto. Los ejemplares fueron identificados y medidos in situ y posteriormente fueron devueltos vivos y en buenas condiciones al medio acuático. Los ejemplares colectados fueron inmediatamente colocados en un recipiente con agua dispuesto en el sector de ribera y mantenidos entre 10 y 20 minutos para realizar mediciones de parámetros morfométricos. Los parámetros morfométricos medidos fueron Peso total (gramos) y Longitud total (cm). Durante esta actividad se realizó el registro fotográfico de los ejemplares. Después de las mediciones, los ejemplares fueron liberados al medio acuático en forma progresiva y cuidadosa, de tal modo de asegurar el retorno en condiciones favorables. Cabe destacar que se cuenta con la autorización de la Subsecretaría de Pesca para extraer y sacrificar 5 ejemplares de peces en cada tramo de estudio (Resolución exenta N° 1.431 de mayo de 2014) para realizar una mejor identificación en el laboratorio si fuese necesario.

En gabinete se determinó el factor de Condición (K) según Lagler (1956) en base a los datos de Peso total y Longitud total. El factor de condición K se define como la razón entre el peso y la longitud de cada ejemplar ($\text{Peso total} / (\text{Longitud total})^3$) y en promedio es un indicador del grado de robustez de la población de peces en un determinado tramo fluvial o en determinadas condiciones de hábitat. La comparación de los valores del K para una especie cuyas poblaciones se encuentran en diferentes cuerpos de agua o en diferentes tramos dentro de un mismo cuerpo acuático permitirá determinar diferencias significativas

de hábitat para las poblaciones de peces, ello enfocado a proponer medidas de protección ambiental sobre los tramos que resulten hábitats más favorables que otros para las poblaciones de peces. La abundancia de peces fue expresada como la cantidad de individuos capturados y/o avistados, ya que en cada estación de muestreo hubo un tiempo de búsqueda igual a 30 minutos.

Los peces fueron clasificados de acuerdo a categorías de conservación biológica en función de los Decretos Supremos: N° 51/2008 del MINSEGPRES, N° 33/2012, N° 41/2012 y N° 19/2013 del Ministerio del Medio Ambiente. En el Anexo 3, Apéndice A se adjunta autorización vigente emitida por la Sub-secretaría de Pesca para realizar pesca de investigación.

➤ Macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos)

Para la descripción de la fauna de macroinvertebrados bentónicos se tomaron dos réplicas desde la zona bentónica ($N = 2$) en cada estación de muestreo con una red Surber de 0,09 m² de área y de 250 μ m de apertura de malla. Las muestras fueron fijadas in situ con alcohol al 15 % y trasladadas al laboratorio en Santiago para su identificación. Para la identificación y recuento se utilizó una lupa OPTIKA con aumento 45x. La clasificación de los organismos se realizó en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999) y Merrit & Cummins (1996). El ensamble fue caracterizado en función de los parámetros densidad total (ind/m²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits). Se utilizó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener (Krebs 1989).

➤ Microalgas bentónicas (Fitobentos)

Para cuantificar el componente fitobentónico se tomaron 2 muestras del sustrato del sector de ribera del cauce. Cada muestra fue obtenida al azar con un core de área de 2,0 cm². Las muestras fueron colectadas en frascos de polietileno de alta densidad de 12 ml y fijadas in situ con lugol para el traslado al laboratorio.

La identificación y el recuento de individuos fue realizado con microscopía óptica (OPTIKA $\times 1.000$). El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/mm²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits) (Krebs 1989). La clasificación de las microalgas fue basada en los trabajos de Rivera (1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Round et al. (1996), Rumrich et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001).

➤ Crustáceos decápodos

Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio y en conjunto con la pesca específica se prospectaron los sectores de ribera para detectar la presencia de taxa de crustáceos decápodos, los que se encuentran ambientalmente protegidos y están clasificados en categorías de conservación biológica (Bahamondes et al. 1998).

➤ Macrófitas (hidrófitos y helófitos)

Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio para detectar la presencia de macrófitas. También se realizó un registro fotográfico en el AI del proyecto. Como apoyo bibliográfico se utilizó el estudio de Marticorena & Quezada (1985).

La campaña de terreno fue realizada entre el 3 y 5 de septiembre 2014. El área de estudio fue restringida a tramos en el río Chillán y en el estero San José, ubicados en el área de influencia del proyecto y enmarcada a tres estaciones de muestreo ubicadas aguas arriba de la ubicación del futuro muro del embalse y tres estaciones ubicadas aguas abajo del futuro embalse. En la Tabla 4-19 se indica la ubicación y nombre de las estaciones de muestreo asociadas a la caracterización de biota acuática del río Chillán y del estero San José.

Tabla 4-20. Estaciones de muestreo estudio de Biota Acuática

Estación	Descripción	Ubicación geográfica (UTM)*	Altitud (m.s.n.m)
N-1	Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro	265.569 E – 5.922.842 N	850
N-2	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro	266.204 E – 5.921.864 N	929
N-3	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro	264.797 E – 5.923.102 N	770
N-4	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	262.406 E – 5.924.056 N	804
N-5	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro	261.615 E – 5.924.265 N	572
N-6	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	258.412 E – 5.924.263 N	720

* Datum WGS 84, Huso 19.

- **Resultados**

- i. Descripción morfológica, física y biológica de los tramos de estudio

- Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1)

El sector del estero San José ubicado en el área de influencia del proyecto correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y con vegetación terrestre cercana al cauce. No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 25 cm en la orilla y 1 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 15 y 20 m. Se observó una columna de agua transparente. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 6,4 °C y un valor de pH de 7,8 unidades. El curso de agua presentó un valor de conductividad específica de 11 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una concentración de sólidos totales disueltos de 6

mg/l y una concentración de oxígeno disuelto de 10,5 mg/l, condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 10 y 20 cm, lo cual indica el predominio de Piedras según Bain et al. (1985). Se observaron rocas de mayor tamaño (entre 1 y 1,5 m) en el centro del cauce. Se detectó la presencia de musgo sobre el sustrato. Se observó la presencia de una especie de macrófitas que correspondió a *Equisetum bogotense* en el sector de la ribera. No se encontraron crustáceos decápodos. Se detectó un ejemplar de la especie asilvestrada *Salmo trutta*.

Fotografía 4-10. Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1).





a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo c) Columna de agua transparente d) Detalle del sustrato e) Bolones en el centro del cauce f) Presencia de musgo sobre las rocas g) Especie de macrófita y h) Ejemplar de la especie *Salmo trutta*.

Tabla 4-21. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 Km aguas abajo del muro (estación N-1)

PARAMETRO	UNIDAD	Estero San José, estación ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1)
Temperatura	°C	6,4
pH	unidad	7,8
Conductividad Especifica	µS/cm	11,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	6,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,5
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,51

- Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2)

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre que llegaba al cauce. No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la orilla y 80 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 15 y 25 m. Se observó una columna de agua transparente. En el sector se

midió una temperatura en la columna de agua de 8,2 °C y un valor de pH de 8,0 unidades. El curso de agua presentó una conductividad específica de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una concentración de sólidos totales disueltos de 25 mg/l y una concentración de oxígeno disuelto de 10,9 mg/l, condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 y 20 cm, lo cual indica la presencia de Guijarros y Piedras según Bain et al. (1985). También se detectó la presencia de Roca madre irregular según Bain et al. (1985). Se observaron rocas de gran tamaño en el centro del cauce (entre 1 y 1,5 m). No se detectaron macrófitas ni crustáceos decápodos. Se detectó la presencia de un ejemplar de la especie asilvestrada *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris). Cabe señalar que en este sector se observó la presencia de caseríos ubicados aproximadamente a 30 m del río.

Fotografía 4-11. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2)





a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente, d) Detalle del sustrato, e) Bolones de gran tamaño en el centro del cauce y f) Ejemplar de la especie asilvestrada *Oncorhynchus mykiss*.

Tabla 4-22. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2)

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2)
Temperatura	°C	8,2
pH	unidad	8,0

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2)
Conductividad Especifica	µS/cm	50,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	25,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,9
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,99

- Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3).

Este tramo del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto, con desarrollo de ribera y vegetación terrestre arbórea cercana al cauce. La profundidad en este tramo fue estimada en 20 cm en la orilla y 80 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 10 y 30 m. Se observó una columna de agua transparente. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 7,1 °C y un valor de pH neutro (7,0 unidades). El curso de agua presentó una conductividad específica de 43 µS/cm, una concentración de sólidos totales disueltos de 21 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,5 mg/l), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 y 20 cm lo cual indica el predominio de Guijarros y Piedras según Bain et al. (1985). También se observaron rocas de mayor tamaño cuyo diámetro variaba entre 1 y 1,5 m. No se detectaron macrófitas ni crustáceos decápodos. Se detectaron ejemplares de las especies asilvestradas *Salmo trutta* (Trucha café) y *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) y ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito).

Fotografía 4-12. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3)





a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente, d) Detalle del sustrato, e) Presencia de Bolones de gran tamaño en el cauce f) Ejemplar de la especie *S. trutta* g) Ejemplar de la especie *O. mykiss* y h) Ejemplar de la especie *T. areolatus*.

Tabla 4-23. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3)

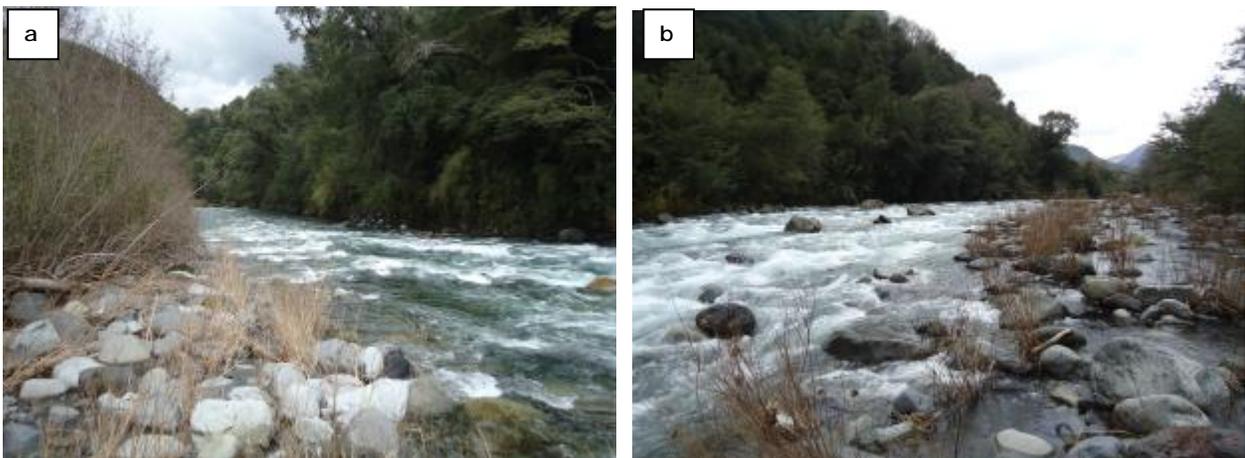
PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3)
Temperatura	°C	7,1
pH	unidad	7,0
Conductividad Especifica	µS/cm	43,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	21,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,5
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,74

- Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4).

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre arbustiva y herbácea en la orilla del cauce. No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 30 cm en la orilla y 1,5 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 25 y 35 m. Se observó una columna de

agua transparente. En este sector se midió una temperatura en la columna de agua de 7,9 °C y un valor de pH de 7,6 unidades. El curso presentó una conductividad específica de 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una concentración de sólidos totales disueltos de 18 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,5 mg/l), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 10 y 30 cm, lo cual indica el predominio de Piedras y Bolones según Bain et al. (1985). Se observó sustrato expuesto en la orilla y centro del cauce debido al bajo caudal de este al momento de la prospección. Se detectó la presencia de rocas de mayor tamaño en el centro del cauce. No se detectaron macrófitas ni crustáceos decápodos. Se encontraron ejemplares de las especies asilvestradas *Salmo trutta* (Trucha café) y *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris).

Fotografía 4-13. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4)





a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente y d) Detalle del sustrato e) Ejemplar de *S. trutta* y f) Ejemplar de *O. mykiss*.

Tabla 4-24. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4)

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4)
Temperatura	°C	7,9
pH	unidad	7,6
Conductividad Especifica	µS/cm	38,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	18,0

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4)
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,5
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,62

- Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5)

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto, medianamente encajonado y con abundante vegetación terrestre arbustiva y herbácea que llegaba al cauce. No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 50 cm en la orilla y 1 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 25 y 35 m. Se observó una columna de agua transparente. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 8,1 °C y un valor de pH de 7,4 unidades. El curso de agua presentó una conductividad específica de 38 μ S/cm, una concentración de sólidos totales disueltos de 18 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,6 mg/l), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 cm y 20 cm, lo cual indica el predominio de Guijarros y Piedras según Bain et al. (1985). Se observó musgo sobre el sustrato. Se detectaron peces correspondientes a las especies asilvestradas *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*. Se observó la presencia de la especie de macrófita *Equisetum bogotense*. No se encontraron crustáceos decápodos en la orilla del cauce.

Fotografía 4-14. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5)





a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente d) Detalle del sustrato e) Presencia de musgo sobre el sustrato, f) Ejemplar de *S. trutta*, g) Ejemplar de *O. mykiss* y h) Presencia de macrófita.

Tabla 4-25. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas arriba del muro (estación N-5)

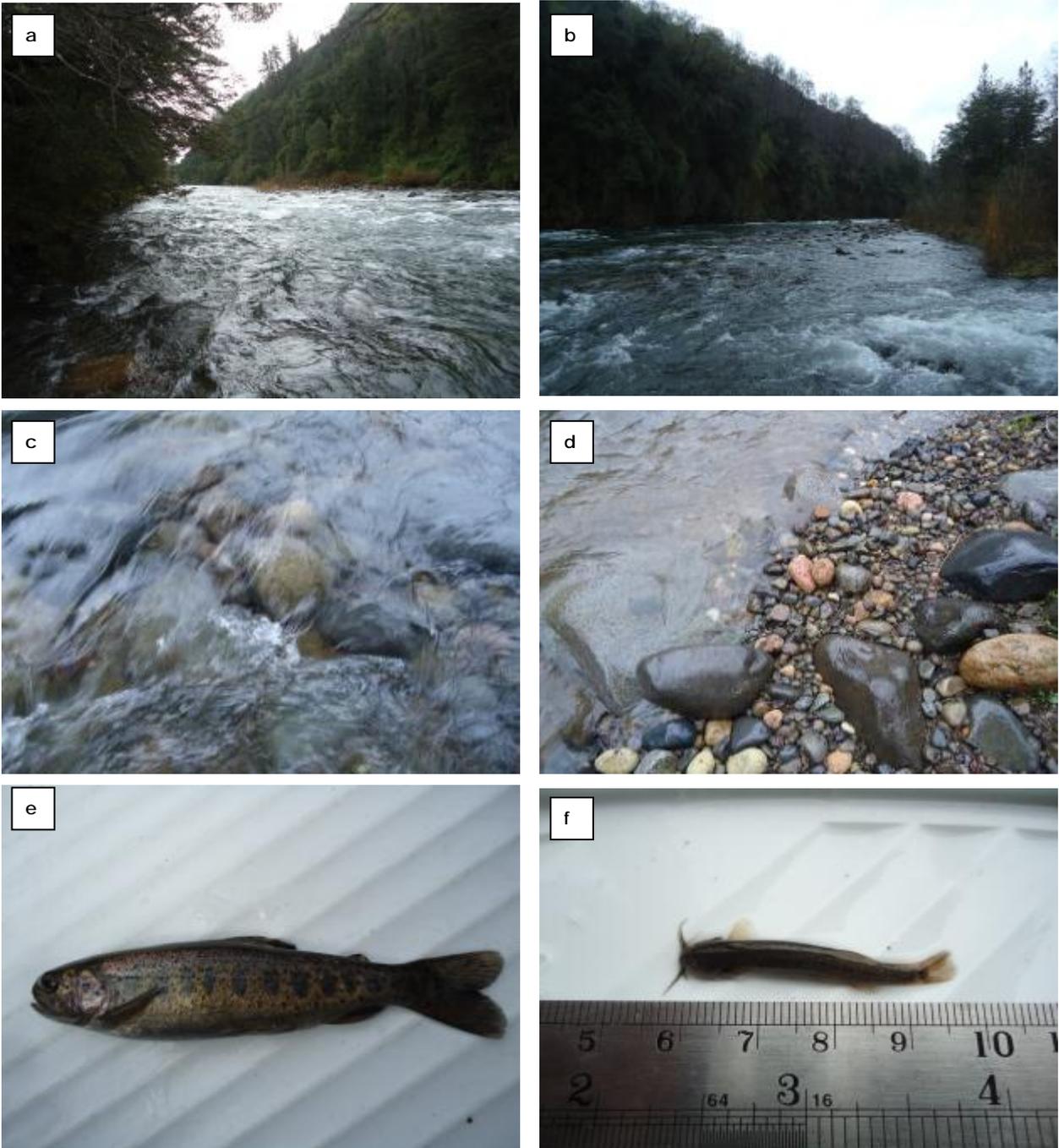
PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5)
Temperatura	°C	8,1
pH	unidad	7,4
Conductividad Especifica	μS/cm	38,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	18,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,6
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,51

- Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6).

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre que llegaba al cauce. No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la orilla y 1,5 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 30 y 40 m. Se observó una columna de agua transparente. En el sector se

midió una temperatura en la columna de agua de 9,9 °C y un valor de pH cercano a neutro de 6,9 unidades. El curso de agua presentó una conductividad específica de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una concentración de sólidos totales disueltos de 10 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,2 mg/l), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 10 y 25 cm, lo cual indica el predominio de Piedras según Bain et al. (1985). No se detectaron macrófitas ni crustáceos decápodos. Se detectó la presencia de la especie asilvestrada *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) y de la especie nativa *Trichomycterus areolatus*.

Fotografía 4-15. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6)



a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo c)

Columna de agua transparente d) Detalle del sustrato, e) Ejemplar de la especie *O. mykiss* y f) Ejemplar de *T. areolatus*

Tabla 4-26. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6)

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6)
Temperatura	°C	9,9
pH	unidad	6,9
Conductividad Especifica	μS/cm	20,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,53

ii. Biota acuática

➤ Fauna íctica (Peces)

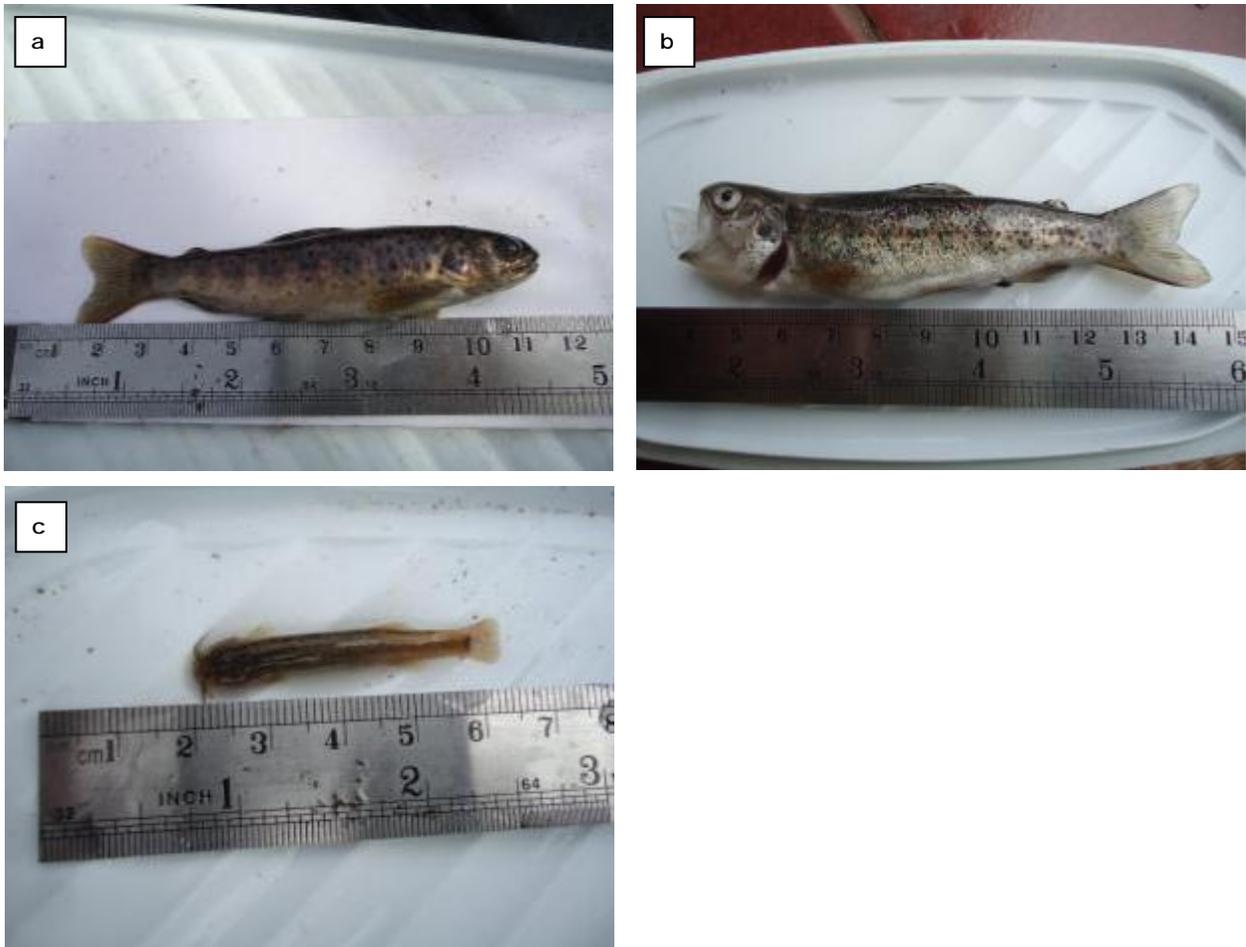
El ensamble de especies de peces detectado en el área de influencia del proyecto estuvo constituido por tres especies. Estas correspondieron a las especies asilvestradas *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss* y a la especie nativa *Trichomycterus areolatus*. Las especies asilvestradas *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss* no presentan problemas de conservación biológica debido a su condición de Introducida y Asilvestradas en el territorio nacional. Por el contrario, la especie nativa *T. areolatus* se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES.

Tabla 4-27 Ensamble de peces detectado en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática

Especie	Nombre común	Estado	Distribución	Categoría de conservación
<i>Salmo trutta</i>	Trucha café	Asilvestrada	I - XII Región	No aplica
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Asilvestrada	I - XII Región	No aplica
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Nativa	III - X Región	Vulnerable (*)

(*) DS N°51/2008 del MINSEGPRES.

Fotografía 4-16 Especies de peces detectadas en el área de influencia del proyecto



a) *Salmo trutta* (Trucha café) b) *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris): c) *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito)

➤ Distribución espacial de peces en el área de influencia del proyecto

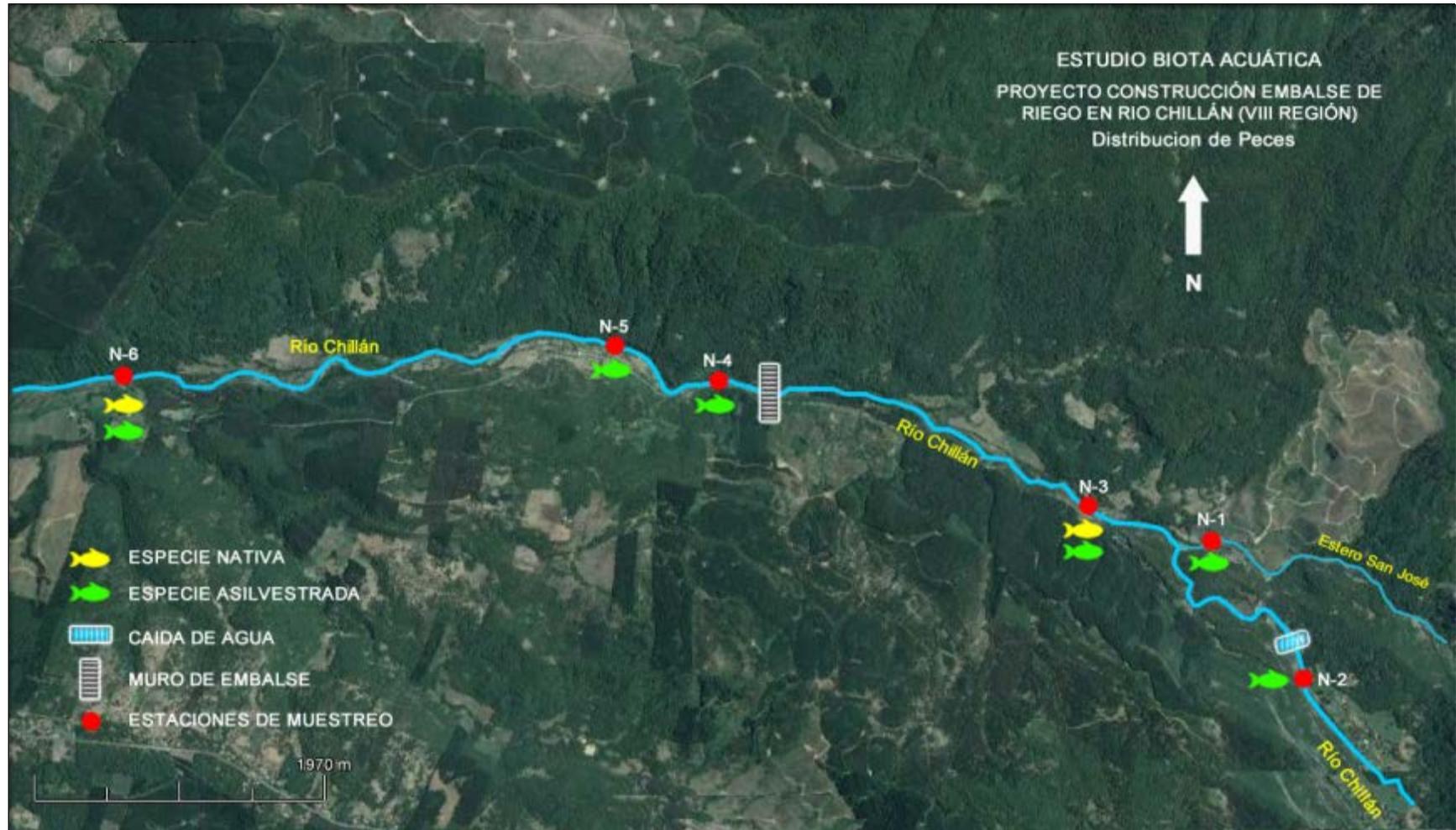
Hubo presencia de peces en todas las estaciones de muestreo. Las especies asilvestradas presentaron un mayor rango de distribución que la especie nativa *T. areolatus*. La especie asilvestrada *S. trutta* fue detectada en las estaciones de muestreo N-1, N-3, N-4 y N-5 y la especie asilvestrada *O. mykiss* fue encontrada en las estaciones de muestreo N-2, N-3, N-4, N-5 y N-6. La especie nativa *T. areolatus* fue encontrada solamente en las estaciones de muestreo N-3 y N-6, asociadas a sectores de baja profundidad y sustrato rocoso.

Tabla 4-28 Presencia de peces en el área de influencia del proyecto

Especie	Estaciones de muestreo					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
<i>Salmo trutta</i>	X		X	X	X	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>		X	X	X	X	X
<i>Trichomycterus areolatus</i>			X			X

La siguiente figura representa la distribución espacial de las distintas especies encontradas en el área de estudio de este proyecto.

Figura 4-8: Distribución de peces en el área de influencia del proyecto



➤ Abundancia de peces en el área de influencia del proyecto

Una condición relevante del ensamble de peces en el área de influencia del proyecto fue que la mayoría de los tramos prospectados presentaron valores bajos y similares de abundancia de peces. En la mayoría de las estaciones, los valores de abundancia total de peces variaron entre 1 y 2 ejemplares. El menor nivel de abundancia total de peces en el área del proyecto se detectó en el tramo del estero San José (estación N-1) y en el tramo del río Chillán ubicado 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2) en los cuales se detectó 1 ejemplar de *S. trutta* (estación N-1) y un ejemplar de *O. mykiss* (estación N-2). Por el contrario, el mayor nivel de abundancia total de peces en el AI del proyecto se detectó en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3), en donde hubo un valor de abundancia de 10 ejemplares. Los ejemplares correspondieron a cinco ejemplares de la especie *S. trutta*, dos ejemplares de la especie *O. mykiss* y a tres ejemplares de la especie nativa *T. areolatus*.

Un aspecto relevante en el río Chillán es la existencia de una discontinuidad física que corresponde a una caída o salto de agua de aproximadamente 30 metros de altura ubicada a 96 m aguas abajo de la estación N-2. En la actual prospección (septiembre 2014) se observó una distribución de peces a lo largo de este río que pudiera estar asociado a esta discontinuidad física. Este patrón de distribución muestra una menor abundancia de peces aguas arriba de esta discontinuidad física (estación N-2) que aguas abajo, en donde la mayor abundancia se detecta en la estación N-3.

Tabla 4-29 Abundancia total de peces en el área de influencia del proyecto

Estación de muestreo		Abundancia de Peces (Ejemplares avistados y/o capturados)		
		Peces asilvestrados	Peces nativos	Número Total de Peces
Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro	N-1	1	0	1
Río Chillán, estación de	N-2	1	0	1

Estación de muestreo		Abundancia de Peces (Ejemplares avistados y/o capturados)		
		Peces asilvestrados	Peces nativos	Número Total de Peces
muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro				
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro	N-3	7	3	10
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	N-4	2	0	2
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 Km aguas abajo del muro	N-5	4	0	4
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	N-6	1	1	2

Tabla 4-30 Abundancia de peces por especie en el área de influencia del proyecto

Especie	Estaciones de muestreo					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
<i>Salmo trutta</i>	1	0	5	1	2	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	1	2	1	2	1
<i>Trichomycterus areolatus</i>	0	0	3	0	0	1

- Análisis Morfométrico y Factor de condición de las poblaciones de peces del área de influencia del proyecto.

Los ejemplares de la especie asilvestrada *Salmo trutta* presentes en el área de influencia del proyecto presentaron un rango de valores de Longitud total que varió entre 10,4 y 17,6 cm; y de Peso total que fluctuó entre 9,8 y 65,8 g. En tanto, los ejemplares de la especie

asilvestrada *Oncorhynchus mykiss* presentaron un rango de valores de Longitud total y Peso total que variaron entre 7,6 y 11,5 cm y 4,3 y 16,8 g, respectivamente.

Por otra parte, los ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* presentes en el área de influencia del proyecto presentaron un rango de valores de Longitud total que varió entre 3,7 y 4,9 cm; y un Peso total que fluctuó desde 0,2 hasta 0,6 g. La distribución de tallas de los ejemplares de peces fue similar entre las estaciones de muestreo.

En relación al factor de condición de la especie asilvestrada *S. trutta* obtenido en el área de influencia del proyecto, este varió entre 8,2 y 12,1 (Tabla 15). El menor valor del factor de condición fue medido en las estaciones de muestreo N-1 y N-3 mientras que el mayor valor fue medido en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3). Por otra parte, la especie asilvestrada *O. mykiss* presentó valores de factor de condición (K) que variaron entre 7,7, valor medido en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) y 11,0, valor registrado en la estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2). Por lo tanto, las condiciones de hábitat más favorables para la población de esta especie se encontraron en la estación de muestreo N-2.

Por otra parte, el factor de condición (K) de la especie *T. areolatus* varió entre 3,9 y 5,5 en el área de influencia del proyecto. El menor valor de K fue medido en la estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro, mientras que el mayor valor fue registrado en la estación de muestreo ubicada 2,5 m aguas arriba del muro (estación N-3).

Tabla 4-31 Parámetros morfométricos de peces del área de influencia del proyecto

ESTACIÓN DE MUESTREO		ESPECIE	PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	
			LT (cm)	PT (g)
Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro	N-1	<i>Salmo trutta</i>	10,6	9,8
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro	N-2	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	11,5	16,8
Río Chillán, estación de muestreo	N-3	<i>Salmo trutta</i>	11,1 - 17,6	12,2 - 65,8

ESTACIÓN DE MUESTREO	ESPECIE	PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	
		LT (cm)	PT (g)
ubicada 2,5 km aguas arriba del muro	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	8,9 - 9,1	5,4 - 6,6
	<i>Trichomycterus areolatus</i>	4,5 - 4,9	0,4 - 0,6
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	<i>Salmo trutta</i>	10,5	13,1
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	10,8	13,7
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 Km aguas abajo del muro	<i>Salmo trutta</i>	10,4 – 10,6	12,9 – 13,0
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	10,7 – 10,9	13,3 – 13,5
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	7,6	4,3
	<i>Trichomycterus areolatus</i>	3,7	0,2

Tabla 4-32 . Factor de condición (K) de los ejemplares de peces del área de influencia del proyecto

ESTACIÓN DE MUESTREO	ESPECIE	FACTOR DE CONDICIÓN K
Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro	<i>Salmo trutta</i>	8,2
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	11,0
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro	<i>Salmo trutta</i>	8,2 - 12,1
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	7,7 - 8,8
	<i>Trichomycterus areolatus</i>	4,4 - 5,5
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	<i>Salmo trutta</i>	11,3
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	10,9

ESTACIÓN DE MUESTREO		ESPECIE	FACTOR DE CONDICIÓN K
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 Km aguas abajo del muro	N-5	<i>Salmo trutta</i>	10,9 – 11,5
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>	10,4 – 10,9
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	N-6	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	9,8
		<i>Trichomycterus areolatus</i>	3,9

➤ Fauna de macroinvertebrados bentónicos

La fauna de macroinvertebrados bentónicos de toda el área de estudio estuvo compuesta por 25 taxa. El Orden con mayor número de taxa fue Ephemeroptera, el cual presentó siete taxa. Secundariamente, los Ordenes Diptera y Plecoptera presentaron cinco taxa. Por el contrario, los Órdenes con menor número de taxa fueron Collembola, Megaloptera y Tricladida, los cuales presentaron un taxón.

Los taxa que presentaron la mayor frecuencia en el área de estudio fueron *Chironomidae* y *Meridialaris chiloensis*, los cuales fueron detectados en cinco de las seis estaciones de muestreo.

El taxón que presentó la mayor densidad en el AI del proyecto fue *Smicridea spp.* Esta densidad varió entre 67 ind/m², valor detectado en la estación N-6 y 333 ind/m², valor registrado en la estación N-1.

En relación a la densidad total de macrozoobentos, esta fue diferente entre las estaciones de muestreo y varió entre 111 y 667 ind/m². El menor valor de densidad total fue medido en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5) mientras que el mayor valor fue registrado en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6).

La riqueza de taxa de macrozoobentos en el AI del proyecto varió entre 6 y 16 taxa. El menor valor fue detectado en el río Chillán, en las estaciones de muestreo N-3, N-4 y N-5 mientras que el mayor valor de riqueza de taxa fue medido en el río Chillán en la estación de muestreo N-6.

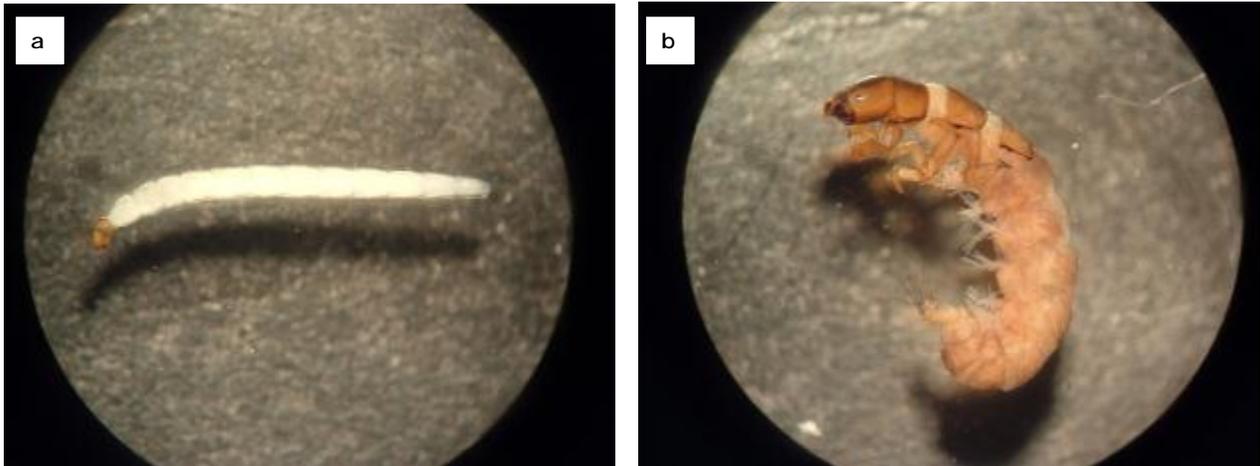
Los valores de diversidad biológica de macrozoobentos variaron entre 0,609 y 1,092 bits. El menor valor fue medido en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1). Por el contrario, el mayor valor de diversidad biológica fue registrado en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6).

Tabla 4-33 . Composición y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados bentónicos

ORDEN	FAMILIA	TAXA	SECTORES DEL PROYECTO					
			N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
			ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²
COLLEMBOLA	ENTOMOBRYIDAE	Entomobryidae	0	0	0	22	0	0
COLEOPTERA	ELMIDAE	Elmidae	0	11	0	22	22	0
	PSEPHENIDAE	Psephenidae	0	0	0	0	0	44
DIPTERA	BLEPHARICERIDAE	Blephariceridae	0	0	0	0	0	67
	CERATOPOGONIDAE	Ceratopogonidae	11	0	0	0	0	0
	CHIRONOMIDAE	Chironomidae	44	11	11	33	0	33
	PSYCODIDAE	Psycodidae	0	11	0	0	0	0
	SIMULIIDAE	Simuliidae	0	0	0	0	11	67
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	<i>Andesiops torrens</i>	33	44	67	0	0	44
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Meridialaris</i> sp.	11	0	0	0	0	0
		<i>Meridialaris chiloensis</i>	44	33	44	144	0	56
		<i>Meridialaris laminata</i>	0	0	56	0	22	0
		<i>Nousia</i> sp.	0	0	0	0	0	11
		<i>Penaphlebia</i> sp.	0	0	0	0	0	11
COLOBURISCIDAE	<i>Murphyella needhami</i>	0	11	0	0	0	0	
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	Corydalidae	0	0	0	0	0	22
PLECOPTERA	GRYPOPTERIGIIDAE	Gripterygiidae indet.	0	11	0	0	0	0
		<i>Antarctoperla michaelisini</i>	0	11	0	0	11	67

ORDEN	FAMILIA	TAXA	SECTORES DEL PROYECTO					
			N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
			ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²
		<i>Limnoperla jaffueli</i>	11	22	78	33	0	0
		<i>Notoperla sp.</i>	111	11	0	0	33	122
	DIAMPHIPNOIDAE	<i>Diamphipnopsis samali</i>	0	0	0	0	0	11
TRICHOPTERA	HYDROPSICHIDAE	<i>Smicridea spp.</i>	333	0	0	189	0	67
	LEPTOPCERIDAE	<i>Brachysetodes sp.</i>	0	0	22	0	11	22
	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus sp.</i>	0	0	0	0	0	11
TRICLADIDA	DUGESIDAE	<i>Dugesia sp.</i>	0	11	0	0	0	11
Densidad total (ind/m²)			600	189	278	444	111	667
Riqueza de Taxa (No. de taxa)			8	11	6	6	6	16
Diversidad biológica (bits, Shannon)			0,609	0,969	0,713	0,614	0,736	1,092

Fotografía 4-17 Algunos taxa de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el área de estudio



a) Chironomidae y b) *Smicridea* sp.

➤ Ensamble de microalgas bentónicas (fitobentos)

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 15 taxa. El taxón más frecuente en el área de estudio fue *Pinnularia* sp., el cual fue detectado en todas las estaciones de muestreo. Secundariamente, el taxón *Nitzschia* spp. fue encontrado en cuatro de las seis estaciones de muestreo.

El taxón que presentó el mayor valor de densidad en toda el área de estudio fue *Pinnularia* sp. (0,903 cel/mm²). Este valor fue medido en la estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5).

La densidad total de microalgas bentónicas fue diferente entre las estaciones de muestreo. El menor valor de densidad total de fitobentos fue 0,033 cel/mm², detectado en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) mientras que el mayor valor de densidad total fue 1,839 cel/mm², medido en el río Chillán en la estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5).

La riqueza de taxa de microalgas bentónicas fue diferente entre las estaciones de muestreo. El menor valor de riqueza fue 1 taxón y fue detectado en el río Chillán, en las estaciones de muestreo ubicadas 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) y 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6). Por el contrario, el mayor valor fue 8 taxa y fue

encontrado en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1).

Los valores de diversidad biológica de microalgas bentónicas variaron entre 0,000 y 0,739 bits. El menor valor fue medido en el río Chillán, en las estaciones de muestreo ubicadas 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) y 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6). En tanto, el mayor valor de diversidad biológica fue detectado en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1).

En síntesis, hubo muy baja densidad de microalgas bentónicas en toda el AI del proyecto y los mayores valores de densidad de individuos fueron detectados aguas abajo del emplazamiento del futuro muro del embalse (estaciones N-4 y N-5). Por el contrario, los valores de riqueza taxonómica y de diversidad biológica fueron mayores aguas arriba del emplazamiento del muro que aguas abajo del mismo.

La descripción del ensamble de microalgas bentónicas detectadas en el área de estudio se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4-34 . Composición y densidad (cel/mm²) de microalgas bentónicas (fitobentos)

TAXA	SECTOR DE PROYECTO					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
<i>Achnanthes sp.</i>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Cocconeis placentula var. euglypta</i>	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Cyclotella sp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,134	0,000	0,000
<i>Cymbella helvetica</i>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Diatoma mesodon</i>	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000
<i>Encyonema minutum</i>	0,000	0,000	0,000	0,033	0,000	0,000
<i>Fragilaria capucina</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000
<i>Melosira varians</i>	0,000	0,033	0,000	0,000	0,201	0,000
<i>Navicula spp.</i>	0,234	0,033	0,000	0,000	0,234	0,000
<i>Navicula gregaria</i>	0,000	0,000	0,000	0,167	0,000	0,000
<i>Nitzschia spp.</i>	0,134	0,100	0,000	0,201	0,401	0,000
<i>Pinnularia sp.</i>	0,033	0,134	0,033	0,234	0,903	0,267

TAXA	SECTOR DE PROYECTO					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
<i>Planothidium</i> spp.	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0,033	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000
Densidad total (cel/mm²)	0,568	0,401	0,033	0,869	1,839	0,267
Riqueza total (N° de taxa)	8	6	1	6	5	1
Diversidad biológica (Shannon, bits)	0,739	0,708	0,000	0,725	0,584	0,000

➤ Macrófitas

No se detectaron especies de macrófitas en la mayoría de las estaciones de muestreo. Las excepciones se encontraron en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1) y en el río Chillán, en la estación ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5), sectores en donde se detectó *Equisetum bogotense*.

Fotografía 4-18 Especie de macrófita *Equisetum bogotense*



➤ Crustáceos decápodos

No se detectaron crustáceos decápodos en ninguna de las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia del proyecto.

- **Conclusiones**

Los tramos de estudio en el río Chillán y en el estero San José corresponden a sistemas de tipo Rithron de acuerdo a la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Los tramos prospectados presentan baja temperatura, moderada a alta pendiente y un sustrato rocoso, lo cual genera condiciones frecuentes de sistemas de tipo torrente.

El análisis de los parámetros de calidad de agua medidos in situ en los tramos del área de influencia del proyecto, específicamente, el análisis de los valores de pH, conductividad específica y concentración de oxígeno disuelto indica la existencia de condiciones favorables de calidad de agua para realizar riego y para el desarrollo de la biota acuática, según la normativa ambiental Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78.

El ensamble de peces en el área de influencia del proyecto estuvo conformado por tres especies: las especies asilvestradas *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris) y *Salmo trutta* (Trucha café) y por la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). Las especies asilvestradas *S. trutta* y *O. mykiss* no se encuentran protegidas y presentan una amplia distribución a nivel nacional y son encontradas en la mayoría de esteros, ríos y lagos de Chile. Similarmente, la especie nativa *T. areolatus* también se distribuye ampliamente en el territorio nacional pero se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES.

La mayoría de los tramos de estudio (5 de 6 tramos) presentan niveles bajos de abundancia de peces y las poblaciones estaban conformadas por ejemplares juveniles de las especies asilvestradas. Por el contrario, el mayor nivel de abundancia total de peces en el área de influencia del proyecto se detectó en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3), en donde hubo un valor de abundancia de 10 ejemplares. Los ejemplares correspondieron a cinco ejemplares de la especie *S. trutta*, dos ejemplares de la especie *O. mykiss* y a tres ejemplares de la especie nativa *T. areolatus*. Los valores del factor de condición de la especie asilvestrada *S. trutta* variaron entre 8,2 y 12,1 mientras que los valores de la especie asilvestrada *O. mykiss* variaron entre 7,7 y 11,0. Estos resultados revelan que la población de *S. trutta* tiene mayor robustez y se encuentra en una condición de hábitat más favorable que la población de *O. mykiss*. La población de *T. areolatus* presentó valores de K que variaron

entre 3,9 y 5,5 en el área de influencia del proyecto. El mayor valor fue registrado en la estación de muestreo ubicada 2,5 m aguas arriba del muro (estación N-3), lo cual indica que en este sector se detectan las condiciones de hábitat más favorables para esta población.

La fauna de macroinvertebrados bentónicos del área del proyecto estuvo compuesta por 25 taxa. Los mayores valores de densidad de individuos, de riqueza taxonómica y diversidad biológica fueron medidos aguas abajo del emplazamiento del futuro embalse (Estación N-6).

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 15 taxa. Hubo muy baja densidad de microalgas bentónicas en toda el AI del proyecto y los mayores valores de densidad de individuos fueron detectados aguas abajo del emplazamiento del futuro muro del embalse (estaciones N-4 y N-5). Por el contrario, los valores de riqueza taxonómica y de diversidad biológica fueron mayores aguas arriba del emplazamiento del muro que aguas abajo del mismo.

La única especie de macrófita detectada en toda el área del proyecto fue *Equisetum bogotense*, la cual fue encontrada en las estaciones N-1 (Estero San José) y N-5 (Río Chillan, 1,3 km aguas abajo del muro) en baja abundancia.

No se detectaron crustáceos decápodos en ninguna de las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia del proyecto.

4.2.4 Biodiversidad

- **Antecedentes Generales**

En la Región del Biobío, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), indica que existen dos áreas protegidas: La Reserva Nacional Ñuble, en la comuna de Pinto y la Reserva Nacional Huemules de Niblinto en la comuna de Coihueco. La Reserva Nacional Ñuble, fue creada el 24 de noviembre de 1978. La unidad destaca por la protección del huemul, ciervo andino en peligro de extinción. En cuanto a flora, está el radal enano y el ciprés de cordillera, entre otros.

Reserva Nacional Huemules de Niblinto, fue creada el 23 de febrero de 1999. La unidad destaca por la protección de las especies de fauna representada por al menos 27 especies de mamíferos, 49 especies de aves, 4 especies de anfibios y 11 de reptiles. Entre los mamíferos está la vizcacha, el gato colocolo y la güiña. En cuanto a flora, están los bosques de coigüe-roble y el ciprés de la cordillera. De especial importancia resulta ser la presencia del huemul, que encuentra hábitat tanto de invierno como de verano, por lo cual el grado de protección es bastante alto.

- **Área de Influencia**

El Área de Influencia Directa corresponde al área de inundación del embalse.

El Área de Influencia Indirecta, corresponde al área aguas arriba y aguas abajo del sector del embalse, en que la presencia de éste pueda afectar desplazamientos de especies de la ictiofauna.

- **Metodología**

Se realizó una revisión y análisis bibliográfico de los antecedentes de los organismos componentes como CONAF y Ministerio del Medio Ambiente respecto a la biodiversidad de las comunas de Pinto y Coihueco.

- **Resultados**

El área del proyecto, presenta relaciones de dependencia en el contexto de la flora y fauna presente. La vegetación asociada a los hábitats acuáticos y terrestres, ofrece nichos ecológicos de reproducción y sustento a la fauna correspondiente, estableciendo una relación directa de dependencia de esta última.

Por otro lado, en el AID no existen Áreas Protegidas como Sitios Prioritarios, Parques Nacionales, Reservas Naturales, Monumentos Naturales, Santuarios de la Naturaleza., Áreas de Preservación Ecológica, Reservas Forestales, Áreas de Protección de la Ley de Bosques y de la Ley de Bosque Nativo, Áreas Protegidas Privadas, Áreas de Protección

Turística (APT) ni Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Esto último hace disminuir los niveles de sensibilidad del ecosistema, al no existir relaciones sensibles y nichos ecológicos críticos que puedan ser afectados por algún tipo de alteración.

- **Conclusiones**

El AID del área del embalse, no afecta áreas pertenecientes al SNASPE, ni áreas que tengan una categoría especial de conservación.

Las relaciones de las diversas formas de vida que conforman la biodiversidad del área del embalse, se producen entre la vegetación y flora terrestre, de la cual depende la fauna terrestre, en forma directa. La flora y fauna acuática manifiesta una relación directa con los cambios que se producirán por una parte, en la condición de escurrimiento (acumulación), y por otra, en la calidad de agua y caudal disponible aguas abajo del muro.

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

4.3.1 Asentamientos Humanos

- **Antecedentes Generales**

Desde el punto de vista Político- Administrativo el área del proyecto se emplaza en la Región del Biobío, comunas de Pinto y Coihueco. La superficie territorial de la comuna de Pinto es de 1.164 Km². Según el Censo de población realizado en el año 2012 la comuna posee una población total de 10.673 habitantes, de las cuales 3.673 personas habitan en el sector rural correspondiendo a un 34,4% y 7.000 personas viven en zonas urbanas lo que corresponde a un 65,5%.

Por otro lado, la comuna de Coihueco, tiene una superficie de 1.776,6 km². Según el Censo de 2012 la comuna tiene una población total de 25.159 habitantes, de las cuales 8.569 personas habitan zonas urbanas lo que corresponde a un 34,05% y 16.353 habitantes viven en zonas rurales, que corresponden al 65,9% del total comunal.

- **Área de Influencia**

El AID se define como la zona donde se emplaza el proyecto de embalse y su área de inundación.

El AII es el área que circunscribe a la población que posiblemente sea afectada por las molestias de polvo en suspensión o ruido generado por las obras del proyecto como también la población beneficiada por la mayor disponibilidad de agua para riego.

- **Metodología**

El método utilizado es la revisión de antecedentes bibliográficos de documentos oficiales sobre la materia.

- **Resultados**

De acuerdo a la revisión del Censo 2002, en el AID no existen asentamientos humanos de relevancia estadística, incorporado en sus listados censales. De acuerdo a Líneas bases existentes¹, en el sector Los Pellines habitan 35 familias inscritas en la Junta de vecinos, destacando que se trata de una comunidad adulta, con baja presencia de niños y jóvenes. En esta zona se encuentran unidades económicas relacionadas principalmente con la producción de berries, explotación del turismo para camping, desarrollado exclusivamente en época estival y crianza de ganado ovino, que se destina a la venta en predio, para turistas.

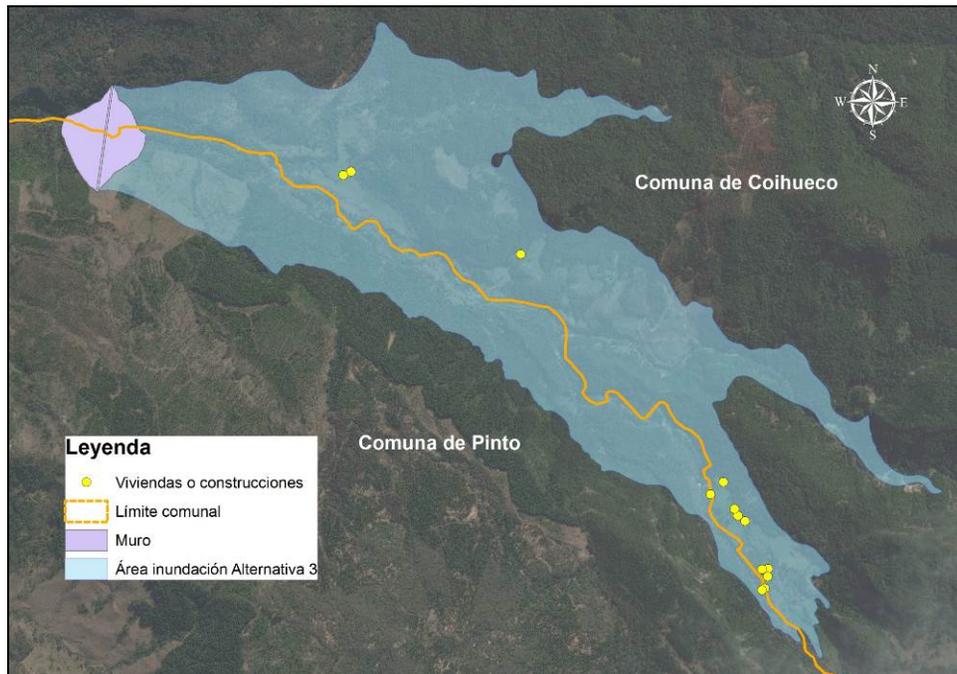
Existe también un sector constituido por viviendas dispersas y aisladas, ubicadas de forma contigua a la Ruta N-555, aguas abajo del muro del embalse, hasta aproximadamente la intersección de dicha ruta con el Estero Peladillas, denominado según la cartografía regular del IGM² como “*Potrero Grande*”.

La siguiente figura indica la ubicación y presencia de viviendas o construcciones, dentro del área de inundación para el sector Los Pellines.

¹ Mini Central Hidroeléctrica Río Chillán. Línea base Medio Humano, 2013.

² Cartografía Regular IGM Escala 1:50.000, F-111, carta “Recinto”.

Figura 4-9. Viviendas o construcciones presentes asociado a la localidad de Los Pellines en el área del proyecto



Fuente: Google Earth.

- **Conclusiones**

El AID presenta escasa población y con una baja densidad, encontrándose distribuida en forma dispersa dentro del área de inundación del proyecto.

En el AII existe también un sector constituido por viviendas dispersas y aisladas, ubicadas de forma contigua a la Ruta N-555, aguas abajo del muro del embalse, hasta aproximadamente la intersección de dicha ruta con el Estero Peladillas, denominado según la cartografía regular del IGM como "Potrero Grande".

4.3.2 Patrimonio Cultural y Arqueológico

- **Antecedentes Generales**

En lo que se refiere a Monumentos Nacionales, no existe declaratoria sobre ningún inmueble en el área de estudio, ya que estos se concentran fundamentalmente en el área urbana de Chillán y Chillán viejo. El Santuario de la Naturaleza Los Huemules de Niblinto es el área protegida más cercana al proyecto, pero ésta se ubica a más de 12 km al NE. Arqueológicamente, la provincia de Ñuble es particularmente pobre en trabajos sistemáticos de investigación, no registrándose hasta la fecha estudios de largo aliento (p.e. FONDECYT). Hasta hace unos pocos años atrás, la información referente a las ocupaciones prehispánicas del lugar se extrapoló de áreas aledañas o se basaron en información general de la etnohistoria (p.e. Aldunate 1989). Estudios en áreas cordilleranas contiguas, no obstante, (Massone et al. 1994) sugieren que sectores similares en la provincia de Ñuble podrían presentar evidencias arqueológicas importantes.

En la última década se han desarrollado estudios amparados en el sistema de evaluación ambiental, en distintos puntos de la provincia (p.e Sánchez 2002, 2004, Hermosilla 2009, Bahamondes 2009, Bustos 2012), los que sugieren una ocupación efectiva de la provincia en momentos prehispánicos. Quizás la única excepción es el trabajo de investigación de Quiroz y colaboradores en la cueva de Quilmo, ubicada al sur de la ciudad de Chillán (p.e Quiroz y Martínez 2009). En ésta se realizaron durante 2004 y 2005 pozos de sondeos con el objeto de caracterizar la ocupación del lugar, recuperándose restos culturales hasta los 2,1 m de profundidad. Se registró una ocupación alfarera en los primeros niveles, la que incluye un entierro humano flectado. Más abajo se observaron solo evidencias acerámicas, aunque los depósitos no han sido datados (Quiroz y Martínez 2009), Aún cuando específicamente no hay trabajos arqueológicos en el área de Influencia del Proyecto, conviene señalar los resultados obtenidos por Sánchez, Hermosilla y Seelenfreund en las distintas etapas constructivas del Embalse Punilla en el río Ñuble y sus caminos de acceso, ubicados en la comuna de San Fabián de Alico (Seelenfreund 1999, Sánchez 2004, Hermosilla 2008, 2012), al norte del río Chillán. A este se suman los

resultados de la prospección de la central hidroeléctrica de pasada en el mismo río, (Torres 2006). En el área del embalse Punilla se registraron un total de 18 sitios arqueológicos, los que fueron intervenidos con distintita intensidad a través de recolecciones superficiales y pozos de sondeo. Los yacimientos son en general poco densos en términos artefactuales y poco potentes estratigráficamente. A partir de la caracterización arqueológica realizada se pudo identificar sitios residenciales, con ocupaciones posiblemente reiterativas en el tiempo y otros de tareas específicas. En relación a la cronología, el análisis cerámico indico la presencia de grupos alfareros tempranos (500 d.C.?), aunque la mayoría de los sitios fueron adscritos a momentos alfareros tardíos. A estos se le suman yacimientos con ocupación histórica. Si bien se detectaron sitios solo con materiales líticos, las características de éstos conjuntos no muestran diferencias con aquellos de tiempos alfareros, por lo que no es posible asegurar la presencia de sitios Arcaicos (Sánchez 2004). Posteriormente, la prospección de uno de los caminos de acceso al embalse (Hermosilla 2012), permitió identificar un sitio ("Caracol"), de adscripción alfarera tardía. Por último, los trabajos en el marco del estudio de impacto de la central de Pasada Ñuble arrojaron la presencia de 15 sitios y dos aleros sin material cultural en superficie. La gran mayoría de éstos presentan material cerámico en superficie, lo que remitiría a ocupaciones alfareras. Al igual que lo observado en Punilla, se registraron sitios sólo con material lítico, pero la ausencia de estudios detallados no permite sugerir una profundidad temporal mayor para estos (Torres 2006).

- **Área de Influencia**

Se definió como área de influencia, todo el sector que será inundando tras la puesta en funcionamiento del embalse, incluyendo su muro de contención.

- **Metodología**

En la primera etapa de gabinete, se consultaron diferentes fuentes bibliográficas tales como:

- Publicaciones científicas de arqueología (Actas de Congresos, Talleres, Revistas especializadas)
- Catastro de Cuencas priorizadas MOP, Región del Biobío
- Página web del Consejo de Monumentos Nacionales (www.monumentos.cl)
- Página web del Sistema de Evaluación Ambiental (www.seia.cl)

Para la prospección arqueológica efectuada en terreno, la metodología consistió en realizar primeramente un estudio de las imágenes satelitales disponibles para el área con el objeto de poder definir los sectores factibles de ser prospectados, considerando aquellos lugares con buena visibilidad y accesibilidad. Éstos correspondieron en su gran mayoría a las áreas desprovistas de bosque y que no tuvieran una pendiente muy pronunciada.

Respecto de las actividades de terreno, se realizó una prospección arqueológica entendida como “El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de superficie” (D.S. 484, Artículo N°2). Particularmente para el caso de estudio, se consideró una prospección superficial pedestre sin recolección de materiales o excavación. Al respecto, la posibilidad de detectar evidencias culturales, no obstante, se encuentra relacionada con las condiciones del lugar en donde se encuentran depositadas, así como las propiedades físicas de los propios objetos.

En función de la cantidad de material observable en superficie, las evidencias arqueológicas fueron divididas en tres categorías: Hallazgo aislado (hasta dos elementos arqueológicos), concentración arqueológica (entre 2 y 10 elementos arqueológicos asociados espacialmente) y sitio arqueológico (más de 10 elementos arqueológicos). Todas las evidencias fueron georreferenciadas y fotografiadas, utilizando una ficha general que reúne información básica referente a extensión, materialidad, etc.

Cabe resaltar que la prospección arqueológica se realizó entre los días 2 y 4 de Septiembre de 2014.

- **Resultados**

Casi la totalidad de la superficie prospectada se concentra en la caja del río Chillan y Estero San José y en sus terrazas aledañas, puesto que las laderas de las cuencas presentan una marcada pendiente y una densa vegetación. Más aun, aquellos lugares de fácil acceso y relativamente planos, presentaron casi siempre una cubierta de pasto, lo que dificultaba la inspección del suelo. Considerando lo anterior, en aquellos lugares se optó por concentrar la prospección en sectores erosionados por la acción animal, o donde existiesen cortes estratigráficos o excavaciones (ver Anexo 4, informe arqueológico). Resulta interesante destacar que los materiales arqueológicos detectados en los sectores expuestos presentaron una buena obtrusividad, debido a que estos se encontraban “lavados” por las lluvias.

Se registraron un total de tres hallazgos aislados y un sitio arqueológico, los que se describen a continuación. La ubicación de éstos se señala en el Anexo 1, Lámina 3, mientras que las coordenadas UTM se entregan en la siguiente tabla.

Tabla 4-35. Coordenadas de las evidencias registradas en terreno

Elemento	UTM	UTM
Hallazgo 1	266408	5921852
Hallazgo 2	265520	5923142
Hallazgo 3	265846	5922867
Sitio ECh-01	264860	5923738
	264808	5923701
	264764	5923719
	264752	5923766
	264757	5923797
	264762	5923829
	264812	5923780
	264869	5923747

a) Sitio Arqueológico ECh-01

Corresponde a un sitio con material superficial disperso, observable principalmente en los sectores erosionados sin vegetación. Se ubica en la parte superior de un sector de lomajes sobre la caja del río Chillán, con pendiente hacia el E. Presenta una extensión aproximada de 12.210 m². En el lugar se identificaron exclusivamente artefactos y desechos líticos, destacando manos de moler, raederas, preformas bifaciales y desechos primarios y secundarios de distinto tamaño, en obsidiana y posiblemente basalto. En superficie se registraron abundantes espículas de carbón las que posiblemente se relacionen con quemas recientes. El tránsito de ganado parece ser el principal agente de alteración del sitio. No es posible establecer una cronología tentativa para el sitio, ya que no se registraron elementos diagnósticos. Las siguientes figuras ilustran las evidencias encontradas.

Fotografía 4-19. Vista del emplazamiento del sitio ECh-01



Fotografía 4-20. Desechos líticos del sitio ECh-01



Fotografía 4-21. Mano de moler



Fotografía 4-22. Raedera



b) Hallazgo aislado 1

Corresponde a un molino de morfología ovoidal, cuya ubicación original es desconocida, ya que fue recolectada por uno de los habitantes del sector. Aparentemente habría sido reutilizado en momentos recientes.

Fotografía 4-23. Molino ovoidal



c) Hallazgo aislado 2

Corresponde a un raspador de dorso alto confeccionado aparentemente en basalto. Los sectores adyacentes a éste hallazgo fueron revisados en detalle sin encontrar otras evidencias.

Fotografía 4-24. Raspador de dorso alto



d) Hallazgo aislado 3

Corresponde a una raedera marginal con huellas de pisoteo recientes, confeccionada aparentemente en basalto. Los sectores adyacentes a éste hallazgo fueron revisados en detalle sin encontrar otras evidencias.

Fotografía 4-25. Raedera



- **Conclusiones**

La prospección superficial efectuada en el área del embalse proyectado permitió la identificación de un sitio arqueológico y tres hallazgos aislados. La presencia de elementos de carácter prehispánico en el área ha quedado fehacientemente demostrada, por lo que no es posible descartar la existencia de más evidencias arqueológicas no advertidas en la visita que se informa.

4.3.3 Otros proyectos en la zona

De acuerdo a comunicaciones verbales con los municipios de Pinto y Coihueco, específicamente los departamentos de SECPLAC, no se tiene considerado proyectos relevantes en el área del proyecto desde sus competencias municipales.

Por otro lado, se consultó el listado de proyectos del MOP; “Contratos de Obras, Estudios y Asesorías por Licitación período: Marzo a Mayo de 2014” de la Dirección de Planeamiento, y no se consideran proyectos de infraestructura para el área.

Asimismo se realizó la búsqueda a organismos como en CONAF y el Banco Integrado de Proyectos del Ministerio del Desarrollo Social, obteniendo los mismos resultados anteriores.

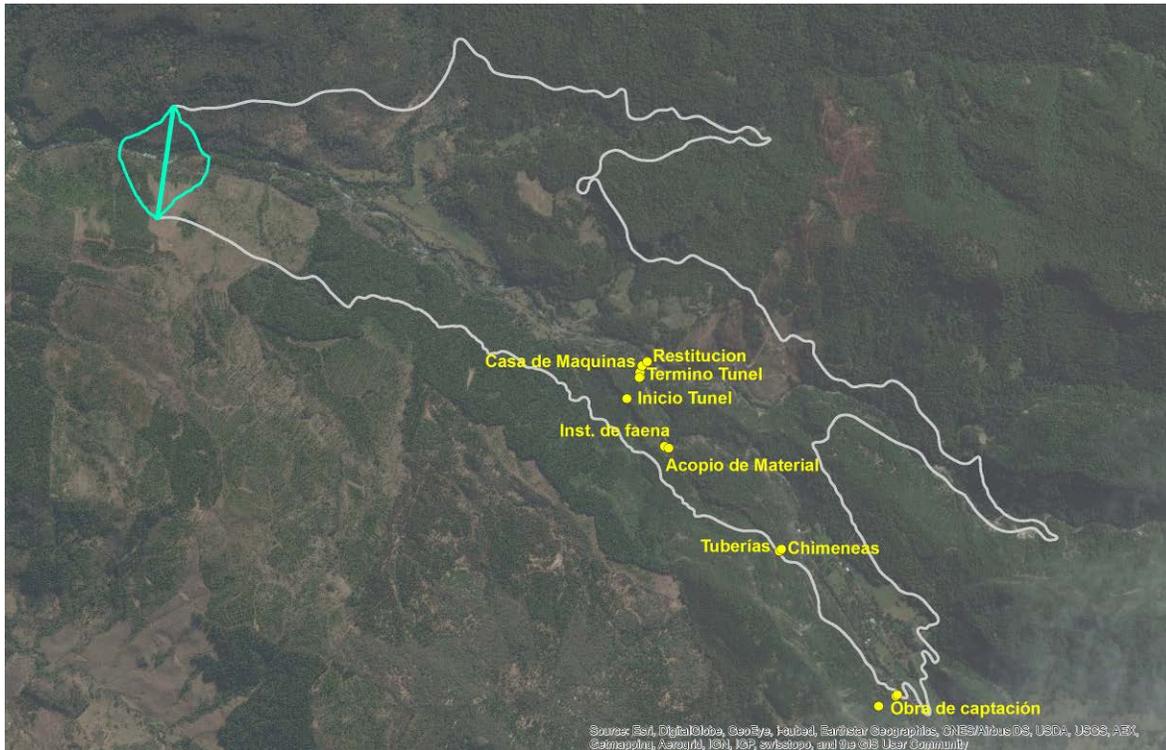
En consulta al SEA se encontró un proyecto en el área de ubicación del embalse, correspondiendo al proyecto “Mini Central Hidroeléctrica Río Chillán” que contempla la construcción y operación de obras de generación. La planta de generación creará una potencia instalada de 5,3 MW y una energía generable estimada de 28 GWh/año, para ser entregada al Sistema Interconectado Central (SIC). La Central producirá energía eléctrica mediante el uso no consuntivo de recursos hídricos provenientes del río Chillán. Las obras de transmisión permitirán que la energía generada por la Mini Central Río Chillán sea inyectada al SIC mediante la construcción de una Línea de Transmisión de 33 kV de 9,3 km de extensión aproximadamente. El titular del proyecto es “Sociedad Hidroeléctrica Río Chillán SpA”,

En lo que se refiere a la posible relación con el proyecto de construcción del embalse, es de suma importancia destacar que algunas obras de este proyecto hidroeléctrico (tubería aducción, captación, zona de acopio, inicio túnel, tubería en presión, línea de transmisión, casa de máquinas, canal de restitución) se sobreponen al área de inundación proyectada para el embalse, hecho que debe ser considerado en el estudio de ingeniería.

No obstante, según la información disponible en la actualidad en el SEA, este proyecto se encuentra en el estado de “No calificado”, es decir, la autoridad ambiental puso término anticipado al procedimiento de evaluación, al carecer el proyecto de información relevante y esencial.

La siguiente figura ilustra la ubicación de las obras superpuestas del proyecto de central hidroeléctrica.

Figura 4-10. Obras proyectadas del proyecto “Mini Central Hidroeléctrica Río Chillán”



Fuente: Elaboración propia base “Mini Central Hidroeléctrica Río Chillán”, página web SEA, 2014.

4.4 ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL

Se proponen las siguientes zonas de restricción para la ubicación de instalación de faenas, estacionamiento de maquinaria y camiones u otros emplazamientos relacionados con la etapa de construcción (Ver Anexo 1, Cartografía). Para la etapa de Operación del proyecto, no se establecen Zonas de Restricción Ambiental.

4.4.1 Zona de Protección por Cultivos Agrícolas (ZRAus).

Se intentará proteger los cultivos agrícolas que se encuentran dispersos dentro del área de influencia del proyecto. Esta zona corresponde, de manera más específica, al sector

denominado “Potrero Grande”, aguas abajo del muro del embalse, y que es el único que alberga un uso agrícola en el área del proyecto.

4.4.2 Zonas de Asentamientos Humanos (ZRAah).

Se trata de proteger los sectores residenciales, de modo de generar los menores inconvenientes a la población, particularmente en lo que se refiere a los componentes ruido y el impacto de material particulado por el desplazamiento de maquinaria. En este caso, la población al encontrarse en un paisaje netamente rural, se distribuye de manera dispersa, sin visualizarse centros poblados de importancia. De todos modos, existe un sector constituido por viviendas dispersas y aisladas, ubicadas de forma contigua a la Ruta N-555, aguas abajo del muro del embalse, hasta aproximadamente la intersección de dicha ruta con el Estero Peladillas. El sector se denomina “Potrero Grande” (según la carta IGM 1:50000 “Recinto”, F-111). En este tramo se ubicará esta zona de restricción.

4.4.3 Zona de restricción por protección de flora y fauna terrestre (ZRAveg/ZRAft)

Corresponde a toda área con presencia de vegetación, flora y fauna terrestre, que se encuentre fuera de los límites de trabajo establecidos para la fase de construcción del embalse. Con esta medida se intenta preservar y proteger las distintas formaciones vegetacionales existentes en la zona contigua a los trabajos, principalmente especies nativas tales como *Nothofagus obliqua*, *Persea lingue*, *Drimys winteri* y *Austrocedrus chilensis*

4.4.4 Zona de restricción por protección de flora y fauna acuática (ZRAfloraac/ZRAfaunaac)

Se intenta proteger los ambientes ribereños de los cauces fluviales existentes, en todo lo que no corresponda al área de trabajos para la construcción del embalse. En este caso



dicha zona de restricción se emplazaría aguas abajo del muro del embalse, sector que coincide con el trayecto casi paralelo de la ruta N-555.

5. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL.

5.1 NORMATIVA AMBIENTAL GENERAL

El presente marco legal analiza la normativa ambiental general y específica aplicable al proyecto, incluyendo la identificación de los permisos ambientales sectoriales.

5.1.1 Decreto N°100/05, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Constitución Política de la República de Chile.

a) Materia Regulada

Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile

b) Relación con el Proyecto

En el Artículo 19, Número 8, de la Constitución Política queda establecido el derecho de todas las personas a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y se indica que es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza, protegiendo el medio ambiente. Tiene relación con el proyecto en el sentido que debe ser concebido teniendo en consideración que es deber del Estado, promotor de estas obras, resguardar la preservación de la naturaleza y asegurar que se cumpla el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

c) Forma de Cumplimiento

El cumplimiento de la Constitución Política se realiza en tanto el proyecto es concebido dentro de este marco normativo, no incluyendo la proposición de acciones que atente contra la preservación de la naturaleza y el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

5.1.2 Ley 19.300, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Modificada por Ley 20.173/2007 y Ley 20.417/2010), Ley de Bases Generales del Medio Ambiente

a) Materia Regulada

La Ley Nº 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), incorpora a nuestro ordenamiento jurídico un conjunto de principios que dan coherencia y uniformidad a la legislación ambiental chilena. Es este cuerpo legal el que establece la normativa fundamental dentro de la cual debe enmarcarse el proyecto, con el objeto de prever, determinar, prevenir, mitigar, compensar o restaurar su impacto en el medio ambiente.

El artículo 10 de la Ley identifica aquellos tipos de proyectos que por ser susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases deben ser sometidos de forma obligatoria al SEIA, ya sea a través de una DIA o de un EIA, este último caso en el evento de que el proyecto o sus actividades, en cualquiera de sus fases, generase o presentase a lo menos uno de los efectos, características o circunstancias señaladas en el artículo 11.

b) Relación con el Proyecto

En relación con el proyecto que se analiza en esta Consultoría, cabe destacar que esta Ley establece el deber del Estado de resguardar la preservación de la naturaleza y asegurar el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

c) Forma de Cumplimiento

El cumplimiento de la Ley 19.300 y sus posteriores modificaciones se realiza tanto, en cuanto el proyecto es concebido dentro de este marco normativo, no incluyendo la proposición de acciones que atente contra la preservación de la naturaleza y el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

5.1.3 D.S. Nº 40/2012, Ministerio del Medio Ambiente.

a) Materia Regulada

Establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Además el Reglamento establece la lista de permisos ambientales sectoriales, los que de ser aplicables a algún Proyecto, deberán ser incluidos en el documento correspondiente, ya sea un EIA o una DIA.

b) Relación con el Proyecto

El DS Nº 40/12 se relacionará con las obras, en cuanto se trate de proyectos tipificados en el Art. 3.

En el Art. 3 se encuentra la tipología de ingreso a considerar para el proyecto en evaluación:

Artículo 3: *“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”.

“a.1. Presas cuyo muro tenga una altura igual o 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 igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³)”.

“a.3. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, 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”.

“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”.

c) Forma de Cumplimiento

El cumplimiento de la norma se produce por la vía del ingreso al SEIA en los casos de proyectos que correspondan a los tipificados en el al Art. 3º.

5.2 NORMATIVA AMBIENTAL ESPECÍFICA

5.2.1 Aire

a) DS N° 144/61, DEL MINISTERIO DE SALUD.

i. Materia Regulada

Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza.

ii. Relación con el Proyecto

De acuerdo a los antecedentes disponibles, es posible señalar que en la etapa de construcción del Embalse, se generarán emisiones a la atmósfera derivado del movimiento de tierra, maquinarias y vehículos.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante la Etapa de construcción, se deberán minimizar las molestias a receptores sensibles en las faenas que se desarrollen próximas a sectores poblados. Entre las medidas atinentes se encuentran las siguientes:

- Humedecer caminos de circulación internas que presentan altas probabilidades de levantar material particulado.
- Control de velocidad de circulación de vehículos.
- Utilizar mallas antipolvo a objeto de evitar la dispersión de material particulado directamente en las áreas adyacentes a los frentes de trabajo o en zonas con alta circulación de camiones, vehículos y maquinaria de la obra, en caso de encontrarse receptores sensibles a menos de 50 m de las faenas.
- Emplear sólo vehículos que cuenten con los permisos de emisión de gases y mantenimientos al día, para cumplir con la presente Norma.
- Respeto de zonas de restricción indicadas.

iv. Organismo Fiscalizador

Según lo establece el artículo 8 del presente texto reglamentario, corresponde a la SEREMI de Salud, vigilar, en general, el cumplimiento de todas las disposiciones a que se refiere.

b) D.S N° 4/1994 MINISTERIO DE TRANSPORTE.

i. Materia regulada

Establece Normas de Emisión de Contaminantes Aplicables a los Vehículos Motorizados y Fija los Procedimientos para su Control.

ii. Relación con el Proyecto

Los vehículos y maquinaria que participen de la construcción del embalse, emitirán gases de acuerdo a su funcionamiento. La ausencia de control de estas emisiones puede generar molestias adicionales a la población circundante a las áreas de faenas y de circulación de vehículos.

iii. Forma de Cumplimiento

Los vehículos y maquinaria que participen de la construcción de las obras deberán encontrarse en condiciones técnicas que aseguren el cumplimiento de los niveles establecidos en este decreto para lo que dispondrán de revisión técnica al día.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá a Carabineros de Chile, inspectores fiscales y municipales la fiscalización de esta normativa.

5.2.2 Ruido

a) D.S N° 38/11, DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.

i. Materia Regulada

Establece normas de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.

ii. Relación con el Proyecto

El proyecto en etapa de construcción tendrá distintas actividades que generaran distintos niveles de ruido que pueden afectar a distintos receptores sensibles en el área de influencia directa.

iii. Forma de Cumplimiento

Se deberá considerar por parte de la empresa ejecutora la aplicación de medidas que reduzcan efectivamente las fuentes emisoras de contaminación acústica, entre las que se cuentan, en casos en que se encuentren receptores sensibles a menos de 50 m de las actividades productoras de ruido:

- Reducción de velocidad en sectores poblados
- Operación no simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.
- Desarrollo de faenas en horario diurno.
- Se deberá exigir el uso de maquinaria y camiones en buen estado técnico.
- Se deberá evitar la operación no simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.
- Respetar límite de velocidad de 50 Km/h, para todo vehículo de la obra;
- No se permitirá el uso de bocinas innecesariamente.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud de la Región del Bío-Bío la fiscalización del cumplimiento de esta normativa.

b) DS N° 594/00, DEL MINISTERIO DE SALUD.

i. Materia Regulada

Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

ii. Relación con el Proyecto

Durante las faenas de construcción algunas actividades relacionadas con movimientos de tierra, excavaciones etc., pueden exponer al ruido a los trabajadores en los frentes de trabajo.

iii. Forma de Cumplimiento

Protección auditiva para los trabajadores en las actividades de faena que requieran protección especial y lo dictaminado por el profesional de prevención de riesgos.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, sin perjuicio de las atribuciones específicas que correspondan a los demás organismos con competencias en la materia.

5.2.3 Agua

a) DFL N° 725/67, DEL MINISTERIO DE SALUD, CÓDIGO SANITARIO

i. Materia Regulada

Higiene del ambiente y de los lugares de trabajo (Libro Tercero).

Art. 73. Establece la prohibición de descargas de aguas servidas y de residuos industriales o mineros a ríos o lagunas, o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos.

ii. Relación con el Proyecto

Durante las faenas, se generarán desechos domésticos y de las faenas mismas que podrían contaminar las aguas del Río Chillán y sus afluentes contiguos involucrados en el proyecto.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante las faenas, la empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuo en el Río Chillán como también, cualquier curso o cuerpo de agua próximo a las obras, así como evitar el arrojado accidental o imprevisto en las aguas de cuerpos o cauces de agua. Asimismo debe existir un adecuado control de proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, sin perjuicio de las atribuciones específicas que correspondan a los demás organismos con competencias en la materia.

b) NORMA CHILENA 1.333/Of. 78, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION

i. Materia Regulada

Esta norma fija un criterio de calidad de agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado.

Agua para consumo humano
Agua para bebida de animales
Riego
Recreación y estética

ii. Relación con el Proyecto

Durante las faenas de mejoramiento se generarán desechos domésticos sólidos y líquidos de las faenas mismas que podrían contaminar las aguas del Río Chillán y de sus afluentes.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante las faenas, la empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuos en el sector del Embalse, como también, cualquier curso o cuerpo de agua adyacente.

Asimismo debe existir un adecuado control de proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, sin perjuicio de las atribuciones específicas que correspondan a los demás organismos con competencia ambiental en la materia.

c) DL N° 3.557/80, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA.

i. Materia Regulada:

Dispone acerca de la prevención de emisión de cualquier contaminante que pueda afectar a la agricultura. En su artículo 11 establece que cualquier entidad que manipule productos susceptibles de contaminar la agricultura debe adoptar oportunamente las medidas técnicas y prácticas para evitar la contaminación. En casos calificados, el Presidente de la República podrá ordenar la paralización total o parcial de las actividades y empresas que emitan polvo, humos o gases, o que vacíen productos y residuos en las aguas, cuando se compruebe que se afecta la salud de las personas, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales.

ii. Relación con el Proyecto

En relación al proyecto, las actividades de construcción pueden provocar la contaminación de cauces, cuerpos de aguas, o suelos que pueden afectar los distintos cultivos cercanos al área del proyecto.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante la etapa de construcción en la zona de las obras se deben tomar medidas preventivas tales como:

- Los residuos sólidos domésticos generados deberán ser almacenados temporalmente en contenedores especiales, para luego ser evacuados en sitios de disposición autorizados por la autoridad sanitaria.
- Control y supervisión permanente por parte del contratista, de los procedimientos de cada faena, siendo su responsabilidad asegurar que durante el desarrollo de éstas no se contaminarán las aguas.
- Uso de baños químicos, contratando a una empresa autorizada por la Autoridad Sanitaria de la Región del Bío-Bío.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá al SEREMI de Agricultura de la Región del Bío-Bío la fiscalización de esta normativa.

d) DS N° 90/2000, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA.

i. Materia Regulada

Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

ii. Relación con el Proyecto

Durante la construcción del embalse, es posible que se produzcan eventos que contaminen las aguas superficiales del Río Chillán y sus afluentes inmersos en el área de estudio, debido a las faenas de movimiento de material, transporte de carga o construcción de obras específicas en quebradas.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante la construcción del embalse, se deberá contemplar la prohibición de arrojar cualquier tipo de residuos líquidos a los cursos y cuerpos de agua, incluyendo todas las acciones que puedan generar contaminación, como por ejemplo Instalación de Faenas, las que deberán operar en condiciones sanitarias adecuadas, en cuanto a la generación de residuos líquidos. Entre las medidas a implementar en estas faenas se considerará:

- Prohibición de arrojar cualquier tipo de residuos líquidos a cualquier cauce o quebrada.
- Quedará prohibido realizar mantención de maquinarias y equipos tanto en las zonas adyacentes como en cualquiera de los cauces.
- Quedará prohibido realizar el suministro de combustibles o su almacenamiento en sectores próximos al cauce de los cuerpos de agua a intervenir.
- Control de proveedor de servicio de baños químicos.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, y a la SEREMI de Salud la fiscalización de esta norma.

e) D.F.L 1.122, D.O. 29/10/81, MINISTERIO DE JUSTICIA, CODIGO DE AGUAS

i. Materia Regulada

Artículos 41 y 171

Establece los requisitos y obligaciones que asisten a los ejecutores de modificaciones en cauces naturales. Otorga atribuciones de aprobación a la DGA.

ii. Relación con el Proyecto

Las obras que constituyen el embalse corresponden al tipo de obra que debe ser autorizada por la DGA.

iii. Forma de Cumplimiento

Dependiendo del Titular que ejecute las obras de construcción del Embalse, será el encargado de requerir la autorización a la DGA. Si las obras las realiza la DOH, esta institución solicitará los permisos por las obras que ingresen al SEIA. Respecto a las obras que no ingresan al SEIA solo se informará a la DGA para su inclusión en el Catastro Público de Aguas. Si las obras las realiza un privado o entidad ajena al MOP, éste será el encargado de solicitar todos los permisos respectivos.

iv. Organismo Fiscalizador

Dirección General de Aguas.

5.2.4 Biota

a) D.S. Nº 5/98 MINISTERIO DE AGRICULTURA.

i. Materia Regulada

Reglamento de La Ley de Caza

ii. Relación con el Proyecto

En el área definida como influencia directa del embalse, se encuentren algunos hábitats que albergan especies de fauna terrestre.

iii. Forma de Cumplimiento

La empresa contratista prohibirá la caza de cualquier tipo de especie de la fauna terrestre, durante todo el período de ejecución de las obras, inclusive en los momentos de descanso.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá al SAG de la Región del Bío-Bío la fiscalización de esta normativa.

5.2.5 Intervención en Cauces Naturales

a) D.F.L.1.122, D.O.29/10/81, MINISTERIO DE JUSTICIA CÓDIGO DE AGUAS.

i. Materia Regulada

Artículo 41 y 171: Establece los requisitos y obligaciones que asisten a los ejecutores de modificaciones en cauces naturales y otorga atribuciones de aprobación a la DGA.

ii. Relación con el Proyecto:

La construcción de las obras del embalse corresponde al tipo de obra regido por el código de Aguas.

iii. Forma de Cumplimiento

Para las obras correspondientes al Embalse en el Río Chillán, en el caso que se proceda a la construcción de acuerdo al DFL 1.123, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), será el organismo competente que se encargará de cumplir con todas y cada una de las disposiciones estipuladas en los artículos 41 y 171 del código de aguas, si corresponde.

iv. Organismo Fiscalizador

Dirección General de Aguas.

5.2.6 Patrimonio Cultural

a) LEY 17.288/70, MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y SUS MODIFICACIONES.

i. Materia Regulada

Artículo 73: Obligatoriedad de informar existencia de elementos constituyentes del patrimonio cultural y de no alterarlos sin autorización del Consejo de Monumentos Nacionales.

ii. Relación con el Proyecto:

Las excavaciones necesarias para ejecutar algunas obras, podrían descubrir o encontrar sitios de interés para el patrimonio cultural, no detectables en superficie.

iii. Forma de Cumplimiento

Si durante las excavaciones, se encuentran sitios, restos, ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter arqueológico, antropológico o paleontológico, se actuará conforme a la legislación vigente y se comunicará de inmediato el descubrimiento al Consejo de Monumentos Nacionales y a Carabineros de Chile.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a Carabineros de Chile y al Consejo de Monumentos Nacionales la fiscalización de estas actividades.

5.2.7 Higiene y Seguridad

a) DS N° 594/00, DEL MINISTERIO DE SALUD.

i. Materia Regulada

Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo

ii. Relación con el Proyecto

En las actividades de construcción se deberá mantener el cumplimiento de estas indicaciones para todo el personal de la empresa contratista.

iii. Forma de Cumplimiento

La empresa contratista deberá dar cumplimiento a la normativa atinente en todos los aspectos relacionados con la provisión de agua potable, disposición de aguas servidas y acopio y disposición de desechos sólidos.

La basura doméstica (desechos orgánicos, papeles, cartones, plásticos, latas) será dispuesta, en forma temporal, en tambores de PVC o metálicos, debidamente rotulados, los que deberán mantenerse tapados en todo momento.

Los tambores destinados a basura deberán disponerse en todas las áreas que sea necesario (casino, campamento, oficinas, etc.).

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud.

b) D.F.L. N° 725/68, MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, CÓDIGO SANITARIO

i. Materia Regulada

En lo que respecta el proyecto esta normativa regula las condiciones laborales respecto a la higiene en los lugares de trabajo los cuales se señalan en el Libro III títulos I normas generales, Título II de la higiene y seguridad del ambiente. En el Título II se consideran el Párrafo I sobre las aguas y sus usos sanitarios, el Párrafo II de las viviendas, locales, campamentos y por ultimo lo que establece el Párrafo III en relación a los desperdicios y basuras. En el Título III se consideran los aspectos de higiene y seguridad de los lugares de trabajo los equipos, maquinarias, instalaciones, materiales y cualquier otro elemento, con el fin de proteger eficazmente la vida, la salud y bienestar de los obreros y empleados y de la población en general.

ii. Relación con el Proyecto

Durante la ejecución de las obras se deberán considerar todas las disposiciones legales sobre las instalaciones sanitarias y la dotación de agua potable para los trabajadores de las distintas obras, como también la generación y disposición final de residuos sólidos.

iii. Forma de Cumplimiento

- Dotación de baños químicos a los trabajadores de acuerdo al número que establece el Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
- Control de vectores en el área de campamentos e instalación de faenas
- La basura doméstica (desechos orgánicos, papeles, cartones, plásticos, latas) será dispuesta, en forma temporal, en tambores de PVC o metálicos, debidamente rotulados, los que deberán mantenerse tapados en todo momento.
- Los tambores destinados a basura deberán disponerse en todas las áreas que sea necesario (casino, campamento, oficinas, etc.).

- Prohibición de arrojar cualquier tipo de residuo sólido o efectuar descargar de las aguas servidas de casino o baños en cualquier cauce natural.

iv. Organismo Fiscalizador

Seremi de Salud de la Región del Bío-Bío.

5.3 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

En la siguiente tabla se listan los permisos ambientales establecidos en el título VII del Reglamento del SEIA, indicando si son o no aplicables a las obras proyectadas.

Cabe destacar que estos permisos se tramitan dentro del SEIA sólo en el caso que el proyecto o alguna de sus partes ingresen al Sistema.

Tabla 5-1. Permisos Ambientales Sectoriales Aplicables

Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
De los permisos ambientales sectoriales de contenidos únicamente ambientales.		
111	Permiso para el vertimiento en las aguas sometidas a jurisdicción nacional desde naves, aeronaves, artefactos navales, construcciones y obras portuarias.	No
112	Permiso para emplazar instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas, en los puertos y terminales del país.	No
113	Permiso para la instalación de plantas de tratamiento de instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas cuyas aguas tratadas sean descargadas en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.	No
114	Permiso para la instalación de un terminal marítimo y de las cañerías conductoras para transporte de sustancias contaminantes o que sean susceptibles de contaminar.	No
115	Permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.	No
116	Permiso para realizar actividades de acuicultura.	No

Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
117	Autorización para realizar repoblación y siembra de especies hidrobiológicas con fines de pesca recreativa.	No
118	Permiso para realizar actividades de acuicultura en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.	No
119	Permiso para realizar pesca de investigación.	No
120	Permiso para iniciar trabajos de construcción, excavación, o para desarrollar actividades que pudieran alterar el estado natural de un Santuario de la Naturaleza.	No
121	Permiso para ejecutar labores mineras en lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales.	No
122	Permiso para ejecutar labores mineras en covaderas o en lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico.	No
123	Permiso para la introducción en el medio natural de especies de fauna silvestre, sea ésta del país o aclimatada, semen, embriones, huevos para incubar y larvas en regiones o áreas del territorio nacional donde no tengan presencia y puedan perturbar el equilibrio ecológico y la conservación del patrimonio ambiental.	No
124	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para controlar la acción de animales que causen graves perjuicios al ecosistema.	No
125	Permiso para la ejecución de labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares o en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar un caudal o la calidad natural del agua.	No
126	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de toda instalación diseñada para el manejo de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas.	No
127	Permiso para la corta y destrucción del Alerce.	No
128	Permiso para la corta o explotación de araucarias vivas.	No
129	Permiso para la corta o explotación de Queule -Gomortega keule (Mol.) Baillon-, Pitao -Pitavia punctata (Mol.)-, Belloto del Sur -Beilschmiedia berteroa (Gay) Kostern-, Ruil -Nothofagus alessandrii Espinoza-, Belloto del Norte -Beilschmiedia miersii (Gay) Kostern.	No

Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
130	Permiso para realizar nuevas explotaciones o mayores extracciones de aguas subterráneas que las autorizadas, en zonas de prohibición que corresponden a acuíferos que alimentan vegas y bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá y de Antofagasta.	No
De los permisos ambientales sectoriales mixtos.		
131	Permiso para realizar trabajos de conservación, reparación o restauración de Monumentos Históricos; para remover objetos que formen parte o pertenezcan a un Monumento Histórico; para destruir, transformar o reparar un Monumento Histórico, o hacer construcciones en sus alrededores; o para excavar o edificar si el Monumento Histórico fuere un lugar o sitio eriazo.	No
132	Permiso para hacer excavaciones de tipo arqueológico, antropológico y paleontológico.	No
133	Permiso para hacer construcciones nuevas en una zona declarada típica o pintoresca, o para ejecutar obras de reconstrucción o de mera conservación.	No
134	Permiso para el emplazamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.	No
135	Permiso para la construcción y operación de depósitos de relaves.	No
136	Permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral.	Si
137	Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera.	No
138	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza.	No
139	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros.	No
140	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.	Si
141	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de relleno sanitario.	No
142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos.	Si

Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
143	Permiso para el transporte e instalaciones necesarias para la operación del sistema de transporte de residuos peligrosos.	No
144	Permiso para instalaciones de eliminación de residuos peligrosos.	No
145	Permiso para el sitio de reciclaje de residuos peligrosos.	No
146	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso.	Si
147	Permiso para la recolección de huevos y crías con fines científicos o de reproducción.	No
148	Permiso para corta de bosque nativo.	Si
149	Permiso para la corta de plantaciones en terrenos de aptitud preferentemente forestal.	No
150	Permiso para la intervención de especies vegetales nativas clasificadas de conformidad con el artículo 37 de la Ley N° 19.300, que formen parte de un bosque nativo, o alteración de su hábitat.	Si
151	Permiso para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas.	No
152	Permiso para el manejo de bosque nativo de preservación que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país.	Si
153	Permiso para la corta de árboles y/o arbustos aislados ubicados en áreas declaradas de protección.	No
154	Permiso para realizar exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten vegas o bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y de Antofagasta.	No
155	Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas.	Si
156	Permiso para efectuar modificaciones de cauce.	Si
157	Permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales.	Si
158	Permiso para ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos.	No
159	Permiso para extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros.	Si
160	Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos.	Sí



De total de permisos ambientales analizados, se deberá pedir los permisos 136, 140, 142, 146, 148, 150, 152, 155, 156, 157, 159 y 160.

6. ANALISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA.

El análisis de pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) del proyecto “Construcción Embalse de Riego en Río Chillán”, que se presenta a continuación, corresponde a un análisis de tipo jurídico, en el cual se revisa lo estipulado en la Ley N° 19.300 que aprueba la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus Modificaciones establecidas en la Ley N° 20.417/2010 que tengan relación con el proyecto y en el D.S MMA N° 40/12.

El articulado de la ley y de las normas citadas constituye el Marco del Sistema Normativo Ambiental chileno.

Los antecedentes jurídicos son contrastados con las características del Proyecto, con el objeto de establecer si éste se ajusta a las definiciones jurídicas analizadas y en consecuencia, determinar si existe o no obligatoriedad de someter al Proyecto a la evaluación de impacto ambiental definida en el SEIA.

Las obras consideradas para el análisis de Pertinencia son los siguientes:

Tabla 6-1. Obras del embalse.

Obra a realizar	Tipo de obra
Muro de embalse 143.4 m de altura, con un coronamiento de longitud de 538.5 m.	Obra Nueva
Evacuador de Crecida	
Túnel de evacuación	
Obras de entrega de riego	

Fuente: Proyecto Ingeniería, etapa 3.

6.1 Antecedentes Legales

- i. Ley 19.300 modificada por Ley N° 20.417 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

El Art. 8 de la Ley establece que los proyectos que se indican en el Art. 10 de la misma Ley, sólo podrán ser ejecutados o modificados previa evaluación de su impacto ambiental. Asimismo, indica que el procedimiento para esta evaluación se realizará a través de un sistema de evaluación de impacto ambiental. La administración de este sistema corresponderá al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

“Artículo 8°.- Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley.

Todos los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental, que de acuerdo con la legislación vigente deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación, serán otorgados a través de dicho sistema, de acuerdo a las normas de este párrafo y su reglamento.

Sin perjuicio de los permisos o pronunciamientos sectoriales, siempre se requerirá el informe del Gobierno Regional, del Municipio respectivo y la autoridad marítima competente, cuando corresponda, sobre la compatibilidad territorial del proyecto presentado.

Los proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental deberán considerar siempre las políticas y planes evaluados estratégicamente, de conformidad a lo señalado en el Párrafo 1°bis de este título.

Corresponderá al Servicio de Evaluación Ambiental, la administración del sistema de evaluación de impacto ambiental, así como la coordinación de los organismos del Estado involucrados en el mismo, para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos a que se refiere el inciso anterior”

Lo indicado en esta disposición legal establece dos situaciones, a saber, la primera es que los proyectos listados en el Art. 10 deben ingresar al SEIA y la segunda, es que aquellos que no están incorporados al mismo, no deben ser ingresados, salvo que se opte a ello en forma voluntaria, como se establece en el art. 9 de la Ley.

Por su parte el Art. 10 establece, en sus letras a) a q), la tipología de proyectos que deben ingresar al SEIA, cuyo encabezado es el que sigue y donde interesa destacar lo dispuesto en la letra a):

“Art. 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”;

Del análisis de la letra a) del Art. 10, se observa necesario remitirse al Art. 294 del Código de Aguas, el que especifica los siguientes tipos de obras relacionadas con el proyecto en estudio:

“a) Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura”;

“b): Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo”.

“c): Los acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite”;

De acuerdo al listado de obras enunciadas en la tabla 6-1, las obras del embalse debiesen entrar al Sistema de Evaluación Ambiental porque su muro será mayor a 5 metros de altura y su capacidad será superior a 50.000 m³, según la letra a) del Art. 294 del Código de Aguas.

ii. D.S. N° 40/2012, Ministerio del Medio Ambiente.

Respecto del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el Art. 13 de la Ley establece que se dictará un Reglamento, a cuyas normas se sujetarán el proponente y la autoridad ambiental. Este Reglamento es el que actualmente tiene su expresión en el D.S. M.M.A N° 40/12, el cual entrega las normas detalladas para realizar los análisis de pertinencia de ingreso en el Art. 3, cuyos literales indican las condiciones para determinar si un proyecto debe ingresar al SEIA.

En su Art. 3 se encuentra la tipología de proyectos a considerar en esta etapa de prefactibilidad:

Artículo 3: “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, incluyendo a los glaciares que se encuentren incorporados como tales a un Inventario Público a cargo de la Dirección General de Aguas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de”:

“a.1. Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros (5m) 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 igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³)”.

“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 éstos 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”.

iii. Relación del Proyecto con la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 40/2012.

El proyecto que se analiza es una obra nueva correspondiente al Embalse en el Río Chillán y sus obras asociadas: Muro de embalse, Evacuador de Crecida, Túnel de evacuación y Obras de entrega de riego.

De las obras señaladas anteriormente, las que por sus características están dentro de los criterios señalados en la ley la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 40/2013 son las obras asociadas al Muro del embalse del Río Chillán, el cual posee 143,4 metros de altura, lo cual es más que los 5 metros de altura señalados por el reglamento. Además, generará un embalse de 210 millones de m³ muy superior a los 50.000 m³. Por otro lado el evacuador de crecidas, el túnel de evacuación y las obras de entrega a riego son todos acueductos de más de 2 m³/s, por lo cual corresponderían a tipos de obras tipificadas como aquellas que deben ingresar al SEIA.

6.2 Resultados

El embalse corresponde a un tipo de obra catalogada dentro del art. 3 del Reglamento del SEIA, más específicamente a la letra a), literal a.1. Por consiguiente, el proyecto debiera ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). La forma de ingreso debiera ser Estudio de Impacto Ambiental (EIA), debido a que sus efectos corresponden a aquellos establecidos en:

- Art. 6, letra a) *“La pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes”.*

En relación a la línea de base ambiental, es el componente “suelos” el que corresponde a este literal.

- Art. 6, letra b) *“La superficie con plantas, algas, hongos, animales silvestres y biota intervenida, explotada, alterada o manejada y el impacto generado en dicha superficie. Para la evaluación del impacto se deberá considerar la diversidad biológica, así como la presencia y abundancia de especies silvestres en estado de conservación o la existencia de un plan de recuperación, conservación y gestión de dichas especies, de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley”.*

En relación a la línea de base ambiental, son los componentes “Flora y Vegetación Terrestre”, “Fauna Terrestre” y “Flora y Fauna Acuática” a los que alude este literal.

- Art. 10, letra a) *“La magnitud en que se remueva, destruya, traslade, deteriore, intervenga o se modifique permanente algún Monumento Nacional de aquellos por la Ley N° 17.288.”.*

En relación a la línea de base ambiental, es el componente “Patrimonio Cultural y Arqueológico” el que corresponde a este literal.

7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

7.1 Identificación de impactos

Se ha realizado la identificación de impactos ambientales de las obras proyectadas, para las etapas de construcción y operación.

El método de identificación comprende el contraste de las actividades que cada tipo de obra requiere, con las características del entorno, considerando los componentes del ambiente presentes.

7.1.1 Impactos en la etapa de construcción.

a) Impacto N°1. Generación de Ruidos

El tránsito de camiones a las obras, movimiento de maquinaria y en general las faenas, producirán emisiones de ruido que alteran la situación actual. Este impacto recaerá en un conjunto de viviendas identificadas en el sector “Potrero Grande” localizadas aguas abajo del muro del embalse.

b) Impacto N° 2. Emisión de gases y material particulado

El desarrollo de las actividades de la construcción, como el movimiento de tierra y el tránsito de camiones y maquinaria, cuyo desplazamiento genera el levantamiento de material particulado y emisiones de gases de estos vehículos. Este impacto recaerá en un contiguo de casas identificadas en el sector “Potrero Grande” ubicadas aguas abajo del muro del embalse.

c) Impacto N° 3. Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán.

La circulación de maquinaria y vehículos pesados durante las obras de construcción del muro, generan la posibilidad de contaminación de aguas por adición de diversos tipos de

elementos contaminantes. Junto a ello, los movimientos de tierra, necesarios para los desvíos del cauce y construcción de las obras producirán sólidos suspendidos por lo que podría afectar aguas abajo la calidad de agua para la vida acuática y bebida animal.

d) Impacto N° 4. Corte de vegetación nativa.

Las actividades de excavaciones y movimientos de tierra para la construcción del muro, evacuador de crecida, túnel de desvío, entre otras obras, requerirán el despeje de vegetación nativa en zonas ribereñas y de laderas. En este sector, existe vegetación conformada por 7 especies que se encuentran en algún estado de conservación, estas son: *Austrocedrus chilensis*, *Citronella mucronata*, *Blechnum chilense*, *Gilliesia gramínea*, *Blechnum hastatum*, *Persea lingue*, *Lapageria rosea*.

e) Impacto N° 5. Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

El Impacto "Corte de vegetación nativa", presenta una consecuencia colateral que corresponde a la afectación de la fauna cuyo hábitat es la masa vegetal. Las actividades de excavaciones y movimientos de tierra para la construcción del muro y obras anexas, requerirán el despeje de vegetación nativa en zona ribereñas y de laderas, alterando o destruyendo el hábitat de las especies de aves, mamíferos y reptiles, los que eventualmente sufrirán un cambio en las condiciones de hábitat. En el área de influencia directa existen potencialmente 9 especies con problemas de conservación, ellos son: *Pleurodema thaul*, *Philodryas chamissonis*, *Liolaemus lemniscatus*, *Liolaemus tenuis*, *Liolaemus pictus*, *Liolaemus gravenhorsti*, *Columba araucana*, *Theristicus melanopis*, *Abrothrix longipilis*.

f) Impacto N° 6. Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

Durante la construcción del muro, vertedero y túnel de desvío, se generará corta de vegetación ribereña, además de emisiones de residuos sólidos, líquidos y actividades de movimientos de tierra que será depositado en el río y que eventualmente puedan llegar al

río, lo que impactará las condiciones del hábitat de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito).

g) Impacto N°7. Alteración de transporte en ruta N-555.

Durante la construcción del muro de la presa y obras de mejoramiento de canales, se producirá tránsito de camiones de carga y maquinaria que afectará las actuales condiciones de circulación de esta vía rural en dirección al sector de Los Pellines.

h) Impacto N°8. Generación de empleo

El proceso de construcción de todas las obras genera un efecto de activación económica a nivel local, al requerir mano de obra.

i) Impacto N°9. Demanda de servicios

El proceso de construcción de todas las obras genera un efecto de activación económica a nivel local, demanda de insumos y materiales de construcción, así como servicios para el personal de las faenas.

j) Impacto N° 10. Posible Afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.

Durante la etapa de construcción podrían verse afectados el sitio arqueológico y los tres hallazgos aislados detectados en el área de influencia directa de las obras.

k) Impacto N° 11. Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos.

Cabe la posibilidad de hallazgos arqueológicos a raíz de las excavaciones a desarrollar en etapa de construcción, específicamente en la zona de emplazamiento del muro y en el sitio de explotación de empréstitos localizados en el área de inundación.

7.1.2 Impactos en etapa de operación

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para ganadería

El llenado del embalse cubrirá una superficie de 421 hectáreas, afectando aproximadamente 219 hectáreas de tierras aptas para pastoreo de ganado (capacidad de suelo clase VI, VII³), equivalente al 52% de los suelos inundados.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.

La regulación del cauce que realizará el embalse provocará el cambio permanente del régimen de escurrimiento del Río Chillán, generando un cambio de régimen lótico a régimen léntico. Esta modificación del régimen de escurrimiento puede potenciar la eutrofización generando una modificación de la calidad del agua.

c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre.

Una vez que se inicie el llenado del embalse, las especies deberán buscar otro hábitat fuera del área de inundación, siendo las especies más afectadas aquellas con menor desplazamiento como reptiles.

En este sector se detectaron 9 especies consideradas en alguna categoría de conservación como vulnerable, en peligro o casi amenazada; 5 de ellas conocidas por presentar una muy baja movilidad, estas son *Philodryas chamissonis*, *Liolaemus lemniscatus*, *Liolaemus tenuis*, *Liolaemus pictus*, *Liolaemus gravenhorsti*.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática.

El área de inundación ocasionaría cambios a las condiciones de hábitat para la flora y fauna acuática en general. La inundación causada por el embalse significará la pérdida de un sistema lótico como es el Río Chillán, desde la cola del embalse hasta su muro, siendo

³ Según "Pauta para estudios de suelo", del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), año 2011.

reemplazado por un sistema de tipo léntico. La más comprometida por esta situación se puede mencionar a la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito), que se encuentra protegida ambientalmente y está en categoría de conservación *Vulnerable*. Complementariamente se debe considerar que el lago que se formará atraerá la presencia de especies cuyos hábitos se asocien de cuerpos de agua. Por otro lado, las modificaciones en el caudal del Río Chillán y su escurrimiento natural aguas abajo del muro, provocará la modificación de condiciones de vida acuática actual.

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales

En el área de inundación del embalse se producirá un cambio de uso de suelo afectando fundamentalmente actividades ganaderas y de plantaciones forestales que tienen lugar en este sector.

f) Impacto N° 6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

El mejoramiento en la conducción y entrega de caudal hídrico desde el nuevo embalse hacia los canales aguas abajo, aumentará la seguridad de riego, lo que permitirá potenciar la economía de este sector.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Al mejorar el sistema de riego, repercutirá en una mejora en los sistemas productivos traduciéndose en un aumento de la producción lo que significará un aumento también en la demanda de mano de obra agrícola local.

h) Impacto N° 8 Modificación del paisaje

El embalse tendrá un impacto significativo en el paisaje de la zona, ya que se inundarán tierras de pastoreo y zonas con vegetación nativa; en su lugar aparecerá un espejo de agua que contrastará con la vegetación existente en la zona. Por otro lado en el sector de la cola del embalse se afectaría al salto Los Pellines ya que quedaría dentro de la zona de inundación con la consiguiente pérdida del valor paisajístico del área.

7.2 Valorización de impactos

7.2.1 Método de valoración

El método de valoración se fundamenta en la aplicación de análisis multicriterio para la síntesis de pesos de los criterios de valoración. El método de síntesis empleado es el “*Analytical Hierarchy Process*” (AHP). La determinación de los rangos Alto, Medio y Bajo, se realiza calculando el valor medio y su desviación estándar. De este modo el rango Medio se define por el rango en torno a la desviación estándar, mientras que el rango Alto, por el extremo más alto fuera de la desviación estándar, y el rango Bajo por el extremo más bajo.

La valoración de cada impacto ambiental se realiza considerando los impactos en el escenario más desfavorable, para posteriormente proponer las correspondientes medidas de mitigación. Los criterios utilizados para ponderar y valorar los impactos identificados son:

Tabla 7-1. Criterios de Valoración de Impactos

Calificación del Impacto	Duración	Reversibilidad	Probabilidad	Plazo	Área
Positivo Negativo	Permanente Temporal	Irreversible Reversible	Alta Media Baja	Corto Mediano Largo	Trasciende Área Proyecto Generalizada en Área Proyecto Inmediata a obras

La definición de estos conceptos se describe a continuación:

i. Impacto Positivo:

Se consideran dos acepciones.

- Efecto que favorece o refuerza las características que permiten la existencia de los componentes del medio involucrados en el análisis.
- Efecto que favorece la generación de condiciones que permiten una mejor utilización de los recursos naturales y sociales disponibles.

ii. Impacto Negativo:

Situación que actúa en contra de la mantención de la calidad, cantidad y abundancia de los recursos ambientales o socioculturales.

a) Duración:

- Temporal: La manifestación de la alteración ocurre en un período limitado de tiempo.
- Permanente: La manifestación de la alteración ocurre en forma incesante en el tiempo.

b) Reversibilidad:

- Reversible: La manifestación de la alteración es revocable ya sea como resultado de una evolución de procesos naturales o de una intervención antrópica.
- Irreversible: La manifestación de la alteración no es revocable por medio alguno.

c) Probabilidad:

- Alta: Alteración cuya ocurrencia se presentará sin lugar a dudas.
- Media: La ocurrencia de la alteración se presentará con un alto nivel de seguridad, pero cabe la posibilidad que situaciones no previstas impidan su manifestación.
- Baja: Existe un alto nivel de seguridad, no absoluto, de que la alteración no ocurrirá.

d) Plazo:

- Corto: La alteración ocurre inmediatamente o poco después que se inicia la ejecución de la acción que la provoca.
- Mediano: La alteración ocurre después de un tiempo variable de iniciada la ejecución de la acción que la provoca, pero siempre dentro del período en que se ejecuta la acción.
- Largo: La alteración se manifiesta tras un período de tiempo prolongado después de terminada la acción que la provoca.

e) Área:

- Trasciende Área Proyecto: Corresponde a una alteración que incide en un sistema mayor que el área de implementación del proyecto o en un sistema localizado fuera de ella.
- Generalizada en Área Proyecto: Alteración que afecta la globalidad o a gran parte de los sistemas insertos en el área del proyecto.
- Área Inmediata: Alteración que afecta un sitio específico de un sistema, próximo al origen de la alteración, sin alterarlo en su globalidad.

Luego, para calificar los impactos se adopta una graduación de tres niveles que se expresa en los conceptos “Alto”, “Medio” y “Bajo”, aplicables a los impactos de carácter

Positivo y Negativo. Estos conceptos representan la importancia del impacto, los cuales han sido definidos en la siguiente forma:

Impacto Alto:

Involucra una alteración de la situación actual, de forma que la estructura, relaciones y funciones del sistema pre-existente no se desarrollarán en la forma en que lo hacen en la situación previa a la intervención.

Impacto Medio:

La alteración se produce sobre relaciones y funciones, pero no afecta las características básicas o fundamentales del sistema.

Impacto Bajo:

Nivel de alteración que no compromete el funcionamiento del sistema.

Para la determinación de los rangos de valores que contienen a estos tres niveles, en esta metodología se analiza separadamente el conjunto de impactos positivos y los negativos. En cada subconjunto se tiene un total de 108 valores de intensidad de preferencia determinados mediante la metodología multicriterio aplicada.

Cada conjunto de valores se ordena de mayor a menor y se les calcula la media aritmética y la desviación estándar. Los rangos que definen los conjuntos de valores Alto, Medio y Bajo se definen como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 7-2 Rangos de Niveles

Rango	Niveles Negativos	Niveles Positivos
$\text{Peso} > \text{Media} + \sigma$	Bajo Negativo	Alto Positivo
$\text{Media} + \sigma > \text{Peso} > \text{Media} - \sigma$	Medio Negativo	Medio Positivo
$0 < \text{Peso} < \text{Media} - \sigma$	Alto Negativo	Bajo Positivo

El resultado de la valoración final de los impactos los clasifica en Alto, Medio o Bajo.

Tabla 7-3 Valoración de Impactos

Valoración Final de los Impactos
Importancia Alta
Importancia Media
Importancia Baja

Finalmente una Matriz de Identificación de Impactos presenta gráficamente la síntesis de los resultados de la evaluación. La calificación de impacto positivo o negativo se define en colores verde y rojo respectivamente, y la evaluación de bajo, medio o alto, mediante matices de dichos colores. Ver Tabla 7.4.

Tabla 7-4. Escala de Evaluación de Impactos

Impacto	Negativo	Positivo
Bajo		
Medio		
Alto		

El conjunto de las valoraciones de los impactos se constituye en la evaluación de los impactos ambientales del proyecto, diferenciado para las etapas de construcción y de operación. En cada etapa (Construcción y Operación), una Matriz de Identificación de Impactos presenta gráficamente la síntesis de los resultados de la evaluación, en la que se agrupan los impactos de acuerdo a las variables ambientales.

A continuación se entregan los resultados de la valoración de impactos por etapa de proyecto.

7.2.2 Valorización de Impactos en la Etapa de construcción

a) Impacto 1: Generación de Ruidos

La circulación de vehículos pesados y maquinaria en las Rutas y caminos cercanos, generará ruido que afectará a las personas que residan aledañas a estos caminos y al sector de las obras del muro aguas abajo. Este Impacto es Negativo.

En todos los sectores en que se producirá este impacto su efecto será Temporal, Reversible, de una alta Probabilidad de Ocurrencia, se producirá en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto. Todo ello lo define como un impacto de nivel Medio.

Asimismo, el impacto es susceptible de ser manejado con medidas relacionadas con buenas prácticas en la construcción.

b) Impacto 2: Emisión de gases y material particulado

El desarrollo de las actividades de la construcción exige el tránsito de camiones y maquinaria, cuyo desplazamiento genera el levantamiento de material particulado y emisiones de gases de estos vehículos. Este impacto se produce en todas las obras proyectadas y es Negativo.

En todos los sectores en que se producirá este impacto su efecto será Temporal, Reversible, de una Alta Probabilidad de Ocurrencia, se producirá en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto. Asimismo, el impacto es susceptible de ser manejado con medidas de mitigación. Todo ello lo define como un impacto de nivel Medio.

Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas relacionadas con buenas prácticas de construcción.

c) Impacto N° 3: Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán

Este impacto se refiere a la posible contaminación del Río Chillán producto de la intervención que sufrirá éste durante la construcción de muro, y obras anexas.

Este Impacto Negativo será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

Puede ser manejado con medidas de gestión relacionado a los procedimientos de gestión de residuos sólidos y líquidos.

d) Impacto N° 4: Corte de vegetación nativa.

Este impacto se refiere al potencial corte de algunas de las 7 especies nativas que se encuentran en algún estado de conservación. Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto se puede compensar a través de un Plan de Manejo Forestal.

e) Impacto N° 5: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

Nueve especies entre anfibios, aves, mamíferos y reptiles sufrirán un cambio en las condiciones de hábitat en el área de construcción del proyecto.

Este Impacto Negativo, será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas ambientales correspondientes, como es un plan de rescate.

f) Impacto N° 6: Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

La especie nativa clasificada como Vulnerable, *Trichomycterus areolatus*, es la única especie en estado de conservación, susceptible a ser impactada por las obras en esta etapa del proyecto. Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con

una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas de gestión ambiental como a través de un Plan de rescate de fauna acuática.

g) Impacto N° 7: Alteración de transporte en ruta N-555.

Durante la construcción del muro de la presa y obras de mejoramiento de canales, se producirá tránsito de camiones de carga y maquinaria que afectará las actuales condiciones de circulación de esta vía rural en dirección al sector de Los Pellines.

Este Impacto Negativo será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas relacionadas con buenas prácticas de construcción.

h) Impacto N°8: Generación de empleo

Las obras propuestas son potencialmente fuente de trabajo para la mano de obra local. Impacto Positivo.

Este impacto será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

Como impacto positivo no se contempla medida; sin embargo se sugiere la contratación de mano de obra Local de la comuna de Pinto.

i) Impacto N°9: Demanda de servicios

La demanda de productos y servicios que requiere el desarrollo de las faenas, genera un efecto de activación económica a nivel comunal. Es un impacto Positivo.

Este impacto será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en un área que trasciende el área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

Como impacto positivo no se contempla medida; sin embargo se sugiere, en lo posible la contratación de mano de obra local y servicios de la comuna de Pinto.

j) Impacto N° 10: Posible Afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.

La posibilidad de afectación del sitio arqueológico y los tres hallazgos aislados detectados en el área de inundación representa un impacto Negativo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área Inmediata del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas ambientales correspondientes, tales como la realización de una prospección superficial de los sitios encontrados, levantamiento topográfico de los hallazgos y análisis de gabinete.

k) Impacto N°11: Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos

Durante la construcción de las obras que requieren realizar excavaciones, podrían ocurrir hallazgos arqueológicos y verse afectados. Esto representa un impacto Negativo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área Inmediata del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto puede ser mitigado a través del cumplimiento de la Ley 17.288, sobre Monumentos Nacionales.

Tabla 7-5 Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Construcción

Nº Impacto	Componente	Impacto	Valoración
1	Aire	Generación de Ruidos	Media
2	Aire	Emisión de gases y material particulado	Media
3	Agua	Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán	Media
4	Flora y Vegetación	Corte de vegetación nativa	Alta
5	Fauna	Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre	Alta
6	Fauna	Afectación de hábitat de flora y fauna acuática	Alta
7	Infraestructura	Alteración de transporte en ruta N-555	Media
8	Socioeconómico	Generación de empleo	Media
9	Socioeconómico	Demanda de servicios	Media
10	Patrimonio Cultural	Posible afectación de sitios Arqueológicos y patrimoniales.	Alta
11	Patrimonio Cultural	Posibilidad de Hallazgo de sitios Arqueológicos.	Alta

De la tabla anterior se puede concluir que la mayoría de los impactos detectados se reparten entre una valorización Media (6) y Alta (5) correspondiente principalmente a componentes ambientales de aire, flora, vegetación y fauna, infraestructura, socioeconómico y patrimonio cultural. De los impactos señalados, 9 se pueden considerar de naturaleza Negativa y sólo 2 de Positiva.

Los detalles de los distintos criterios de valorización de impacto durante la etapa de construcción se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 7-6 Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Construcción

IMPACTO	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD	PLAZO	AREA	VALORACION
Generación de Ruidos	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Emisión de gases y material particulado	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Corte de vegetación nativa	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Afectación de hábitat de flora y fauna acuática	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Alteración de transporte en ruta N-555	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Generación de empleo	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Demanda de servicios	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Trasciende Área Proyecto	Medio
Afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Hallazgo de Sitios Arqueológicos	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto

7.2.3 Valorización de Impactos en la Etapa de Operación

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para Ganadería.

El llenado del embalse en el Río Chillán cubrirá aproximadamente 219 Ha de superficies aptas para pastoreo de ganado.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto no es susceptible de ser mitigado.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.

El embalse modificará el escurrimiento natural del Río Chillán, por cuanto su finalidad es regular el caudal del cauce.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas ambientales correspondientes, en este caso la estimación de un caudal ecológico, de acuerdo al reglamento vigente D.S MMA N°14/13.

c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre

Se perderá el hábitat de nueve especies en estado de conservación, entre Anfibios, Reptiles, Mamíferos y Aves. Las especies con menor desplazamiento como reptiles, serán los más afectados con el llenado del embalse.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto no contempla medidas de mitigación en etapa de operación.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática

El área de inundación ocasionaría cambios a las condiciones de hábitat para la fauna acuática particularmente para (1) especie que se encuentra en categoría de conservación “Vulnerable”.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto contempla como medida de mitigación en esta etapa un seguimiento a la sobrevivencia de las especies rescatadas y relocalizadas en etapa de construcción.

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales.

El área de inundación impedirá la permanencia del desarrollo de actividades ganaderas y de plantaciones forestales que se desarrollan en la actualidad.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto no es susceptible de ser mitigado.

f) Impacto N°6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

El embalse del Río Chillán permitirá mejorar la entrega de caudal de riego al sistema de canales aguas abajo. Impacto Positivo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en un Área mayor al área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Al ser clasificado como un impacto positivo, no se contemplan medidas mitigatorias.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Al aumentar la disponibilidad de agua para riego aumentará también la demanda de mano de obra agrícola para las labores en los campos favorecidos con el recurso hídrico. Impacto Positivo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Mediano Plazo y en un Área mayor al área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

El aumento de la mano de obra agrícola al ser un impacto positivo, no contempla medidas mitigatorias.

h) Impacto N° 8 Modificación del paisaje

El embalse tendrá un impacto significativo en el paisaje de la zona, ya que se inundarán tierras de pastoreo y zonas con vegetación nativa y aparecerá un espejo de agua que contrastara con la vegetación existente en la zona. Además se afectara Salto Los pellines. Este impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Mediano Plazo y en el área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Este impacto no es susceptible de ser mitigado.

Tabla 7-7. Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Operación

Nº IMPACTO	COMPONENTE	IMPACTO	VALORACIÓN
1	Suelo	Pérdida de suelos para ganadería	Alta
2	Agua	Modificación del régimen de escurrimiento	Alta
3	Fauna	Alteración de hábitat de fauna terrestre	Alta
4	Fauna	Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática	Alta

Nº IMPACTO	COMPONENTE	IMPACTO	VALORACIÓN
5	Socioeconómico	Afectación de actividades económicas actuales	Alta
6	infraestructura	Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas	Alta
7	Socioeconómico	Aumento en demanda de mano de obra agrícola	Alta
8	Paisaje	Modificación del paisaje	Alta

La tabla anterior muestra que del total de 8 impactos, la mayoría se considera como Negativos (6) correspondiendo principalmente sus efectos sobre los componentes físico ambientales como el agua y suelo. También los componentes del medio biótico donde se consideró fauna, terrestre y acuática.

Cabe destacar que el impacto en la componente paisaje posee una valoración alta y se considera de carácter negativo.

Sin embargo, los impactos de la componente socioeconómica e infraestructura se consideran un impacto positivo y con una alta valoración ya que el proyecto representa un avance en estos aspectos a nivel local.

Los detalles de los distintos criterios de valorización de impacto durante la etapa de operación se detallan en la Tabla a continuación.

Tabla 7-8 Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Operación

IMPACTO	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD	PLAZO	AREA	VALORACION
Pérdida de suelos para Ganadería	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Modificación del régimen de escurrimiento	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Alteración de hábitat de fauna terrestre	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta.
Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Afectación de actividades económicas actuales	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.	Permanente	Irreversible.	Alta.	Corto	Mayor al área del proyecto	Alta
Aumento en demanda de mano de obra agrícola.	Permanente	Irreversible.	Alta	Mediano	Mayor al Área del proyecto	Alta
Modificación del paisaje	Permanente	Irreversible	Alta	Mediano	Área proyecto	Alta

8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

8.1 Etapa de Construcción

a) Impacto N° 1. Generación de Ruidos.

Para este impacto se considera una serie de medidas de gestión de faenas, comúnmente conocidas y relacionadas con buenas prácticas de construcción.

- Se deberá exigir el uso de maquinaria y camiones en buen estado técnico y con revisiones técnicas al día.
- Se deberá evitar la operación simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.
- El desarrollo de faenas deberá realizarse sólo en horario diurno.
- Respetar límite de velocidad de 40 Km/h, para todo vehículo de la obra.
- No se permitirá el uso de bocinas innecesariamente.
- Se deberá preferir el uso de maquinaria de última generación, con tecnologías silenciosas.
- Se deberá usar maquinarias y herramientas en buen estado de mantenimiento y, en el caso de equipos generadores y compresores móviles deberán encontrarse dentro de encapsulamiento acústico.
- Se deberá realizar la fabricación de partes y piezas en áreas, a más de 80 m de los receptores y se deberá prefabricar los elementos que sea posible, en recintos cerrados como bodegas o talleres.
- Se deberá monitorear los niveles de ruido durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento del D.S. 38/2012.

b) Impacto N° 2. Emisión de gases y material particulado.

Las medidas de gestión útiles a la mitigación de este impacto son las siguientes:

- Humedecer caminos de circulación interna que presentan altas probabilidades de levantar material particulado.
- Reducción de velocidad en caminos de tierra a 40 Km/h.
- Emplear sólo vehículos que cuenten con los permisos de emisión de gases y mantenimientos al día.

c) Impacto N° 3. Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán.

- El contratista deberá presentar a la Inspección Fiscal un Plan de Contingencia ante la eventualidad de contaminación de aguas con elementos riesgosos, como aceites, lubricantes y otros insumos de la construcción, que puedan afectar gravemente la calidad de aguas para el riego. En el Plan detallará los procedimientos a seguir, las personas de la empresa a cargo o responsables de su aplicación.
- Se prohibirá la mantención y reparación de vehículos y maquinarias, además del lavado de camiones y maquinarias en los ríos, esteros o quebradas que se encuentren en el área del proyecto.
- Se exigirá la disposición de los residuos de la mantención de vehículos y maquinaria como aceites, grasas y otros, en tambores sellados destinados a este fin exclusivamente, los que a su vez deberán ser dispuestos en sitios autorizados.
- La empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuos en cauces de agua así como evitar el arrojado accidental o imprevisto en las aguas, de cualquier tipo de desecho. (desechos domiciliarios, escombros, materiales de rechazo de áridos).
- La empresa contratista deberá exigir un adecuado control del proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos en sitios autorizados.

- Los residuos sólidos domésticos generados deberán ser almacenados temporalmente en contenedores especiales, para luego ser evacuados en sitios de disposición autorizados por la autoridad sanitaria.
- Se exigirá el uso de productos biodegradables para el aseo y limpieza de personas y utensilios.
- Se deberá monitorear la calidad del agua durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento de la Norma Chilena 1.333/Of.78.

d) Impacto N° 4. Corte de vegetación Nativa

- De acuerdo a los resultados del estudio de flora y vegetación terrestre, se deberá realizar Plan de Manejo forestal cumpliendo con lo establecido en la ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.
- Se deberá realizar sólo el corte de la vegetación necesaria para la preparación del área de trabajo, quedando prohibido el corte de cualquier tipo de vegetación arbustiva o arbórea que no se estime en el diseño del proyecto o la quema de leña o vegetación por parte de los trabajadores en las faenas.
- Se darán charlas durante la fase de construcción a los trabajadores y operadores del proyecto, respecto del tipo, características y valor de la flora y vegetación del área del proyecto.

e) Impacto N°5. Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

- La empresa contratista prohibirá la caza y pesca de cualquier tipo de especie de la fauna, durante todo el período de construcción, inclusive en los momentos de colación y descanso.
- Se informará a las cuadrillas de trabajo sobre la prohibición de pescar, cazar y coleccionar especies de la fauna silvestre o nidos durante toda la fase de construcción del proyecto, como también de la prohibición de llevar animales domésticos a los lugares de trabajo, para evitar la depredación de algunas especies como los roedores nativos y aves, y la transmisión de enfermedades hacia la fauna nativa.

- Se establecerán normas de conducta para el personal en faenas, tendientes a minimizar la perturbación de la fauna, especialmente durante la primavera y principios del verano.
- Se dispondrán letreros con avisos donde se señale que la caza está prohibida.
- Se deberá prohibir la ejecución de las siguientes actividades: roce con fuego o encender fogatas, utilización de herbicidas y/o venenos (raticidas) para las labores de despeje de las zonas a utilizar para instalación de faenas y la vegetación leñosa será cortada a nivel del suelo con hachas o sierra de cadena.
- Se evitará el tránsito de vehículos y maquinarias fuera de las áreas de trabajo o caminos habilitados para la construcción.
- Instalación de elementos de seguridad y protección para evitar accidentes, tales como cercos, señalizaciones para los cables del tendido eléctrico, etc.
- Mantenimiento y replantación de vegetación arbórea y arbustiva en el perímetro del embalse, para que sea usada como refugio y nidificación de la fauna en general y aves en particular.
- Establecimiento de pircas y cúmulos de rocas, especialmente para ser usados por reptiles, árboles sustitutos o perchas enterrando árboles muertos.
- Disponer de áreas de escape sin presencia humana o barreras, sobre todo en los bordes no abruptos de los embalses.
- En atención a que existen 9 especies consideradas en alguna categoría de conservación, y 5 de ellas conocidas por presentar una muy baja movilidad, se deberá considerar al menos un plan de relocalización para las especies de baja movilidad, que deberá contar con la aprobación del SAG.

f) Impacto N° 6. Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

- Se mantendrá la prohibición estricta de usar las aguas o lavar maquinarias y camiones en el cauce del Río Chillán, y cualquier otro cauce existente.
- Se mantendrá la prohibición permanente de disponer cualquier tipo de residuos en los suelos ribereños y cauces de aguas señalados anteriormente.

- Se considerará un plan de rescate y relocalización para los ejemplares de la especie nativa en categoría de conservación “Vulnerable”, *Trichomycterus areolatus*.

g) Impacto N° 7. Alteración de transporte en ruta N-555.

- Implementar un programa de seguridad vial con sus debidas señalizaciones de acuerdo con las normas vigentes, como también ubicar bandereros en los sectores de salida y entrada de camiones.
- Se deberá implementar señalética clara, ubicada en sitios que informen los desvíos disponibles con la suficiente anticipación para que los usuarios estén debidamente informados. La señalética deberá mantenerse actualizada según el avance de las obras.

h) Impacto N° 8. Generación de empleo

Este impacto no requiere de medidas ambientales. No obstante, para promover su ocurrencia se plantea la posibilidad de sugerir en las bases de licitación, la conveniencia de contratar mano de obra local en todos los casos que sea técnicamente factible.

i) Impacto N°9. Demanda de servicios

Este impacto no requiere de medidas ambientales.

j) Impacto N° 10. Posible afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.

Se recomienda, para el caso de los sitios encontrados en Área de Inundación del embalse en Río Chillán, la realización de prospección superficial con uso de barrenos y recolección superficial junto con los respectivos análisis de gabinete para discernir si existen contextos estratigráficos sub superficiales de los materiales cerámicos y líticos detectados durante prospección arqueológica y su extensión real en términos horizontales y

verticales. Estas labores deben necesariamente incorporar un levantamiento topográfico de los hallazgos y unidades de análisis arqueológico. En base a los resultados se definirá la pertinencia de llevar a cabo un rescate arqueológico de los sitios documentados.

k) Impacto N° 11. Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos.

Ante la eventualidad de que en las excavaciones ocurran hallazgos arqueológicos, se deberá dar aviso inmediatamente a Inspección Fiscal, a Carabineros de Chile y al Consejo de Monumentos Nacionales, dando cumplimiento a la ley N° 17.288.

8.2 Etapa de Operación

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para ganadería.

Este impacto no puede mitigarse.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.

Para mitigar este impacto se deberá realizar una estimación de caudal ecológico de acuerdo al reglamento vigente D.S. MMA N°14/13 y a directrices que se deben consultar a la DGA.

c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre

No se contemplan medidas en la etapa de operación.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática

Como medida de mitigación para los cambios en el caudal del Río Chillán, se debe considerar mantener la entrega de un caudal ecológico con el objetivo de favorecer la conservación de la flora y fauna aguas abajo del muro.

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales

Este impacto no requiere medidas ambientales.

f) Impacto N° 6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

Este impacto no requiere medidas ambientales.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Este impacto no requiere de medidas ambientales.

h) Impacto N°8 Modificación del paisaje.

Este impacto no requiere de medidas ambientales.

Como se puede observar, algunos impactos no disponen de medidas de manejo que permitan su mitigación o reparación. Resumidamente estos impactos son los siguientes:

- Impacto N°1 Pérdida de suelos para ganadería.
- Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre.
- Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales.
- Impacto N°8 Modificación del paisaje.

En estos casos no es posible en la etapa de Pre-Factibilidad configurar los costos o determinar el grado de conflicto que pudiera suscitarse en el desarrollo futuro del Proyecto, desde la perspectiva ambiental. Por lo anterior, se deja consignado que para estos casos se deberá contemplar el diseño o elaboración de medidas de compensación en las etapas futuras de estudios de este Proyecto.

9. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.

El Plan de Seguimiento Ambiental del proyecto tiene por finalidad asegurar en todo momento que las medidas ambientales determinadas en el plan de manejo ambiental sean las adecuadas y suficientes, con el objetivo de extender, monitorear y rectificar dichas medidas. Asimismo, busca demostrar que el estado de los elementos del medio ambiente evolucionará según lo establecido en la evaluación respectiva, y acreditar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.

Si como consecuencia de la aplicación del Plan de Seguimiento, se detecta que las medidas específicas establecidas en el Plan no cumplen con sus finalidades o que el estado de los elementos del medio ambiente no evolucionó de acuerdo a lo previsto en la evaluación respectiva, se rediseñarán las medidas propuestas.

El Plan de Seguimiento corresponde a un Plan de Gestión Ambiental, aplicable tanto a la etapa de construcción, como a la de operación, que debe ser adecuado a las dimensiones temporales de ambas etapas: construcción (corto plazo) y operación (largo plazo).

Para la ejecución efectiva del Plan de Seguimiento Ambiental, se comparará la información de la línea de base, las medidas de mitigación, las de prevención de riesgos y las proyecciones de impacto futuras, con lo que esté ocurriendo en el momento de la aplicación del Plan.

9.1 Estructuración del plan de seguimiento ambiental

El Plan de Seguimiento está orientado al seguimiento del cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención indicadas en las especificaciones del proyecto, poniendo énfasis en el monitoreo de las medidas respecto de Medio Físico, tal como calidad de aguas, ruido y suelos; Medio Humano, como patrimonio cultural y Medio Biótico, tal como flora y vegetación terrestre, fauna terrestre y flora y vegetación acuática.

9.1.1 Etapa de Construcción

A continuación se presentan las medidas de seguimiento para los planes de manejo surgidas de los impactos ambientales detectados.

a) Impacto N° 1: Generación de Ruidos

- i. Seguimiento de Medidas de Mitigación para Generación de Ruidos

Debido al carácter temporal y reversible de esta etapa, la función del seguimiento tendrá como objetivo verificar que los frentes de trabajo cumplan con la norma de emisión de ruidos, establecida en el D.S. MMA N°38/11 Norma de Emisión de Ruidos, y se cumplan eficientemente las medidas mitigadoras recomendadas. Para esto, se deberá realizar una campaña trimestral de mediciones de Nivel de Presión Sonora en los sectores potencialmente afectados, según los procedimientos mencionados en el Decreto.

b) Impacto N° 2: Emisión de gases y material particulado.

- ii. Seguimiento de Medidas de riego sobre movimientos de tierra y mantención de maquinarias.

Se realizará una inspección en los puntos determinados en las Zonas de Restricción Ambiental de localización de obras y faenas con movimiento de tierras y en las zonas de tránsito vehicular, con una frecuencia de una vez por semana, a fin de chequear la aplicación de riego y todas las medidas planteadas para mitigar el impacto de emisión de gases y material particulado.

c) Impacto N° 3: Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán.

i. Seguimiento Medidas de Prevención de Contaminación de Suelos y Cauces.

El plan consistirá en un programa de inspecciones periódicas a los frentes de trabajo considerados en la construcción, verificando que las obras no alteran las áreas circundantes a las faenas, no incluidas en los trabajos. Se verificará la existencia y el estado de las cintas reflectantes y señales que delimitan dichas áreas.

Se deberá realizar un “checklist” y registro fotográfico, donde se constate periódicamente el estado del Río Chillán, Estero Pierna Blanca y Estero San José, de modo tal que exista un registro histórico verificable, para la fiscalización de esta tarea. Asimismo el profesional que realice la inspección debe ir equipado con un GPS (tipo navegador), fotografías aéreas, linterna, notebook (el cual debe contar con un software SIG y la base de datos cartográfica) y otros elementos propios de estas actividades, de modo tal que le permita “cartografiar” los diversos eventos y generar el informe respectivo.

Se verificará igualmente el correcto manejo de los materiales de construcción, de los residuos de construcción. En forma complementaria se verificará el traslado y la disposición de los mismos.

d) Impacto N° 4: Corte de vegetación nativa

i. Seguimiento de Plan de Manejo Forestal

En la etapa de construcción deberá verificarse la implementación del Plan de Manejo Forestal. El plan de seguimiento debe dar cumplimiento al D.L 701 y a la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

En tal sentido, cabe señalar que el Artículo 14 de la Ley 20.283 señala que “Los compromisos de regeneración o reforestación establecidos en los planes de manejo aprobados por la Corporación, o en las medidas de compensación o reparación establecidas por orden judicial, se entenderán cumplidos cuando se verifique en terreno una sobrevivencia igual o superior al 75% del número de individuos comprometidos en los

respectivos planes de manejo. Esta sobrevivencia deberá determinarse, no antes que dichos individuos cumplan dos años de vida, desde su plantación o regeneración natural.” Este seguimiento del Plan de Manejo Forestal deberá realizarse en la etapa de construcción. El proceso de seguimiento de la reforestación, deberá controlar que se dé estricto cumplimiento a la reforestación en aquellas áreas definidas por el Plan de Reforestación. En el Plan de Manejo forestal, viene identificada y cartografiada la localización donde se debe cortar y realizar la reforestación de especies esclerófilas y no esclerófilas. El contratista deberá informar por escrito a la CONAF Regional respectiva, sobre el cumplimiento del plan de reforestación.

e) Impacto N°5: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

- i. Seguimiento a Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación.

En la etapa de construcción deberá verificarse la implementación del Plan de Rescate de Especies de Fauna en Categoría de Conservación, en zonas de riesgos definidas en Plan de Manejo Ambiental y en el Artículo 146 del D.S MMA N°40/12, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para Plan de Rescate y Relocalización de Reptiles. Junto con esto, se deberá realizar seguimiento del estado y funcionamiento adecuado de los elementos dispuestos para la fauna que habita el sector, mediante registro fotográfico, lista de chequeo y GPS.

f) Impacto N° 6: Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

- i. Seguimiento Medidas de Prevención afectación de flora y fauna acuática.

Se verificará que no se realicen lavados de maquinaria con agua del cauce y que ésta no se ocupe para ninguna actividad.

Se deberá realizar un “checklist” y registro fotográfico, donde se constate periódicamente el estado del Río Chillán, Estero Pierna Blanca y Estero San José, de modo tal que exista

un registro histórico verificable, para la fiscalización de esta tarea. Asimismo el profesional que realice la inspección debe ir equipado con un GPS (tipo navegador), fotografías aéreas, linterna, notebook (el cual debe contar con un software SIG y la base de datos cartográfica) y otros elementos que propios de estas actividades; de modo tal que le permita “cartografiar” los diversos eventos y generar el informe respectivo.

Se verificará igualmente el correcto manejo de los materiales de construcción, de los residuos de construcción.

- ii. Seguimiento Plan de rescate especie nativa en categoría de conservación *Trichomycterus areolatus*.

En la etapa de construcción deberá verificarse la implementación del Plan de Rescate de la especie nativa en Categoría de Conservación, *Trichomycterus areolatus*, conforme a lo dispuesto en el Artículo 146 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), contenido en el Decreto Supremo D.S 40/12.

g) Impacto N° 7: Alteración de transporte en ruta N-555

- i. Seguimiento a programa de seguridad vial en Ruta N-555

Se deberá dar cuenta de la implementación de los programas de seguridad vial adoptados en el plan de manejo, a través de un “cheklist” y registro fotográfico donde se constate periódicamente la instalación de señalética, señalizaciones y cualquier otro elemento de seguridad vial.

h) Impacto N° 8: Generación de empleo

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni seguimiento.

i) Impacto N°9: Demanda de servicios

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

j) Impacto N° 10: Posible Afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.

i. Seguimiento a plan de rescate de sitios arqueológicos y patrimoniales.

Se deberá realizar un seguimiento a los trabajos de prospección arqueológica implementados en el plan de manejo, además de verificar el estado de los sitios y hallazgos arqueológicos detectados, a través del registro fotográfico y una lista de chequeo.

k) Impacto N° 11. Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos.

i. Seguimiento a plan de rescate de sitios arqueológicos y patrimoniales.

Se deberá realizar un seguimiento a los trabajos de prospección arqueológica implementados en el plan de manejo, realizando un registro fotográfico de los nuevos hallazgos, como también registrar la ubicación de tales hallazgos a través de GPS.

9.1.2 Etapa de Operación

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para ganadería.

Este impacto no puede mitigarse, por lo tanto no posee plan de seguimiento.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.

i. Seguimiento de caudal ecológico.

Se deberá aforar el caudal del Río Chillán, con el objetivo de verificar el cumplimiento del caudal ecológico determinado.

c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre

Se realizará seguimiento a la sobrevivencia de las especies de fauna terrestres rescatadas. Dicho seguimiento consiste fundamentalmente en la visita del equipo de especialistas de biota terrestre al área del proyecto, con el objeto de monitorear y verificar in situ las condiciones de vida, salud y adaptabilidad de las especies rescatadas y relocalizadas a su nuevo hábitat de destino. Este seguimiento se deberá realizar de manera estacional y con frecuencia trimestral, con el fin de establecer el cumplimiento de este plan.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática

- i. Seguimiento Plan de rescate especie nativa en categoría de conservación *Trichomycterus areolatus*.

El seguimiento al plan de rescate de la especie nativa en categoría de conservación *Trichomycterus areolatus*, en esta etapa consistirá en la visita del equipo de especialistas de biota acuática al área de influencia directa del proyecto, donde realizarán un monitoreo detallado de las condiciones actuales de vida, salud y adaptabilidad del Bagrecito, producto del cambio de régimen del Río Chillán, de lóxico a léxico. Este seguimiento se deberá realizar de manera estacional y con frecuencia semestral, con el fin de establecer el cumplimiento de este plan.

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

f) Impacto N° 6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

h) Impacto N°8 Modificación del paisaje.

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

10. IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

En este Capítulo se entrega la identificación de los estudios ambientales que se recomienda realizar en la Etapa de Factibilidad y Diseño.

Se considera que los resultados de estos estudios en Factibilidad, deberían constituir un producto previo, que oriente la contratación de los estudios de la etapa de Diseño, de forma tal que se recomienda que los resultados de los estudios en Factibilidad sean utilizados como un “*input*” para la evaluación técnico-económica del proyecto en la contratación de la Consultoría para Diseño y que, dentro de ésta se incluya un EIA, cuyo resultado debería ingresarse al SEIA.

De acuerdo a lo anterior, se presentan recomendaciones que orientan la inclusión de aspectos ambientales en el desarrollo de la etapa de Factibilidad.

El conocimiento disponible tras los estudios realizados en esta Consultoría acerca del área y de las características del proyecto, así como la identificación y análisis de impactos permiten señalar que los estudios ambientales a desarrollar serían bastante similares al que se presenta en este informe.

10.1 Elaboración de EAA en Etapa de Factibilidad. Embalse en Río Chillán.

10.1.1 Antecedentes de Proyecto de Ingeniería

En primera instancia se destaca que parte de la información necesaria para elaborar algunas de las materias del EAA corresponderá a la generada por el proyecto de ingeniería, por lo que se debe asegurar en el llamado a Licitación de la Consultoría, que se comprometa el desarrollo de los datos necesarios dentro del Proyecto de Ingeniería y que los resultados correspondientes se encuentren disponibles oportunamente para elaborar el EAA.

Dentro de esta información se destacan como datos de proyecto necesarios, los siguientes:

- Identificación, localización y área abarcada por sitios de yacimientos y botaderos.
- Características de la Instalación de Faenas
- Volumen de rellenos y excavaciones de obras de embalse.
- Volumen de material de descarte y escombros de obras de embalse.
- Planos de planta y perfiles tipo de las obras de embalse y de mejoramiento de canales.
- Plano de planta incluyendo la faja completa de reposición de camino, si se confirma la necesidad de su reposición.
- Datos de dimensiones de proyectos de reposición de camino, tales como excavaciones, terraplenes, cortes, mano de obra, cantidad y tipo de maquinaria.

Por otra parte, se debe considerar la descripción de las etapas de construcción y de operación, en forma independiente, de manera que se pueda realizar una identificación de posibles impactos en forma estructurada.

10.1.2 Estudios Específicos EAA

Estos estudios se han definido en función de los resultados de línea de base y posibles impactos detectados en esta Consultoría y corresponden a los antecedentes de Línea de Base que deberán ser profundizados en la Etapa de Factibilidad, considerando:

- Confirmación y actualización de la presencia y características de los componentes del ambiente sensibles detectados.
- Ajuste de los impactos de acuerdo a características de detalle de las obras proyectadas, en lo que respecta a localización y dimensiones.
- Definición de detalle de las medidas ambientales para la elaboración de mayor detalle de los Planes de Manejo.

Como se ha indicado, algunas de las materias de la línea de base ya se encuentran definidas en este EAA y no variarán con el tiempo, como son clima y geomorfología, de manera que los estudios en Factibilidad requerirán solamente la validación y ajuste de

áreas afectadas, de acuerdo a las características del proyecto seleccionado, que normalmente debe realizar el Consultor responsable en cada caso, así como verificar el estado de los componentes del ambiente más variables en el tiempo, como pueden ser la presencia de población residente, uso del suelo, fauna acuática.

Atendiendo lo anterior, es de interés centrarse en lo que sigue, en aquellas materias que presentan mayor sensibilidad ambiental y que han sido definidas a partir de la evaluación de los impactos ambientales detectados en este EAA.

a) Medio Físico

- Calidad del Agua

Se debe realizar un análisis de calidad de aguas a objeto de registrar los resultados y sumarlos a los ya disponibles, de manera de contar con una serie de datos previa a la presentación del proyecto al SEIA. Se considerará tomar muestras en 3 puntos; uno aguas arriba de la cola del embalse; otro en un punto medio del área de inundación y uno aguas abajo del muro. Se recomienda realizarlos en Primavera e Invierno, buscando un momento en que exista mayor disponibilidad de caudal, de manera de complementar los datos del presente EAA. Los parámetros a medir serán los correspondientes a uso de agua en riego y para vida acuática, establecidos en la NCh 1.333/Of.78.

b) Medio Biótico

Se recomienda realizar un estudio de biota, que se centre en la caracterización detallada de las especies que se encuentren en estado de conservación y aquellas nativas de la biota terrestre y acuática, que han sido identificadas en esta Consultoría. La finalidad específica de este estudio será confirmar los resultados previos o complementarlos, de acuerdo a la situación que se encuentre a la fecha de los estudios de Factibilidad, para luego determinar cuáles serían los posibles efectos del Proyecto, de acuerdo a las características de Factibilidad y proponer con esos antecedentes las medidas de mitigación necesarias.

Con respecto a la pérdida de hábitat de especies terrestres y acuáticas, se debe cuantificar la presencia de estas especies para determinar si será necesario proponer un rescate de especies, a estudiar en el EIA de la etapa de Diseño.

Se recomienda incluir el estudio y definición del caudal ecológico para el Río Chillán de acuerdo reglamentaciones o guías de la DGA, con la finalidad que este dato quede disponible para el EIA que se deberá realizar en etapa de Diseño.

c) Medio Social y Construido

Respecto a los aspectos Culturales del medio Social, se recomienda realizar un estudio que verifique el estado en que se encuentren a la fecha del estudio de Factibilidad los 4 hallazgos arqueológicos encontrados en este EAA. Junto con ello, considerar una nueva prospección superficial, que contemple el uso de métodos de prospección sub-superficial, como es el uso de barrenos, a objeto de acumular mayores antecedentes de este componente.

10.2 Elaboración de EIA en Etapa de Diseño. Embalse en Río Chillán.

El Estudio de Impacto Ambiental para el Embalse en el Río Chillán en esta etapa de diseño, deberá presentar todos los contenidos mínimos establecidos en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), expresados en el D.S MMA N°40/12.

Se deberán integrar los antecedentes disponibles del proyecto de ingeniería con los resultados del análisis de los componentes ambientales presentes en el área de estudio de este proyecto.

11. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las principales conclusiones del análisis ambiental del proyecto, en base a los antecedentes bibliográficos revisados.

Medio Físico

- Desde el punto de vista climático, el proyecto se encuentra en una zona de transición entre los climas Templado cálido con lluvias invernales (Csb) y Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea (Cfsb). Esto indica que el llenado y vaciado del embalse, seguirá el patrón asociado al régimen nivopluvial que posee la cuenca del Río Chillán.

Respecto al contexto geomorfológico, en el área de emplazamiento, se conjugan una serie de procesos morfodinámicos asociados a situaciones de media montaña, es decir, entre la Precordillera Andina y la alta cordillera. En el ambiente propiamente fluvial, se encuentran áreas de sedimentación, terrazas, erosión de riberas, y presencia de materiales por arrastre del cauce de diverso tamaño. En el área de las vertientes adyacentes al cauce y de acuerdo al grado de pendientes, se desarrollan procesos de erosión de laderas y acumulación de materiales (conos de deyección).

- Dentro de la zona de inundación, se presentan capacidades de uso clase III y IV en las zonas más homogéneas topográficamente. Dentro de las áreas más boscosas y con mayor pendiente, se encuentran suelos con capacidades VI, VII y VIII. El proyecto de esta manera afectará clases con capacidad de suelo, que son de baja productividad desde el punto de vista agronómico, como también suelos con aptitud forestal y ganadera.

Medio Biótico

- En el área del proyecto se determinaron 5 tipos de formaciones vegetacionales, asociadas a 5 unidades de vegetación (Bosque Renoval de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*; Pradera Perenne de *Bromus hordeaceus*; Bosque Pantanoso (Hualve) de *Drimys winteri* y *Myrceugenia exsucca*; Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Galega officinalis*; Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Persea lingue*).
- Se detectó la presencia de 88 especies de flora vascular, las cuales estaban distribuidas en 57 familias y 82 géneros, correspondientes al 29,8 % y 8,0 % del estimado para Chile continental. Estas especies presentan un 56,2 % de taxa nativos, 21,6 % de alóctonos asilvestrados y 21,6 % endémicos de Chile.
- Existe presencia de 7 especies en categorías de conservación. El “Ciprés de la cordillera” (*Austrocedrus chilensis*), el “Lingue” (*Persea lingue*); “Costilla de Vaca” (*Blechnum chilense*); “Quil quil” (*Blechnum hastatum*); “Naranjillo” (*Citronella mucronata*), *Gilliesia gramínea*, Copihue (*Lapageria rosea*).
- En cuanto a fauna terrestre, la riqueza del área del proyecto es diversa, estando presente especies de todas las clases de vertebrados terrestres. En general, el paisaje mantiene un alto grado de sus características originales, conservando hábitats de interés para algunas especies

Todos los ambientes dentro del área de proyecto, tanto terrestres como acuáticos, con menor o mayor grado de perturbación son importantes como refugio de fauna, debido a que la matriz del paisaje es fuente de dispersión de especies, ya que contiene un alto grado de sus características originales.
- Existe diversidad de vida acuática en el área de estudio del proyecto, reflejado en la presencia de una especie nativa, *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). Esta especie se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable, por lo que se deben tomar las medidas tendientes a preservar y minimizar los eventuales impactos en el hábitat que lo cobija.
- En líneas generales, la calidad de las aguas presenta indicadores adecuados para la vida acuática y el riego, exceptuando casos puntuales registrados en la

campaña de verano, que luego en la campaña de otoño ya volvieron a rangos normales.

- Sin duda este ecosistema presenta un equilibrio estable y de dependencia entre un elemento y otro. Se estima que la alteración a uno de estos subsistemas causaría una modificación al resto del medio.

Medio Humano y construido

- El área en que se proyecta el emplazamiento de la zona de inundación y muro, presenta una baja densidad y escasa población permanente.
- A partir de la prospección arqueológica realizada en terreno, la presencia de elementos de carácter prehispánico en el área ha quedado fehacientemente demostrada, elemento que se debe considerar en el diseño de las obras del proyecto.

A modo de síntesis se concluye que algunos elementos del medio Biótico presentes serían potencialmente los de mayor valor ambiental a ser afectados, considerando que se encuentran en alguna categoría de conservación, como el Lingue (*Persea lingue*) y Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*), por nombrar algunos.

Por el lado de la Fauna las especies más sensibles se encuentran dentro de la taxa de Anfibios y Reptiles, principalmente.

En relación al medio socioeconómico y cultural es importante destacar que la zona de estudio es valiosa en elementos de carácter prehispánico, por lo que no se pueden descartar la existencia de más evidencias arqueológicas a lo largo del área de estudio.

12. APROXIMACIÓN DE LOS COSTOS AMBIENTALES

La estimación de costos que se presenta a continuación refleja los costos de los estudios ambientales en etapa de Factibilidad y Diseño así como los correspondientes a las diferentes medidas sugeridas para minimizar los impactos de construcción y operación.

Cabe destacar que en este nivel de Pre-Factibilidad la estimación es muy preliminar, de forma que las medidas que efectivamente se realicen, así como los costos de los estudios en Factibilidad, podrán variar al momento de su realización, por cuanto estarán afectados por los cambios en las técnicas, tecnologías y legislación, entre otras circunstancias y condicionantes, que se producen a lo largo del tiempo.

El resultado del análisis de pertinencia es determinante en lo que respecta a los estudios ambientales, por cuanto, de acuerdo sus resultados, se deberá contemplar la elaboración de los siguientes tipos de estudios:

i. Etapa de Factibilidad:

Se requerirá elaborar un EAA para las obras de embalse, el que deberá estar orientado hacia la realización posterior, en etapa de Diseño, de un EIA para su ingreso al SEIA.

ii. Etapa de Diseño:

Para el embalse se deberá elaborar un EIA a presentar al SEIA.

iii. Etapa de Construcción:

En cuanto a los costos de los planes de manejo, estos corresponden principalmente a la etapa de Construcción, en este caso se estiman los costos de las medidas que tienen elementos cuantificables económicamente.

i. Etapa de Operación:

Los costos en la etapa de operación corresponden principalmente a medidas tendientes a la preservación del hábitat acuático, como lo es la estimación del Caudal Ecológico.

12.1 Costos de Estudios a realizar en Etapa de Factibilidad

i. EAA Embalse en Río Chillán

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF) [1]
HONORARIOS	27.500.000	1.120
GASTOS DEL ESTUDIO	14.760.000	601
SUBTOTAL COSTO DIRECTO	42.260.000	1.721
GG y Utilidades (15%)	6.335.000	258
Imprevistos (5%)	2.110.000	86
TOTAL	50.700.000	2.064,8
[1] UF de 30.11.2014: \$24.553,70		

12.2 Costos de Estudios a realizar en Etapa de Diseño

ii. Estudio de Impacto ambiental (EIA) embalse en Río Chillán

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
HONORARIOS	56.000.000	2.281
GASTOS DEL PROYECTO	28.500.000	1.161
SUBTOTAL COSTO DIRECTO	84.500.000	3.441,4
GG y Utilidades (15%)	12.670.000	516
Imprevistos (5%)	4.220.000	171,8
TOTAL	101.400.000	4.129,2
[1] UF de 30.11.2014: \$24.553,70		

12.3 Estudios adicionales

Se recomienda considerar que es habitual que el Servicio de Evaluación Ambiental solicite nuevos estudios no contemplados en el EIA, o ampliaciones de mediciones o análisis de componentes del ambiente. En este caso el Consultor debe analizar y presentar la atinencia de las observaciones y en caso de ser necesario informar de los costos y plazos necesarios para disponer de los datos o estudios que den satisfacción a las observaciones. Los costos adicionales que de ello se deriven deben ser aprobados y considerados para realizar una ampliación de contrato que permita seguir adelante con el proceso de evaluación ambiental del proyecto.

En este caso no es posible realizar estimaciones de costos, sin embargo una coordinación previa a la elaboración de los TR del EIA con el SEA Regional, podría favorecer una reducción de los estudios imprevistos que surgen generalmente, aunque no lo asegura del todo.

12.4 Costos en Etapa de Construcción

Impacto	Medida	Costo
Impacto N° 1: Generación de Ruidos.	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear los niveles de ruido durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento del D.S. 38/2012. 	\$ 29.464.440(1)
Impacto N° 2: Emisión de gases y material particulado.	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 3: Posible alteración de la calidad de agua del Río Chillán.	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear la calidad del agua durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento de la Norma Chilena 1.333/Of.78. 	\$ 6.124.675(1)

Impacto	Medida	Costo
Impacto N° 4: Corte de vegetación nativa.	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Manejo forestal cumpliendo con lo establecido en la ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal en etapa de diseño de este proyecto. 	\$ 2.621.107.475.
	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N°5: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre	<ul style="list-style-type: none"> Plan de relocalización para las especies de baja movilidad, que deberá contar con la aprobación del SAG. 	\$ 15.585.854
	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 6: Afectación de hábitat de flora y fauna acuática	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Rescate y Relocalización de ejemplares de la especie en categoría de conservación "Vulnerable" <i>Trichomycterus areolatus</i>. 	\$ 7.863.599
	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 7: Alteración de transporte en ruta N-555.	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 10: Posibilidad de afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales;	<ul style="list-style-type: none"> Prospección superficial arqueológica. 	\$ 3.093.403
Impacto N° 11: Posibilidad de hallazgo de sitios arqueológicos.	<ul style="list-style-type: none"> Dar cumplimiento a Ley N° 17.288. Prospección superficial arqueológica. 	El costo no es factible de ser estimado en esta etapa.

(1) Considera 36 meses de etapa de Construcción.

- Monitoreo de ruido

Recomendado para asegurar el cumplimiento de la normativa de ruido, actual DS. N°38/03 del Ministerio de medio Ambiente y sus modificaciones si las hubiere.

Tabla 12-1. Estimación de costos Monitoreo de Ruido

P.U. EN UF	UNIDAD	CANT. ANUAL	TOTAL ANUAL (UF)	TOTAL ANUAL (\$)	Total Medida por 3 años	Total Medida por 3 años (UF)
100	1	4	400	\$ 9.821.480	\$ 29.464.440	1.200
UF de 30.11.2014: \$24.553,70						

- Monitoreo de la calidad de agua

Este monitoreo se aplicará durante la actividad de construcción. El primer monitoreo se llevará a cabo coincidiendo con el inicio de las obras en el lecho del Río Chillán. Las estaciones serán 2, ubicadas 100 metros aguas arriba del área de faenas y la segunda 100 m aguas abajo.

Se contempla campaña de muestreo, en 2 estaciones del año (invierno, primavera), durante los años de construcción de las obras.

La estimación del costo corresponde a un monto global, basado en cotizaciones disponibles de laboratorios autorizados.

Tabla 12-2 Costos monitoreo de calidad de aguas

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)	Costo Total Periodo de construcción	Costo Total Periodo de construcción (UF)
COSTO ANUAL	\$ 1.531.169	62.3	\$ 6.124.675	249,4
UF de 30.11.2014: \$24.553,70				

- Plan de manejo forestal

Para este ítem es necesario entregar previamente antecedentes legales que intervienen en el caso de corta de ejemplares de bosque nativo.

Se debe considerar la Ley Nº 20.283/2008 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal del Ministerio de Agricultura, el cual, contiene la información necesaria para la presentación de un Plan de Manejo Forestal.

Este cuerpo legal en su artículo 5 señala:

“Toda acción de corta de bosque nativo cualquiera sea el tipo de terreno en que éste se encuentre, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación. Deberá cumplir, además, con lo prescrito en el decreto ley Nº 701, de 1974. Los planes de manejo aprobados deberán ser de carácter público y estar disponibles en la página Web de la Corporación para quien lo solicite”.

De acuerdo a lo señalado en este párrafo de la Ley, se deberá realizar un Plan de Manejo, Corta y Reforestación de Bosques para Ejecutar Obras Civiles, para ser presentado en la CONAF, para así obtener los permisos correspondientes.

Es posible considerar un costo por hectárea estimado de acuerdo a antecedentes de experiencias previas en planes de manejo. Según ello se estima un costo de UF305/ha equivalente a \$ \$ 7.488.878/ha.

No obstante, se considera necesario advertir que la variabilidad de estos costos es muy elevada, siendo crecientes en el tiempo, a causa de la demanda de suelos para reforestación.

Considerando que la superficie que se ha identificado como área de inundación del embalse equivale a 421 Há, de los cuales aproximadamente 350 Há equivalen a bosque nativo, preliminarmente, los costos de implementación del plan serian calculados en base a 350 há, lo que equivaldría a UF 106.750, correspondiente a \$ 2.621.107.475.

- Rescate de fauna terrestre

Previo a la construcción de las obras se debe realizar un rescate de las especies de fauna terrestre en estado de conservación. Estas actividades serán desarrolladas por un Biólogo y un equipo compuesto de 5 asistentes y 4 jornales.

Tabla 12-3. Estimación de costos rescate fauna terrestre.

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
HONORARIOS	11.392.917	464
GASTOS DEL PROYECTO	2.160.000	87
SUBTOTAL COSTO DIRECTO	13.552.917	551,9
GG y Utilidades (15%)	2.032.937	82,7
TOTAL	15.585.854	634,6
UF de 30.11.2014: \$24.553,70		

- Rescate de fauna acuática

Previo a la construcción de las obras se debe realizar un rescate de las especies de fauna acuática en estado de conservación. Estas actividades serán desarrolladas por un Biólogo y un equipo compuesto de 2 asistentes y 4 jornales.

Tabla 12-4. Estimación de costos rescate fauna acuática.

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
PERSONAL	(GI)	\$ 3.142.874	1	\$ 3.142.874	128
INFORMES	(GI)	\$ 2.160.726	1	\$ 2.160.726	88
Gastos de Terreno	(GI)	\$ 2.560.000	1	\$ 2.560.000	104
TOTAL				\$ 7.863.599	320
UF de 30.11.2014: \$24.553,70					

- Prospección superficial arqueológica

Se prevé mientras se realiza las obras de construcción se realice una prospección arqueológica superficial en los sitios encontrados en Área de Inundación del embalse en Río Chillán.

Tabla 12-5. Estimación de costos prospección arqueológica.

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F.)
HONORARIOS					
Responsable en Terreno	Hora	\$ 29.464	30	\$ 883.933	36
Ayudante Terreno	Hora	\$ 24.554	30	\$ 736.611	30
SUBTOTAL				\$ 1.620.544	66
GASTOS DE TERRENO					
Arriendo de Vehículo	día	\$ 80.000	3	\$ 240.000	10
Combustible y peajes	día	\$ 180.000	3	\$ 540.000	22
Viáticos	día	\$ 100.000	3	\$ 300.000	12
SUBTOTAL				\$ 1.080.000	44
TRABAJO DE GABINETE					
Informe	Hora	\$ 24.554	16	\$ 392.859	16
SUBTOTAL				\$ 392.859	16
TOTAL				\$ 3.093.403	125.9
UF de 30.11.2014: \$24.553,70					

12.5 Costos en Etapa de Operación

Impacto	Medida	Costo
Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.	Estimación de caudal ecológico de acuerdo al reglamento vigente D.S. MMA N°14/13.	11.024.611,3

12.5.1 Estimación de Caudal Ecológico.

Se deberá calcular y definir un caudal ecológico con el objetivo asegurar la conservación de la flora y fauna actual.

Los objetivos de esta estimación será: 1) Establecer los requerimientos de los ecosistemas fluviales del río Claro aguas abajo del muro y 2) Establecer el caudal ecológico a dejar pasar aguas abajo de la zona del muro, como medida de mitigación. La determinación del caudal se deberá realizar de acuerdo a métodos aceptados por la DGA. Se estima un costo total de 449 UF, equivalente a \$ 11.024.611,3.

Tabla 12-6. Estimación de costos caudal ecológico

ÍTEM	TOTAL (UF)	TOTAL (\$)
HONORARIOS	417	10.238.892,9
GASTOS DEL PROYECTO	32	785.718,4
TOTAL	449	11.024.611,3
UF de 30.11.2014: \$24.553,70		

12.6 Costos Plan de Seguimiento

- Seguimiento de Plan de Manejo Forestal.

Para el seguimiento del Plan de Manejo Forestal se deberá contar con un profesional especialista, que será el jefe de terreno, más un ayudante; los que realizarán campañas trimestrales de un día de duración, por un periodo de 3 años. Los costos estimados para el seguimiento del Plan de Manejo Forestal son los siguientes:

Tabla 12-7. Estimación de costos seguimiento Plan de Manejo Forestal.

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
PERSONAL					
Profesional jefe de Terreno	Hora	\$ 24.554	120	\$ 2.946.444	120,00

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
Ayudantes de terreno	Hora	\$ 7.366	120	\$ 883.933	36,00
SUBTOTAL				\$ 3.830.377	156,00
GASTOS DE TERRENO					
Arriendo de Vehículo	día	\$ 80.000	12	\$ 960.000	39,10
Combustible y peajes	día	\$ 180.000	12	\$ 2.160.000	87,97
Viáticos	día	\$ 100.000	12	\$ 1.200.000	48,87
SUBTOTAL				\$ 4.320.000	175,94
INFORMES					
Informe de Antecedentes	Hora	\$ 24.554	25	\$ 613.843	25,00
SUBTOTAL				\$ 613.843	25,00
TOTAL				\$ 8.764.220	356,94
UF de 30.11.2014: \$24.553,70					

- Seguimiento a Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación.

El seguimiento al plan de rescate de las especies de fauna en categoría de conservación consistirá principalmente en la visita al área de estudio del proyecto de un profesional jefe de terreno más un ayudante, los cuales realizarán una campaña trimestral de terreno, por el periodo de un año calendario. En dichas campañas se verificarán las condiciones de vida, salud y adaptabilidad de las especies rescatadas y relocalizadas a su nuevo hábitat de destino. Los costos estimados para el seguimiento del Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 12-8. Estimación de costos seguimiento Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación.

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
PERSONAL					
Profesional jefe de Terreno	Hora	\$ 36.831	40	\$ 1.473.222	60,00
Ayudantes de terreno	Hora	\$ 12.277	40	\$ 491.074	20,00
SUBTOTAL				\$ 1.964.296	80,00
GASTOS DE TERRENO					
Arriendo de Vehículo	día	\$ 80.000	4	\$ 320.000	13,00
Combustible y peajes	día	\$ 180.000	4	\$ 720.000	29,00
Viáticos	día	\$ 100.000	4	\$ 400.000	16,00
SUBTOTAL				\$ 1.440.000	58,00
INFORMES					
Informe de Antecedentes	Hora	\$ 36.831	30	\$ 1.104.917	45,00
SUBTOTAL				\$ 1.104.917	45,00
TOTAL				\$ 4.509.213	183,64
UF de 30.11.2014: \$24.553,70					

- Seguimiento Plan de rescate especie nativa en categoría de conservación *Trichomycterus areolatus*.

Para el seguimiento del Plan de rescate del Bagrecito (*Trichomycterus areolatus*) se deberá contar con un profesional especialista, que será el jefe de terreno, más un ayudante. Dicho equipo de terreno realizará campañas trimestrales de un día de duración, por el periodo de un año.

Se busca monitorear de forma detallada las condiciones actuales de vida y adaptabilidad del Bagrecito, producto del cambio de régimen del Río Chillán, de lótico a léntico. Los costos estimados para el seguimiento del Plan de rescate del Bagrecito son los siguientes.

Tabla 12-9. Estimación de costos seguimiento Plan de rescate de *Trichomycterus areolatus*

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
PERSONAL					
Profesional jefe de Terreno	Hora	\$ 24.554	40	\$ 982.148	40,00
Ayudantes de terreno	Hora	\$ 7.366	40	\$ 294.644	12,00
SUBTOTAL				\$ 1.276.792	52,00
GASTOS DE TERRENO					
Arriendo de Vehículo	día	\$ 80.000	4	\$ 320.000	13,03
Combustible y peajes	día	\$ 180.000	4	\$ 720.000	29,32
Viáticos	día	\$ 100.000	4	\$ 400.000	16,29
SUBTOTAL				\$ 1.440.000	58,65
INFORMES					
Informe de Antecedentes	Hora	\$ 24.554	25	\$ 613.843	25,00
SUBTOTAL				\$ 613.843	25,00
TOTAL				\$ 3.330.635	135,65
UF de 30.11.2014: \$24.553,70					

- Seguimiento a caudal ecológico.

El seguimiento al caudal ecológico consistirá principalmente en la visita al área de estudio del proyecto de un técnico especialista, el cual realizará dos campañas semestrales de terreno, de un día de duración, por el periodo de tres años. En dichas campañas se deberá aforar el caudal del Río Chillán, con el objetivo de verificar el cumplimiento del caudal ecológico determinado.

El costo por cada campaña de aforo más su respectivo informe equivale a la suma de \$300.000.

Tabla 12-10. Estimación de costos seguimiento Caudal Ecológico

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
Visita a terreno más informe de aforo.	Jornada en terreno	\$ 300.000	6	\$ 1.800.000	73,30
TOTAL				\$ 1.800.000	73,30
UF de 30.11.2014: \$24.553,70					

En total, la suma de los costos asociados a los distintos planes de seguimiento ambiental equivale al valor de \$18.404.068, equivalente a 749,5 UF.

12.7 Resumen de costos

A continuación se presenta una tabla con el resumen de los costos ambientales a aplicar en las siguientes etapas del proyecto. En ella se observa que el costo total del EAA en Etapa de Factibilidad suma \$50.700.000. Durante la Etapa de Diseño el costo de realizar el EIA del Embalse en Río Chillán suma \$101.400.000, mientras que las medidas ambientales a aplicar durante la etapa de construcción suma \$2.683.239.446 y durante la etapa de operación suma \$11.024.611,3. Los costos de los planes de seguimiento ascienden a la suma de \$18.404.068. El costo total suma \$2.814.068,12.

Tabla 12-11 Resumen de costos ambientales del Proyecto Construcción Embalse Chillán.

Resumen de Costos Ambientales en las distintas etapas		
	\$ pesos	UF
Etapas de Diseño		
Estimación de costos EIA Embalse Río Chillán	101.400.000	4.129,2
Subtotal Total	101.400.000	4.129,2
Medidas ambientales en Etapa de Construcción		
Estimación de costos Monitoreo de Ruido	29.464.440	1.200
Estimación de costos calidad de agua	6.124.675	249,4
Estimación de costos Plan de Manejo Forestal	2.621.107.475	106.750
Estimación de costos Rescate Fauna Terrestre	15.585.854	634,6
Estimación costo Rescate Fauna Acuática	7.863.599	320
Estimación Prospección Arqueológica	3.093.403	125,9
Subtotal Total	2.683.239.446	107.739
Medidas ambientales en Etapa de Operación		
Estimación de costos Caudal Ecológico	11.024.611,3	449
Subtotal Total	11.024.611,3	449
Costos Plan de Seguimiento		
Seguimiento de Plan de Manejo Forestal	8.764.220	356,94
Seguimiento Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación	4.509.213	183,00
Seguimiento Plan de rescate especie nativa en categoría de conservación <i>Trichomycterus areolatus</i>	3.330.635	135,65
Seguimiento a caudal ecológico	1.800.000	73,30
Subtotal Total	18.404.068	749,9
Total	2.814.068.12	113.067,1
UF de 30.11.2014: \$24.553,70		

El total de los costos de la etapa de construcción es el equivalente al Plan de Manejo Ambiental. Los costos ambientales a incorporar en la evaluación económica corresponden al total de los costos de las etapas de construcción y operación.

Por último, es importante mencionar que no es posible en la etapa de Pre-Factibilidad configurar los costos o determinar el grado de conflicto que pudiera suscitarse en el desarrollo futuro del Proyecto, desde la perspectiva ambiental.

Por lo anterior, se deja consignado que para estos casos se deberá contemplar el diseño o elaboración de medidas de compensación en las etapas futuras de estudios de este Proyecto.

13. REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Medio Físico

- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Embalse Diguillín. Ministerio de Obras Públicas. 2002. Ámbar consultores ambientales.
- Anuario de Medio Ambiente INE, 2005
- Atlas Agroclimático de Chile, CIREN. Región IV a IX. (1990).
- Estudio Plan Regulador Comunal de Pinto Etapa V
- Distritos Agro climáticos según INIA (1999)
- Niemeyer & Cereceda. Hidrografía Geografía de Chile, Tomo VIII. Colección I.G.M (1984).
- Henríquez C. El proceso de urbanización en la cuenca del río Chillán y su capacidad adaptativa ante precipitaciones extremas. Estudios Geográficos. (2009).
- Romero, H. Tomo XI. Geografía de los Climas. Colección I.G.M. (1985).
- Climatología Regional. Dirección Meteorológica De Chile. Departamento de Climatología. (2001).
- Adriano R. Tomo V, Geografía de los Suelos. Colección I.G.M., (1984).
- Börgel, R. Geomorfología. Colección I.G.M. (1983).
- CADE – IDEPE; Consultores en Ingeniería. Diagnóstico y Clasificación de los cursos y cuerpos de Agua según objetivos de Calidad Cuenca del Río Itata (2004)

Medio Biótico

Referencias de flora y vegetación.

- Armesto J & S Pickett 1985. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. Revista Chilena de Historia Natural 58:9-17
- Armesto J, P León, M Kalin Arroyo. 1995. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. Revista Chilena de Historia Natural 58:9-17

- Donoso C., 1998. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica
- Donoso C. 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile central
- Figueroa J.A, Teillier S & F Jaksic, 2004. Composition, size and dynamics of the seed bank in Mediterranean shrubland of Chile. *Austral Ecology* 29: 574-584
- Gajardo R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile. Universitaria. 165 p
- Marticorena C, M Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42 (1-2): 1- 55.
- Leubert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 pp.
- Amigo, J., J. San Martín & L. Quintanilla. 2000. Estudio fitosociológico de los bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser del Centro-Sur de Chile. *Phytoceonologie* 30(2): 193-221.
- Fuentes E., Avilés R. & A. Segura. 1989. Landscape change under indirect effects of human use: the savanna of central Chile. *Landscape Ecology* 2: 73-80
- Rodríguez, R., O. Matthei & M. Quezada. 1983. Flora Arbórea de Chile. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 408 pp.

Referencias de fauna terrestre

- ACOSTA, G. & J.A. SIMONETTI. 1999. Guía de huellas de once especies de mamíferos del bosque templado chileno. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 48: 19-27.
- ARAYA, B. & G. MILLIE. 1991. Guía de Campo de las Aves de Chile. Cuarta Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 405 pp.
- CAMPOS, H. 1986. Mamíferos terrestres de Chile. Colección Naturaleza de Chile Vol. 5. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia.
- CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago, Chile. 128 p.

- Chester, S. 2008. A wildlife guide to Chile. New Jersey. Princeton University Press. 400 p.
- DÍAZ, N. F. 1983. Ranas y sapos: las 35 especies chilenas. *Naturaleza* 1(3):8-13.
- DÍAZ-PÁEZ, H. & J.C. ORTIZ. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 509-525.
- DONOSO-BARROS, R., 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- EGLI, G. 1998. Voces de la Fauna Chilena. Formato Compact Disc.
- JARAMILLO, A. 2003. Birds of Chile. Helm Field Guides. London.
- IRIARTE, A. 2009. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 420 p
- MARTÍNEZ, D. & G. GONZÁLEZ. 2004. Las Aves de Chile: Nueva guía de Campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile. 620 pp
- MELLA, J. 2005. Guía de campo de reptiles de Chile: zona central. Peñaloza, A.P.G., Novoa, F. & M. Contreras Eds. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pps + xii.
- MELLA J. E., SIMONETTI J. A., SPOTORNO A. E. & L. C. CONTRERAS. 2002. Mamíferos de Chile. En: *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. Ceballos G. y J. A. Simonetti (Eds.). CONABIO-UNAM. México, D.F. Pp. 151-183.
- MUÑOZ-PEDREROS A. y J. YAÑEZ 2000. Mamíferos de Chile. Ediciones C.E.A. 463 p
- MUÑOZ, A. & J. YAÑEZ. 2009. Mamíferos de Chile. Segunda Edición. CEA Ediciones, Valdivia.
- MURÚA, R. 1996. Comunidades de mamíferos del bosque templado de Chile. En Armesto, J.J., C. Villagrán y M.K. Arroyo (eds.): *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*: 113-133. Editorial Universitaria, Santiago
- MYERS, N., R. MITTERMEIER, G. DA FONSECA, & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- NÚÑEZ, H., V. MALDONADO y R. PÉREZ. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de

- conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 329: 12-19.
- NÚÑEZ, H. Y F. JAKSIC. 1992. Lista Comentada De Los Reptiles Terrestres De Chile Continental. Boletín Mus. Hist. Nat., Chile, pp 63-91
 - ORTIZ, J.C. & H. DÍAZ-PÁEZ. 2006. Estado de conocimiento de los anfibios de Chile. Gayana 70(1): 114-121.
 - PENNA, M. 2005. Voces de Anfibios de Chile. Universidad de Chile, Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad. Formato Compact Disc.
 - ROZZI, R., D. MARTINEZ, M. F. WILLSON & C. SABAG. 1996. Avifauna de los bosques templados de Chile. 135-150. En "Ecología de los Bosques Templados de Chile", Editorial Universitaria.
 - SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2011. La ley de caza y su reglamento. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Subdepartamento Vida Silvestre
 - SIMONETTI, J. 1999. Diversity and conservation of terrestrial vertebrates in mediterranean Chile. Revista Chilena de Historia Natural 72: 493-500
 - VELOSO, A. & J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scinze Naturali. Torino. 6: 481-539.
 - VIDAL, M. & LABRA, A. 2008. Herpetología de Chile. Science Verlag.

Medio Humano y construido

- Censo INE, Población y Vivienda. (2002).
- Banco Integrado de Proyectos. Revisión on line.
- Pladeco 2008-2012. Municipalidad de Pinto
- Pladeco 2008-2012. Municipalidad de Coihueco
- Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Planeamiento.
- Aldunate, C. 1989 Estadio alfarero en el sur de Chile. En: Culturas de Chile, Prehistoria desde sus orígenes hasta los albores de la conquista,, pp 329-348. Editorial Andrés Bello.

- Bahamondes, F. 2009. Informe de inspección arqueológica: Planta de áridos Remfisc en el río Chillán, provincia de Ñuble.
- Bustos, V. 2012. Inspección arqueológica Proyecto Relleno Sanitario Centro de Manejo Ñuble.SGA Ltda.
- Torres, J. 2006. Recursos arqueológicos. Línea de Base Proyecto Central Ñuble de Pasada. Jaime Illanes Asociados Consultores SA.
- Hermsilla, N. 2008. Proyecto Embalse Punilla, EIA Arqueología. Informe N° 4. Resultados de ALB. Ambar S.A. Ms.
- Hermsilla, N. 2012. Línea de base Arqueología, Proyecto "Mejoramiento a la ruta N-31, camino a Punilla, VIII región". Anexo 8. Arqueología.
- Massone, M., D. Jackson, C. Valdés y S. Cumsille 1994. Sitios arqueológicos prehispánicos en el área de protección Radal Siete Tazas. En: Patrimonio Arqueológico en áreas silvestres protegidas. Colección Antropología III, pp: 37-62. DIBAM.
- Quiroz, De I. Martínez 2009. Los restos de marsupiales en el sitio Arqueológico cueva de Quilmo, Chillán, centro sur de Chile. En: Zooarqueología y Tafonomía en el Confín del Mundo. Monografías Arqueológicas 1, Universidad SEK, pp: 73-84.
- Sánchez, M. 2002. Evaluación arqueológica del proyecto "Subestación 220/66 kv Monterrico". CGE Transmisión SA.
- Sánchez, R. 2004. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Embalse Punilla y Central Hidroeléctrica asociada, Comuna de San Fabián de Alico, VIII Región.
- Informe Final, que incluye estudios de Ampliación de Línea Base. Cade idepe. Ms.
- Seelenfreund, A. 1999. Primer informe de prospección Proyecto Embalse Punilla. Ms.
- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Mini Central Hidroeléctrica Río Chillán. 2013. Rivas y Asociados consultores.

Anexo 1

Cartografía

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO
EN RÍO CHILLÁN

Datum: WGS84 Zona: 19S

Proyección:
Universal Transversal de Mercator

Fuentes de información: Base Cartográfica IGM 1: 50.000
Imágen Google Earth
Proyecto de Ingeniería



LEYENDA

PROYECTO

-  Muro Embalse
-  Área de inundación

LINEA DE BASE

Flora y Vegetación Terrestre

Formación Vegetal

-  Bosque Drimys winteri y Myrceugenia exsucca
-  Bosque Renoval Nothofagus obliqua-Persea lingue
-  Plantación de Pinus radiata
-  Pradera Perenne de Bromus hordeaceus
-  Veg. Ripariana Baccharis salicifolia-Galega officinalis

-  Estaciones Muestreo Flora y Vegetación Terrestre

Fauna Terrestre

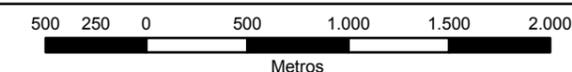
-  Puntos Observacion Fauna Terrestre (POF)

Fauna Acuática

-  Estaciones Muestreo Fauna Acuática

CARTOGRAFIA BASE

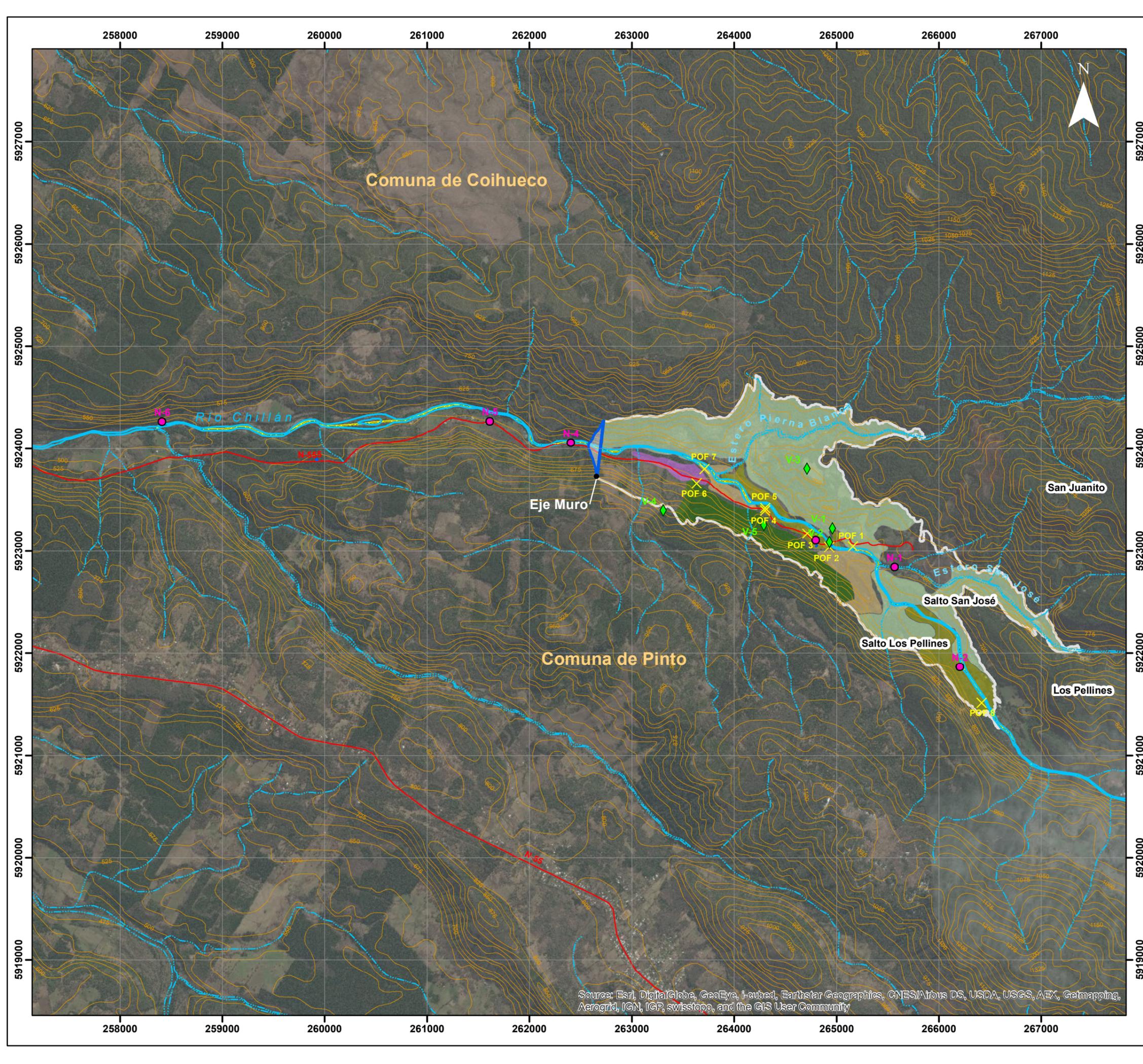
-  Red vial
-  Red de drenaje
-  Rio Chillán
-  Curvas de nivel
-  Limite comunal



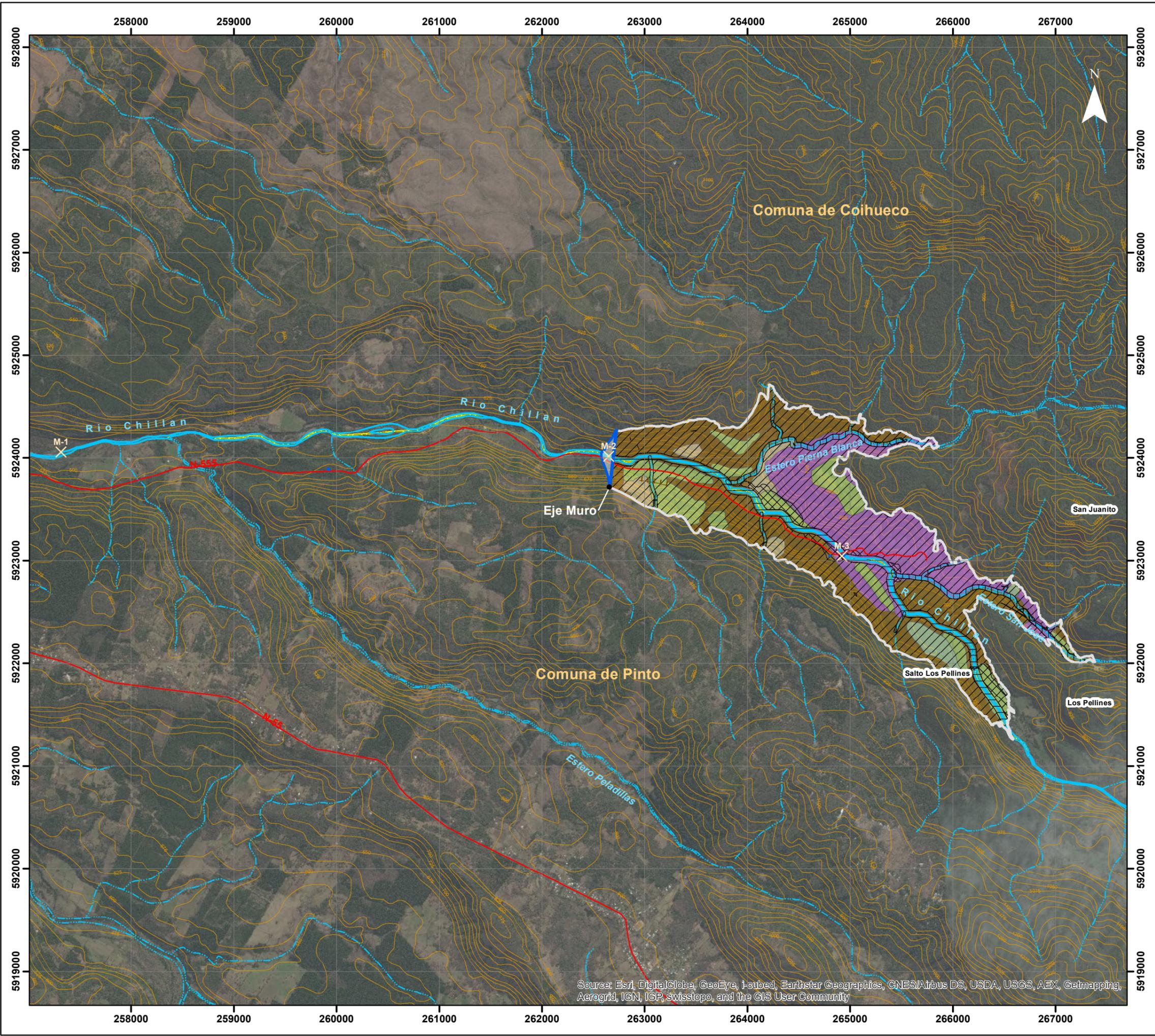
Contenido	Medio Biotico
Fecha	Marzo 2015
Escala	1:35.000
Lamina 2/4	



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Comisión Nacional del Riego



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Geomapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO
EN RÍO CHILLÁN**

Datum: WGS84 Zona: 19S

Proyección:
Universal Transversal de Mercator

Fuentes de información: Base Cartográfica IGM 1: 50.000
Imágen Google Earth
Proyecto de Ingeniería



LEYENDA

PROYECTO

- Muro Embalse
- Área de inundación

LINEA DE BASE

Geomorfología

- Ladera
- Terraza
- Lecho Fluvial
- Quebradas
- Escarpe

Hidrografía

- Red de drenaje

Capacidad Uso de Suelo

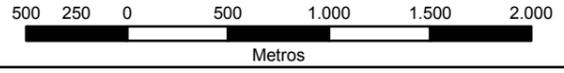
- III
- IV
- VI
- VII
- VIII

Calidad de Aguas

- Estaciones muestreo calidad de aguas

CARTOGRAFIA BASE

- Red vial
- Curvas de nivel
- Limite comunal

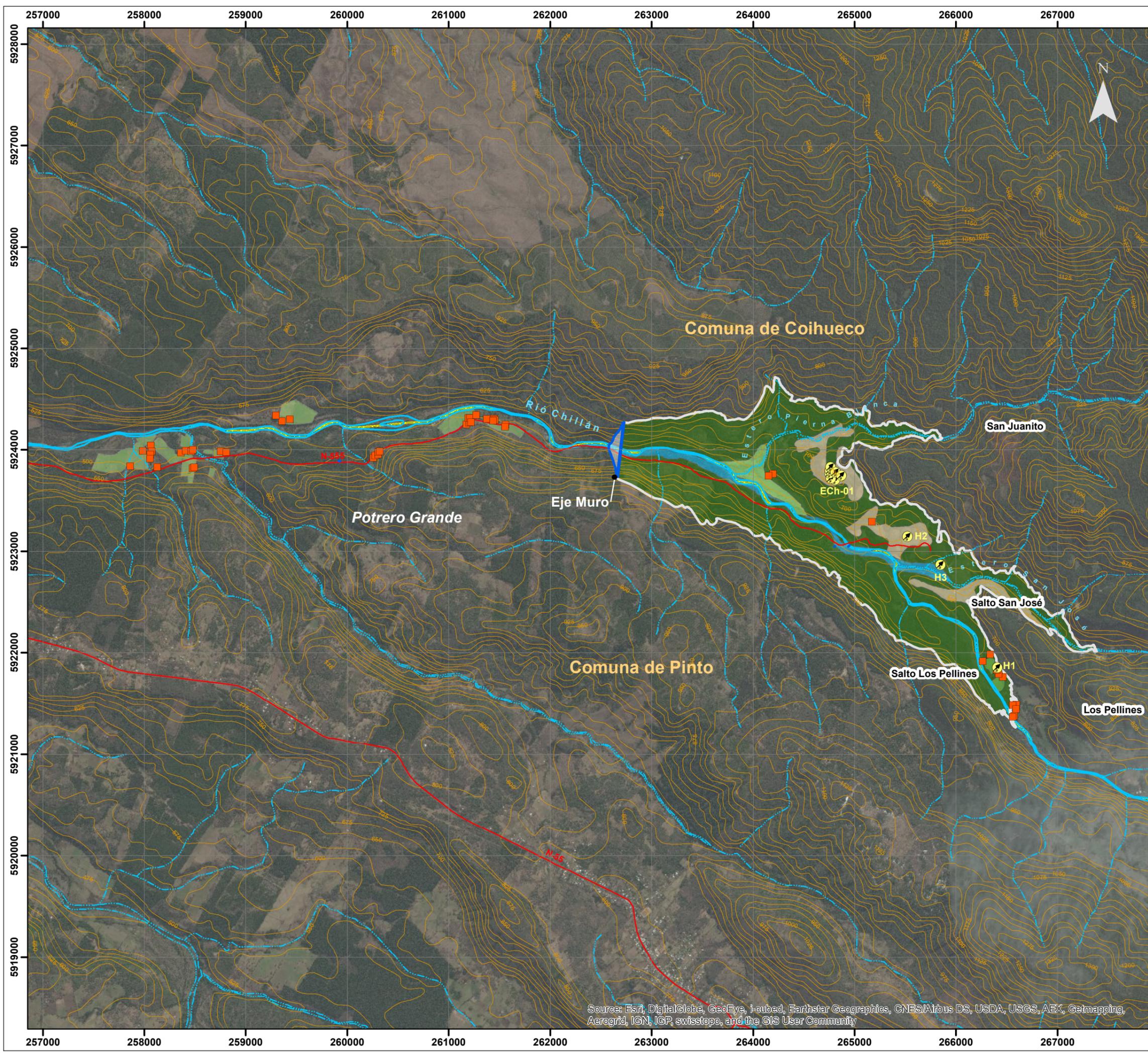


Contenido	Medio Físico
Fecha	Marzo 2015
Escala	1:35.000
Lamina 1/4	



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Comisión Nacional del Riego

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO
EN RÍO CHILLÁN**

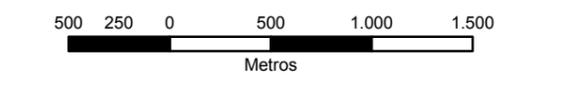
Datum: WGS84 Zona: 19S

Proyección:
Universal Transversal de Mercator

Fuentes de información: Base Cartográfica IGM 1: 50.000
Imágen Google Earth
Proyecto de Ingeniería



- LEYENDA**
- PROYECTO**
- Muro Embalse
 - Área de inundación
- LÍNEA DE BASE**
- Arqueología**
- Puntos Prospección Arqueologica
- Asentamientos Humanos**
- Viviendas/Construcciones Aisladas
- Uso de suelo**
- Bosques
 - Praderas-Matorrales
 - Terrenos Agrícolas
 - Lecho de Río
- CARTOGRAFIA BASE**
- Red vial
 - Red de drenaje
 - Río Chillán
 - Curvas de nivel
 - Limite comunal



Contenido	Medio Social
Fecha	Marzo 2015
Escala	1:35.000
Lamina 3/4	



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Comisión Nacional del Riego

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO
EN RÍO CHILLÁN**

Datum: WGS84 Zona: 19S

Proyección:
Universal Transversal de Mercator

Fuentes de información: Base Cartográfica IGM 1: 50.000
Imágen Google Earth
Proyecto de Ingeniería



LEYENDA

PROYECTO

-  Muro Embalse
-  Área de inundación

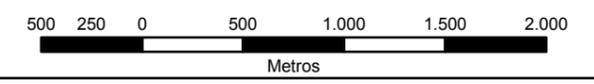
LINEA DE BASE

Zonas de Restricción Ambiental

-  ZRAus
Zona de Protección por Cultivos Agrícolas
-  ZRAah
Zonas de Asentamientos Humanos
-  ZRAveg/ZRAft
Zona protección de flora y fauna terrestre
-  ZRAfloraac/ZRAfaunaac
Zona protección de flora y fauna acuática

CARTOGRAFIA BASE

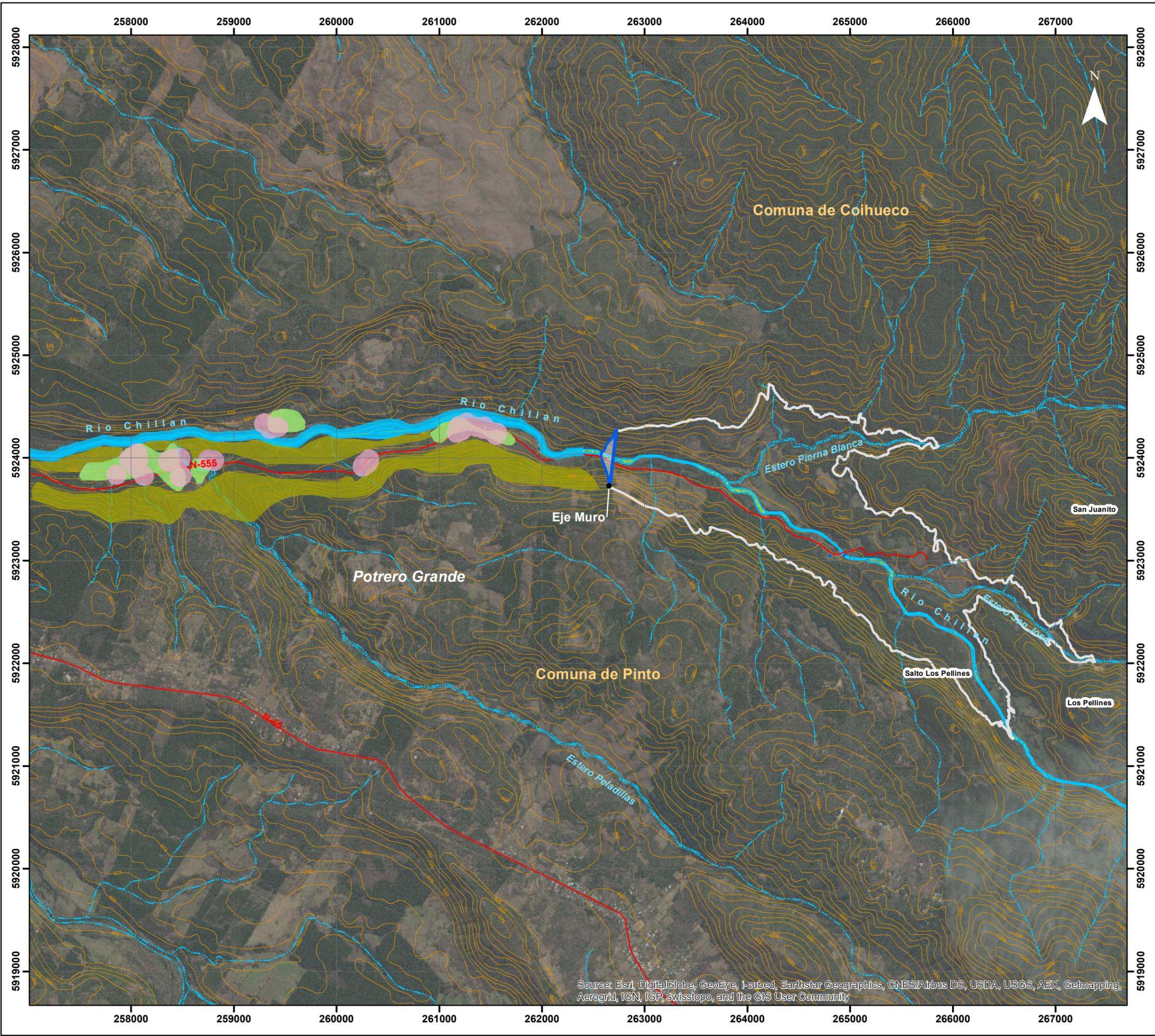
-  Red de drenaje
-  Río Chillán
-  Red vial
-  Curvas de nivel
-  Limite comunal



Contenido	Zonas Restricción Ambiental
Fecha	Marzo 2015
Escala	1:35.000
Lamina 4/4	



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Comisión Nacional del Riego



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

Anexo 2
Informes de Laboratorio Calidad del Agua

**INFORME DE ENSAYO
TAG – 17479**



Solicitante : Debar Asesorías en Gestión Ambiental y Proyectos de Ingeniería. Orden de Trabajo : 41 1275
Atención Sr.: Claudio Pozo Fecha de Emisión: 06.10.2014
Dirección : Padre Mariano 10 Of. 313 - Providencia

División Food, Aguas y Riles – Sede Concepción

ANTECEDENTES

Cesmec S.A., a solicitud de los Sres. **Debar Asesorías en Gestión Ambiental y Proyectos de Ingeniería**, ha efectuado análisis a Tres (03) muestras identificadas.

IDENTIFICACION MUESTREO

Dirección Laboratorio : Av. Ignacio Collao N°2137, Sector Palomares, Concepción.
Lugar de muestreo : Sector Río Chillán.
Fecha y Hora de muestreo : 04.06.2014 Hora: 12:30h a 15:40h
Tipo de Muestreo : Manual y Puntual
Muestras tomadas en envases con preservantes.
Muestreo efectuado por : Cesmec S. A.
Plan y Procedimiento de muestreo : Procedimiento de muestreo "PCE-131/300-020" basado en NCh 411/10. Of2005.
Acta de Muestreo Aguas y Riles : N° 26425
Identificación de la Muestra : M-1: Aguas Bajo del Muro. Coordenadas: UTM-257317 Este; Georeferencial: UTM – 5924054 Sur.
M-2: Área de Inundación. Coordenadas: UTM-262650 Este; Georeferencial: UTM – 5924015 Sur.
M-3: Aguas Arriba Cola de Embalse. Coordenadas: UTM-264921 Este; Georeferencial: UTM – 5923043 Sur.
Fecha de ingreso al Laboratorio : 04.06.2014 Hora: 17:00hr.
Temperatura recepción muestra : 4,3°C

RESULTADOS

Análisis	M – 1	M – 2	M – 3	Fecha y hora inicio	Fecha y hora termino	Límite Máximo NCh1333 Of.78 Mod 1987	Metodología (*)
pH a 20°C (**)	7,5	7,4	7,5	04.06.14 / 12:30h	04.06.14 / 15:10h	5,5 – 9,0	St. Meth. 4500 H-B
Aluminio, mg/l	0,40	0,37	0,20	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	5,0	St. Meth. 3111-D
Arsénico, mg/l	<0,002	< 0,002	<0,002	05.06.14 / 12:00h	16.06.14 / 15:40h	0,10	St. Meth. 3114 As c
Bario, mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	4,0	St. Meth. 3111-D
Berilio, mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,10	St. Meth. 3111-D
Boro, mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	06.06.14 / 08:30h	10.06.14 / 11:50h	0,75	St. Meth. 4500-B (1)
Cadmio, mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,01	St. Meth. 3111-B
Cianuro, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 10:00h	06.06.14 / 13:30h	0,20	St. Meth. 4500 CN C
Cloruro, mg/l	< 10	< 10	< 10	09.06.14 / 11:00h	09.06.14 / 13:00h	200	St. Meth. 4500 Cl B

Nota: " Este informe anula y reemplaza al anterior con fecha 23.06.2014 "

RESULTADOS

Análisis	M - 1	M - 2	M - 3	Fecha y hora inicio	Fecha y hora termino	Límite Máximo NCh1333 Of.78 Mod 1987	Metodología (*)
Cobalto, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	06.06.14 / 08:30h	10.06.14 / 17:00h	0,050	St. Meth. 3111-B (1)
Cobre, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,20	St. Meth. 3111 B
Cromo, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,10	St. Meth. 3111 B
Flúor, mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	10.06.14 / 10:00h	10.06.14 / 14:00h	1,0	St. Meth. 4500 F C
Hierro, mg/l	0,42	0,25	0,14	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	5,00	St. Meth. 3111 B
Litio, mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	2,5	St. Meth. 3111-B
Manganeso, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,20	St. Meth. 3111 B
Mercurio, mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	05.06.14 / 12:00h	16.06.14 / 15:40h	<0,001	St. Meth. 3500 Hg B
Molibdeno, mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,010	St. Meth. 3111 B
Níquel, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,20	St. Meth. 3111 B
Plata, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,20	St. Meth. 3111-B
Plomo, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	5,00	St. Meth. 3111 B
Selenio, mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	05.06.14 / 12:00h	16.06.14 / 15:40h	0,020	St. Meth. 3500 Se C
Sodio Porcentual, %	34	25	31	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	35,00	Cálculo
Sulfato, mg/l	< 10	< 10	< 10	05.06.14 / 10:00h	06.06.14 / 12:00h	250,00	St. Meth.4500 SO4 D
Vanadio, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	0,10	St. Meth. 3111-D
Zinc, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	2,00	St. Meth. 3111 B
RAS	0,4	0,3	0,4	05.06.14 / 12:00h	12.06.14 / 12:30h	---	Cálculo
Conductividad a 25°C µmhos/cm	51	52	51	04.06.14 / 18:00h	04.06.14 / 19:00h	Agua con la cual no se observarán efectos perjudiciales: conductividad ≤ 750	St. Meth. 2510-B
Sólidos Totales Disueltos, mg/l	20	20	20	05.06.14 / 09:00h	06.06.14 / 11:00h	Agua con la cual no se observarán efectos perjudiciales : STS ≤ 500	Manual SISS
Coliformes Fecales, NMP/100ml	49	14	2,3 x 10 ²	04.06.14 / 17:30h	07.06.14 / 17:30h	1000	St. Meth. 9221 E
Temperatura, °C (**)	5,8	5,6	5,5	04.06.14 / 12:30h	04.06.14 / 15:10h	En flujos de agua corriente, no debe aumentar el valor natural en más de 3 °C	St. Meth. 2550 B
Oxígeno Disuelto, mg/l (**)	12,5	9,8	11,0	04.06.14 / 12:30h	04.06.14 / 15:10h	Mín.5	St. Meth. 4500-O G,21

RESULTADOS

Análisis	M - 1	M - 2	M - 3	Fecha y hora inicio	Fecha y hora termino	Límite Máximo NCh1333 Of.78 Mod 1987	Metodología (*)
Alcalinidad Total, mg/l	28	32	23	05.06.14 / 09:00h	05.06.14 / 11:00h	Min.20	St. Meth. 2320 B
Turbiedad, escala NTU	3,3	4,5	3,7	04.06.14 / 18:00h	04.06.14 / 19:00h	Máx.50	St. Meth. 2130 B
Color, escala Pt-Co	13	16	17	04.06.14 / 18:00h	04.06.14 / 19:00h	Máx.100	Escala Pt - Co
Sólidos Flotantes visible y espumas no naturales (**)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	04.06.14 / 12:30h	04.06.14 / 15:40h	Ausentes	Observación visual
Sólidos Sedimentables, ml/L/h (**)	<0,5	<0,5	<0,5	04.06.14 / 18:00h	04.06.14 / 19:00h	No exceder del valor natural	NCh2313/4.Of19 95
Petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo (**)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	04.06.14 / 12:30h	04.06.14 / 15:40h	No debe haber detección visual. No debe haber cubrimiento de fondo, orilla o ribera. No debe haber olor perceptible.	Observación visual

Notas:

- (*) : Standard Methods For The Examination The Water And Wastewater, on line
- (**) : Medición de terreno



Gloria Palma Quezada
Supervisora
División Food, Aguas y Riles

(1) Ref. Informe: SAG-66887

**INFORME DE ENSAYO
TAG – 16778**



Solicitante : Debar Asesorías en Gestión Ambiental y Proyectos de Ingeniería. Orden de Trabajo : 411275
Atención Sr.: Claudio Pozo Fecha de Emisión: 24.03.2014
Dirección : Padre Mariano 10 Of. 313 - Providencia

División Food, Aguas y Riles – Sede Concepción

ANTECEDENTES

Cesmec S.A., a solicitud de los Sres. **Debar Asesorías en Gestión Ambiental y Proyectos de Ingeniería**, ha efectuado análisis a Tres (03) muestras identificadas.

IDENTIFICACION MUESTREO

Dirección Laboratorio : Av. Ignacio Collao N°2137, Sector Palomares, Concepción.
Lugar de muestreo : Sector Río Chillán.
Fecha y Hora de muestreo : 26.02.2013 Hora: 09:00h a 12:20h
Tipo de Muestreo : Manual y Puntual
Muestras tomadas en envases con preservantes.
Muestreo efectuado por : Cesmec S. A.
Plan y Procedimiento de muestreo : Procedimiento de muestreo "PCE-131/300-020" basado en NCh 411/10. Of2005.
Acta de Muestreo Aguas y Riles : N° 26252
Identificación de la Muestra : M-1: Aguas Bajo del Muro. Coordenadas: UTM-257317 Este: Georeferencial: UTM – 5924054 Sur.
M-2: Área de Inundación. Coordenadas: UTM-262650 Este: Georeferencial: UTM – 5924015 Sur.
M-3: Aguas Arriba Cola de Embalse. Coordenadas: UTM-264921 Este: Georeferencial: UTM – 5923043 Sur.
Fecha de ingreso al Laboratorio : 26.02.2014 Hora: 15:30hr.
Temperatura recepción muestra : 6,0°C

RESULTADOS

Análisis	M – 1	M – 2	M – 3	Fecha y hora inicio	Fecha y hora termino	Límite Máximo NCh1333 Of.78 Mod 1987	Metodología (*)
pH a 20°C (**)	7,1	7,4	7,3	26.02.14 / 09:30h	26.02.14 / 11:50h	5,5 – 9,0	St. Meth. 4500 H-B
Aluminio, mg/l	0,43	0,37	0,28	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	5,0	St. Meth. 3111-D
Arsénico, mg/l	0,009	< 0,002	0,009	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,10	St. Meth. 3114 As c
Bario, mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	4,0	St. Meth. 3111-D
Berilio, mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,10	St. Meth. 3111-D
Boro, mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	08.03.14 / 09:00h	10.03.14 / 12:10h	0,75	St. Meth. 4500-B (1)
Cadmio, mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,01	St. Meth. 3111-B
Cianuro, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	27.02.14 / 09:00h	27.02.14 / 14:00h	0,20	St. Meth. 4500 CN C
Cloruro, mg/l	< 10	< 10	< 10	28.02.14 / 14:00h	28.02.14 / 16:00h	200	St. Meth. 4500 Cl B
Cobalto, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	06.03.14 / 10:30h	11.02.14 / 11:45h	0,050	St. Meth. 3111-B (1)

RESULTADOS

Análisis	M - 1	M - 2	M - 3	Fecha y hora inicio	Fecha y hora termino	Límite Máximo NCh1333 Of.78 Mod 1987	Metodología (*)
Cobre, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,20	St. Meth. 3111 B
Cromo, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,10	St. Meth. 3111 B
Flúor, mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	00.02.14 / 00:00h	00.02.14 / 00:00h	1,0	St. Meth. 4500 F C
Hierro, mg/l	0,23	0,18	0,14	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	5,00	St. Meth. 3111 B
Litio, mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	2,5	St. Meth. 3111-B
Manganeso, mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,20	St. Meth. 3111 B
Mercurio, mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	<0,001	St. Meth. 3500 Hg B
Molibdeno, mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,010	St. Meth. 3111 B
Níquel, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,20	St. Meth. 3111 B
Plata, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,20	St. Meth. 3111-B
Plomo, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	5,00	St. Meth. 3111 B
Selenio, mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,020	St. Meth. 3500 Se C
Sodio Porcentual, %	37	35	37	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	35,00	Cálculo
Sulfato, mg/l	< 10	< 10	< 10	01.03.14 / 10:00h	03.03.14 / 10:00h	250,00	St. Meth.4500 SO4 D
Vanadio, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	0,10	St. Meth. 3111-D
Zinc, mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	2,00	St. Meth. 3111 B
RAS	0,8	0,8	0,8	28.02.14 / 09:00h	05.03.14 / 18:00h	----	Cálculo
Conductividad a 25°C µmhos/cm	105	111	115	27.02.14 / 12:00h	27.02.14 / 13:00h	Agua con la cual no se observarán efectos perjudiciales: conductividad ≤ 750	St. Meth. 2510-B
Sólidos Totales Disueltos, mg/l	50	50	55	27.02.14 / 10:00h	27.02.14 / 18:00h	Agua con la cual no se observarán efectos perjudiciales : STS ≤ 500	Manual SISS
Coliformes Fecales, NMP/100ml	7	<2	<2	26.02.14 / 16:00h	01.03.14 / 16:00h	1000	St. Meth. 9221 E
Temperatura, °C (**)	12,9	12,6	12,3	26.02.14 / 09:30h	26.02.14 / 11:50h	En flujos de agua corriente, no debe aumentar el valor natural en más de 3 °C	St. Meth. 2550 B
Oxígeno Disuelto, mg/l (**)	9,8	10,0	10,0	26.02.14 / 09:30h	26.02.14 / 11:50h	Mín.5	St. Meth. 4500-O G,21
Alcalinidad Total, mg/l	18	18	20	27.02.14 / 10:00h	27.02.14 / 13:00h	Mín.20	St. Meth. 2320 B

RESULTADOS

Análisis	M - 1	M - 2	M - 3	Fecha y hora inicio	Fecha y hora termino	Límite Máximo NCh1333 Of.78 Mod 1987	Metodología (*)
Turbiedad, escala NTU	7,4	5,6	4,3	26.02.14 / 17:00h	26.02.14 / 18:00h	Máx.50	St. Meth. 2130 B
Color, escala Pt-Co	<10	<10	<10	26.02.14 / 17:00h	26.02.14 / 18:00h	Máx.100	Escala Pt - Co
Sólidos Flotantes visible y espumas no naturales (**)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	26.02.14 / 09:00h	26.02.14 / 12:20h	Ausentes	Observación visual
Sólidos Sedimentables, ml/L/h (**)	<0,5	<0,5	<0,5	27.02.14 / 15:30h	27.02.14 / 16:30h	No exceder del valor natural	NCh2313/4.Of19 95
Petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo (**)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	26.02.14 / 09:00h	26.02.14 / 12:20h	No debe haber detección visual. No debe haber cubrimiento de fondo, orilla o ribera. No debe haber olor perceptible.	Observación visual

Notas:

- (*) : Standard Methods For The Examination The Water And Wastewater, on line
- (**) : Medición de terreno



Gloria Palma Quezada
 Supervisora
 División Food, Aguas y Riles

Anexo 3

Informes de Biota

- Informe Flora y Vegetación Terrestre
- Informe de Fauna de Vertebrados Terrestres
- Informe de Biota Acuática



INFORME TÉCNICO

BIOTA ACUÁTICA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN EL RÍO CHILLÁN (VIII REGIÓN)

Septiembre de 2014



**BIOTA ACUÁTICA. PROYECTO CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN
(VIII REGIÓN).**

CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	OBJETIVO GENERAL.....	4
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4	ALCANCE.....	4
5	ÁREA DE ESTUDIO.....	5
6	METODOLOGÍA.....	7
6.1	TIPIFICACION DE SUSTRATO	7
6.2	CALIDAD DE AGUA.....	7
6.3	BIOTA ACUÁTICA.....	9
7	RESULTADOS	12
7.1	DESCRIPCIÓN MORFOLGICA, FÍSICA Y BIOLÓGICA DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO	12
7.2	BIOTA ACUÁTICA.....	25
8	CONCLUSIONES.....	36
9	BIBLIOGRAFÍA.....	38

1 INTRODUCCIÓN

El área de estudio está incluida en la microcuenca hidrográfica del Río Chillán el cual se inserta en la subcuenca de Ñuble bajo, en la gran unidad hidrográfica del Río Itata, en la provincia de Nuble, VIII Región del Biobío. El principal afluente del río Itata es el río Ñuble, cuya hoya tiene una superficie de 5.097 km² (DGA, 2004). A 10 km de la confluencia con el río Itata, el río Chillán afluye al río Ñuble por el sur (DGA, 2004). El río Chillán nace en la falda poniente de los Nevados de Chillán, importante nudo orográfico que domina el paisaje cordillerano de la región, hasta el Valle Central, entre los 3.200 y los 55 m.s.n.m. y tiene una longitud aproximada de 105 km (DGA, 2004 y Comisión Nacional de Riego, 2012).

El clima de la microcuenca del río Chillán es mediterráneo, con un periodo estival desde noviembre hasta marzo. La parte media y baja de la cuenca del río Chillán presenta temperaturas máximas medias de 28 °C durante el mes de enero, siendo éste el mes más cálido. La temperatura mínima media se mide en julio y alcanza a 3,5 °C. Durante el periodo invernal (junio-agosto) se concentra más del 50 % de las precipitaciones, con un promedio de 1.025 mm por año (Comisión Nacional de Riego, 2012).

El río Chillán tiene un régimen de alimentación pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno producto de las lluvias invernales. Los mayores caudales en años húmedos ocurren entre mayo y julio debido a los importantes aportes pluviales existentes en la zona, mientras que los menores caudales ocurren entre enero y abril. En años secos, los mayores caudales también se generan en invierno, entre julio y agosto mientras que los menores caudales lo hacen entre enero y mayo (DGA, 2004).

El estero San José, tributario del río Chillán está ubicado junto al Cerro Alto del Padre en la Provincia de Ñuble en la VIII Región del Biobío. Tienen una longitud de 14,96 km.

En el presente documento se presentan los resultados del estudio de Biota acuática realizado en el área de influencia del proyecto (AI, en adelante) ubicada en tramos del río Chillán y del estero San José durante un periodo invernal (septiembre 2014).

A continuación se indica el objetivo general y los objetivos específicos del estudio de biota acuática.

2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del estudio de biota acuática es realizar una descripción de los principales componentes biológicos acuáticos que se desarrollan en los tramos fluviales del río Chillán y estero San José ubicado en el AI del proyecto.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las condiciones de hábitat para la fauna de peces nativos y asilvestrados que se desarrollan en los tramos del río Chillán y del estero San José en función de los principales factores o condiciones ambientales que afectan a las poblaciones de peces.
- Determinar la riqueza, abundancia y diversidad biológica del ensamble de macroinvertebrados bentónicos y microalgas bentónicas que se desarrolla en los tramos del río Chillán y del estero San José ubicados en el AI del proyecto.
- Caracterizar el ensamble de peces en función de la riqueza taxonómica y de la abundancia de individuos en los tramos del río Chillán y del estero San José ubicados en el AI del proyecto.
- Identificar los taxa de peces que se encuentran en categorías de conservación biológica, las cuales están definidas en los Decretos Supremos: N° 51/08 del MINSEGPRES, N° 33/2012, N° 41/2012 y N° 19/2013 del Ministerio del Medio Ambiente.
- Identificar la vegetación acuática (Macrófitas) presente en los tramos del río Chillán y del estero San José ubicados en el AI del proyecto.
- Determinar la presencia de crustáceos decápodos de agua dulce e identificar los taxa que se encuentran en categorías de conservación biológica definidos en Bahamonde *et al.* 1998.

4 ALCANCE

El estudio de biota acuática permitirá determinar la condición ambiental actual de la biota acuática en tramos del río Chillán y del estero San José ubicados en el AI del proyecto bajo una condición previa a la construcción del Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Esta descripción servirá como una condición de referencia o de Línea de Base para el estudio, la cual permitirá evaluar los efectos

potenciales que pudiera tener el proyecto sobre el componente biológico acuático de estos tramos fluviales en las etapas de Construcción y Operación.

5 ÁREA DE ESTUDIO

La campaña de terreno fue realizada entre el 3y 5de septiembre 2014. El área de estudio fue restringida a tramos en el río Chillán y en el estero San José ubicados en el área de influencia del proyecto y enmarcada a tres estaciones de muestreo ubicadas aguas arriba de la ubicación del futuro muro del embalse y tres estaciones ubicadas aguas abajo del futuro embalse.En la **Tabla 1** y **Figura 1** se indica la ubicación y nombre de las estaciones de muestreo asociadas a la caracterización de biota acuática del río Chillán y del estero San José.

Tabla 1. Estaciones de muestreo. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región).Septiembre 2014.

Estación	Descripción	Ubicación geográfica (UTM)*	Altitud (m.s.n.m)
N-1	Esteros San José, estación de muestreo ubicada 3,4km aguas arriba del muro	265.569 E – 5.922.842 N	850
N-2	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5km aguas arriba del muro	266.204 E – 5.921.864 N	929
N-3	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5km aguas arriba del muro	264.797 E – 5.923.102 N	770
N-4	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	262.406 E – 5.924.056 N	804
N-5	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3km aguas abajo del muro	261.615 E – 5.924.265 N	572
N-6	Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	258.412 E – 5.924.263 N	720

* Datum WGS 84, Huso 19.



Fuente: Elaboración propia. Datum WGS84, Huso 19.

Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

6 METODOLOGÍA

6.1 TIPIFICACION DE SUSTRATO

Las condiciones y características del sustrato del hábitat acuático de las poblaciones biológicas fueron descritas en función de las categorías de tamaño de rocas propuestas por Bain *et al.* 1985, lo que se indica en la **Tabla 2**. Los tipos de sustrato están asociados a los ambientes bentónicos de los sistemas fluviales y de ahí su importancia dentro del estudio biológico.

Tabla 2. Sistema de clasificación del tipo de sustrato de ríos, de acuerdo a Bain *et al.* 1985. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Tipo de sustrato	Clase de tamaño (cm)
Roca madre plana	-
Arena, Cieno	< 0,2
Grava	0,2 - 1,6
Guijarros	1,7 - 6,4
Piedras	6,5 - 25,6
Bolones	> 25,6
Roca madre irregular	-

6.2 CALIDAD DE AGUA

6.2.1 Parámetros físicos-químicos medidos *in situ*

El recurso hídrico en el AI del proyecto fue caracterizado mediante la cuantificación *in situ* de parámetros relevantes para determinar la condición del recurso hídrico como hábitat para la biota acuática residente.

En la **Tabla 3** se presentan los parámetros que fueron medidos *in situ* y el nivel de cuantificación de los instrumentos utilizados.

Tabla 3. Parámetros de calidad de agua medidos *in situ* y nivel de cuantificación. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Parámetros	Unidad	Límite de cuantificación
Temperatura	°C	0,1
pH	unidad	0,01
Conductividad específica	µS/cm	0,01
Sólidos totales disueltos	mg/l	0,01
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01

6.2.1.1 Metodologías de cuantificación

Las metodologías de cuantificación de cada parámetro de calidad de agua se indican a continuación:

- **Temperatura (°C):** La temperatura se midió *in situ* utilizando un medidor de temperatura HANNA modelo HI98127 de 0,1 °C de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- **Concentración del ión hidrógeno (pH):** La concentración del ión hidrógeno se midió *in situ* mediante un medidor de pH HANNA modelo HI98127 de 0,01 unidades de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995)(Fotografía 1a).
- **Conductividad específica(µS/cm):** La conductividad del agua se midió *in situ* mediante un medidor de conductividad HANNA modelo HI98311 de 0,01µS/cm de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995)(Fotografía 1b).
- **Sólidos totales disueltos (mg/l):** La concentración de sólidos totales disueltos se midió *in situ* mediante un medidor de sólidos totales disueltos HANNA modelo HI98311 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- **Oxígeno disuelto (mg/l):** La concentración de oxígeno disuelto se midió *in situ* mediante un medidor de oxígeno HANNA modelo HI 9146-04 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- **Velocidad de escurrimiento en ribera (m/s):** Las mediciones fueron realizadas en el sector de ribera de los tramos fluviales utilizando un flujómetro General Oceanics (Modelo 2030R) de 0,1 m/s de precisión que mide revoluciones por segundos. La velocidad fue estimada como el promedio de tres mediciones de velocidades.



Fotografía 1. a) Medición de pH *in situ* y b) Medición de conductividad específica. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

6.3 BIOTA ACUÁTICA

A continuación se describen los procedimientos de colecta y análisis de los parámetros biológicos.

6.3.1 Faunaística (Peces)

Para la colecta de peces se realizó pesca eléctrica (**Fotografías 2a y b**). Se utilizó un equipo de pesca eléctrica portátil SAMUS de 12 volts que genera una descarga pulsada y el cual tiene acoplado colectores manuales que son sumergidos para generar un campo eléctrico con un alcance de 3 a 5 m de diámetro aproximadamente. Para la colecta de ejemplares se recorrió entre 50 y 100 m lineales durante un periodo de aproximadamente 40-60 min en el sector de ribera de los tramos fluviales del AI del proyecto.

Los ejemplares fueron identificados y medidos *in situ* y posteriormente fueron devueltos vivos y en buenas condiciones al medio acuático. Los ejemplares colectados fueron inmediatamente colocados en un recipiente con agua dispuesto en el sector de ribera y mantenidos entre 10 y 20 minutos para realizar mediciones de parámetros morfométricos. Los parámetros morfométricos medidos fueron Peso total (gramos) y Longitud total (cm). Durante esta actividad se realizó el registro fotográfico de los ejemplares. Después de las mediciones, los ejemplares fueron liberados al medio acuático en forma progresiva y cuidadosa, de tal modo de asegurar el retorno en condiciones favorables. Cabe destacar que se cuenta con la autorización de la Subsecretaría de Pesca para extraer y sacrificar 5 ejemplares de peces en cada tramo de estudio (Resolución exenta N° 1.431 de mayo de 2014) para realizar una mejor identificación en el laboratorio si fuese necesario.

En gabinete se determinó el factor de Condición (K) según Lagler (1956) en base a los datos de Peso total y Longitud total. El factor de condición K se define como la razón entre el peso y la longitud de cada ejemplar ($\text{Peso total} / (\text{Longitud total})^3$) y en promedio es un indicador del grado de robustez de la población de peces en un determinado tramo fluvial o en determinadas condiciones de hábitat. La comparación de los valores del K para una especie cuyas poblaciones se encuentran en diferentes cuerpos de agua o en diferentes tramos dentro de un mismo cuerpo acuático permitirá determinar diferencias significativas de hábitat para las poblaciones de peces, ello enfocado a proponer medidas de protección ambiental sobre los tramos que resulten hábitats más favorables que otros para las poblaciones de peces. La abundancia de peces fue expresada como la cantidad de individuos capturados y/o avistados, ya que en cada estación de muestreo hubo un tiempo de búsqueda igual a 30 minutos.

Los peces fueron clasificados de acuerdo a categorías de conservación biológica en función de los Decretos Supremos: N° 51/2008 del MINSEGPRES, N° 33/2012, N° 41/2012 y N° 19/2013 del Ministerio del Medio Ambiente. En el Apéndice **A** se adjunta autorización vigente emitida por la Sub-secretaría de Pesca para realizar pesca de investigación.

6.3.2 Macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos)

Para la descripción de la fauna de macroinvertebrados bentónicos se tomaron dos réplicas desde la zona bentónica (N = 2) en cada estación de muestreo con una red Surber de 0,09 m² de área y de 250 µm de apertura de malla. Las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol al 15 % y trasladadas al laboratorio en Santiago para su identificación. Para la identificación y recuento se utilizó una lupa OPTIKA con aumento 45x. La clasificación de los organismos se realizó en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999) y Merrit & Cummins (1996). El ensamble fue caracterizado en función de los parámetros densidad total (ind/m²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits). Se utilizó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener (Krebs 1989).

6.3.3 Microalgas bentónicas (Fitobentos)

Para cuantificar el componente fitobentónico se tomaron 2 muestras del sustrato del sector de ribera del cauce. Cada muestra fue obtenida al azar con un core de área de 2,0 cm². Las muestras fueron colectadas en frascos de polietileno de alta densidad de 12 ml y fijadas *in situ* con lugol para el traslado al laboratorio.



Fotografía 2. a y b) Pesca eléctrica. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

La identificación y el recuento de individuos fue realizado con microscopía óptica (OPTIKA $\times 1.000$). El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/mm²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits) (Krebs 1989). La clasificación de las microalgas fue basada en los trabajos de Rivera (1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Round *et al.* (1996), Rumrichet *al.* (2000) y Lange-Bertalot (2001).

6.3.4 Crustáceos decápodos

Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio y en conjunto con la pesca específica se prospectaron los sectores de ribera para detectar la presencia de taxa de crustáceos decápodos, los que se encuentran ambientalmente protegidos y están clasificados en categorías de conservación biológica (Bahamondes *et al.* 1998).

6.3.5 Macrófitas (hidrófitos y helófitos)

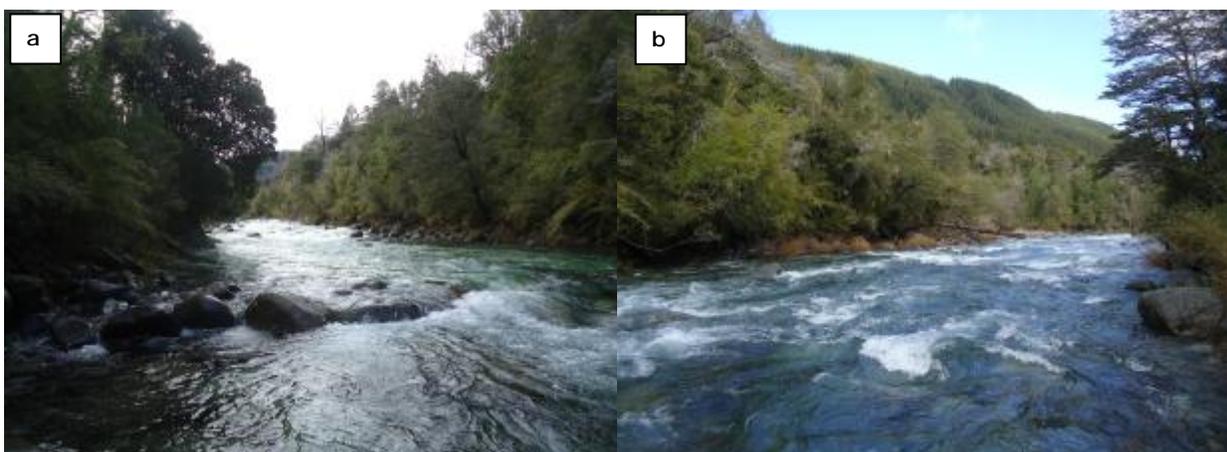
Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio para detectar la presencia de macrófitas. También se realizó un registro fotográfico en el AI del proyecto. Como apoyo bibliográfico se utilizó el estudio de Marticorena & Quezada (1985).

7 RESULTADOS

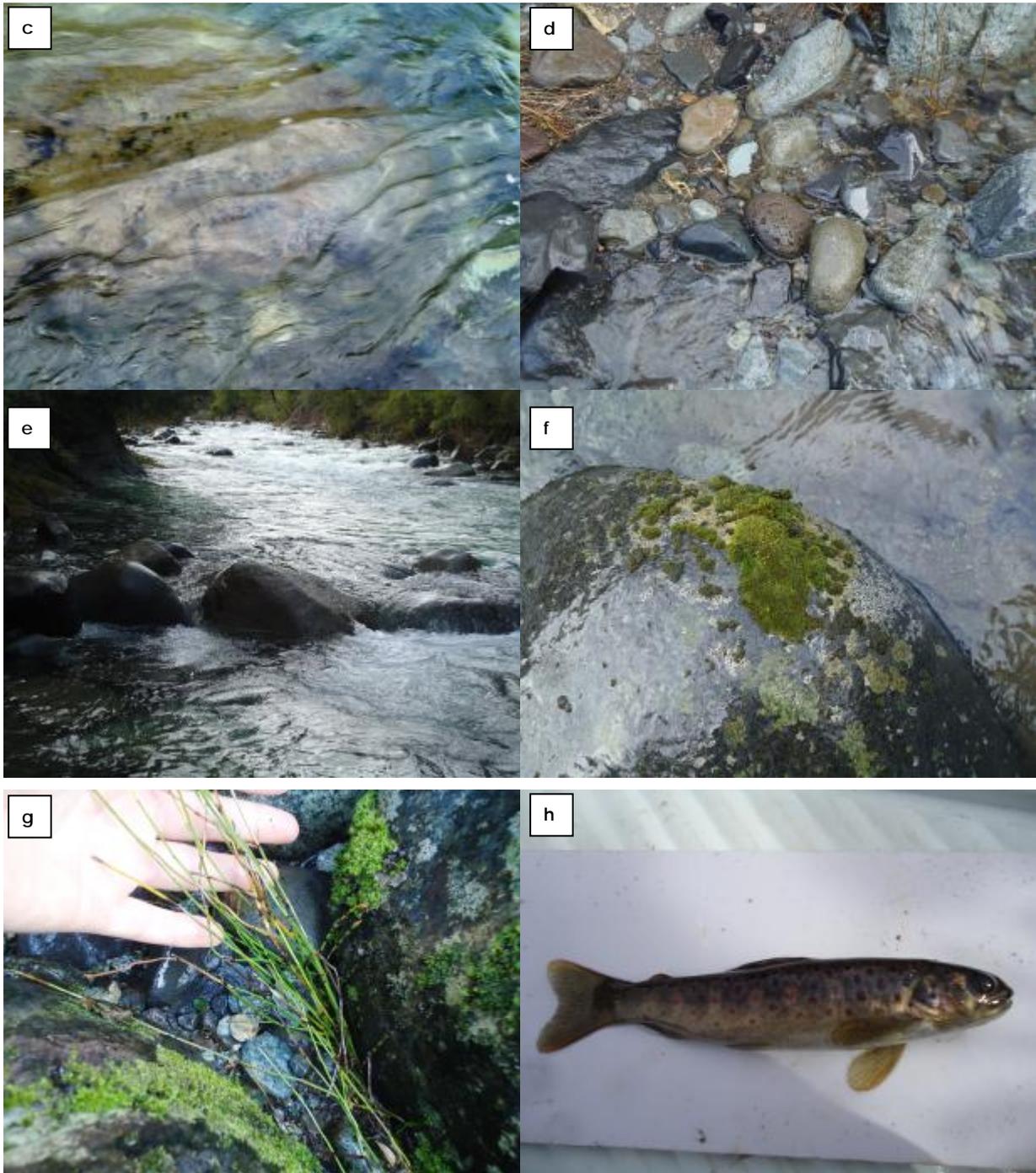
7.1 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y BIOLÓGICA DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO

7.1.1 Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1)

El sector del estero San José ubicado en el AI del proyecto correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y con vegetación terrestre cercana al cauce (**Fotografías 3a y b**). No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 25 cm en la orilla y 1 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 15 y 20 m. Se observó una columna de agua transparente (**Fotografía 3c**). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 6,4 °C (**Tabla 4**) y un valor de pH de 7,8 unidades (**Tabla 4**). El curso de agua presentó un valor de conductividad específica de 11 μS/cm (**Tabla 4**), una concentración de sólidos totales disueltos de 6 mg/l (**Tabla 4**) y una concentración de oxígeno disuelto de 10,5 mg/l (**Tabla 4**), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 10 y 20 cm, lo cual indica el predominio de Piedras según Bain *et al.* (1985) (**Fotografía 3d**). Se observaron rocas de mayor tamaño (entre 1 y 1,5 m) en el centro del cauce (**Fotografía 3e**). Se detectó la presencia de musgo sobre el sustrato (**Fotografía 3f**). Se observó la presencia de una especie de macrófitas que correspondió a *Equisetum bogotense* en el sector de la ribera (**Fotografía 3g**). No se encontraron crustáceos decápodos. Se detectó un ejemplar de la especie asilvestrada *Salmo trutta* (**Fotografía 3h**).



Fotografía 3. Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.



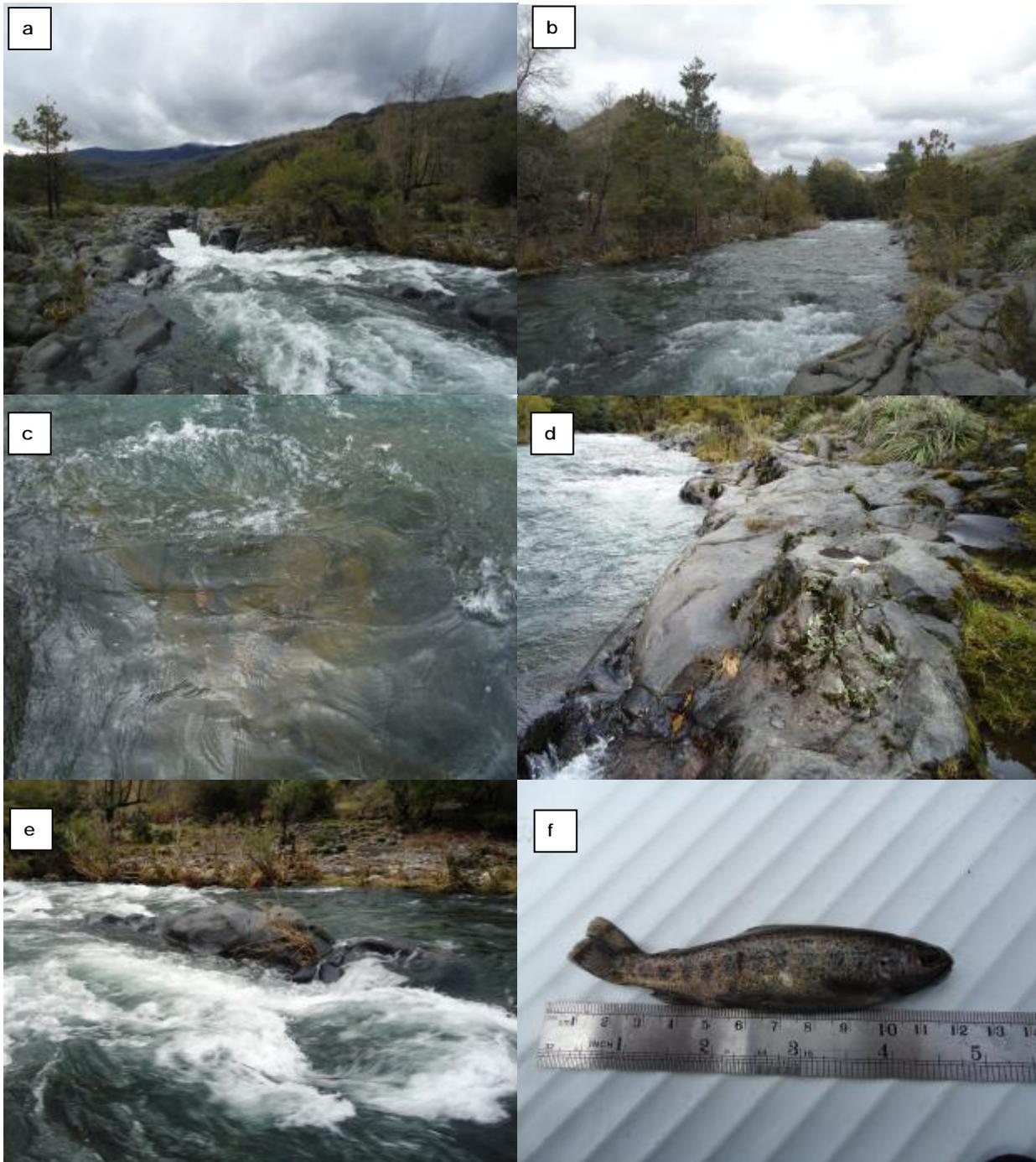
Fotografía 3. Continuación. c) Columna de agua transparente, d) Detalle del sustrato, e) Bolones en el centro del cauce, f) Presencia de musgo sobre las rocas, g) Especie de macrófita y h) Ejemplar de la especie *Salmo trutta*. Estudio de Biotá Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4Km aguas abajo del muro (estación N-1). Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región).Septiembre 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	Esteros San José, estación ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1)
Temperatura	°C	6,4
pH	unidad	7,8
Conductividad Especifica	µS/cm	11,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	6,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,5
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,51

7.1.2 Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5km aguas arriba del muro (estación N-2)

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre que llegaba al cauce (**Fotografías 4ayb**). No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la orilla y 80cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 15 y 25 m. Se observó una columna de agua transparente (**Fotografía 4c**). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 8,2 °C (**Tabla 5**) y un valor de pH de 8,0 unidades (**Tabla 5**). El curso de agua presentó una conductividad específica de 50 µS/cm (**Tabla 5**), una concentración de sólidos totales disueltos de 25 mg/l (**Tabla 5**) y una concentración de oxígeno disuelto de 10,9 mg/l (**Tabla 5**), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5y 20cm, lo cual indica la presencia de *Guijarros* y *Piedras* según Bainet *al.* (1985). También se detectó la presencia de *Roca madre irregular* según Bain *et al.* (1985) (**Fotografía 4d**). Se observaron rocas de gran tamaño en el centro del cauce (entre 1 y 1,5 m) (**Fotografía 4e**). No se detectaron macrófitas ni crustáceos decápodos. Se detectó la presencia de un ejemplar de la especie silvestrada *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoiris, **Fotografía 4f**). Cabe señalar que en este sector se observó la presencia de caseríos ubicados aproximadamente a 30 m del río.



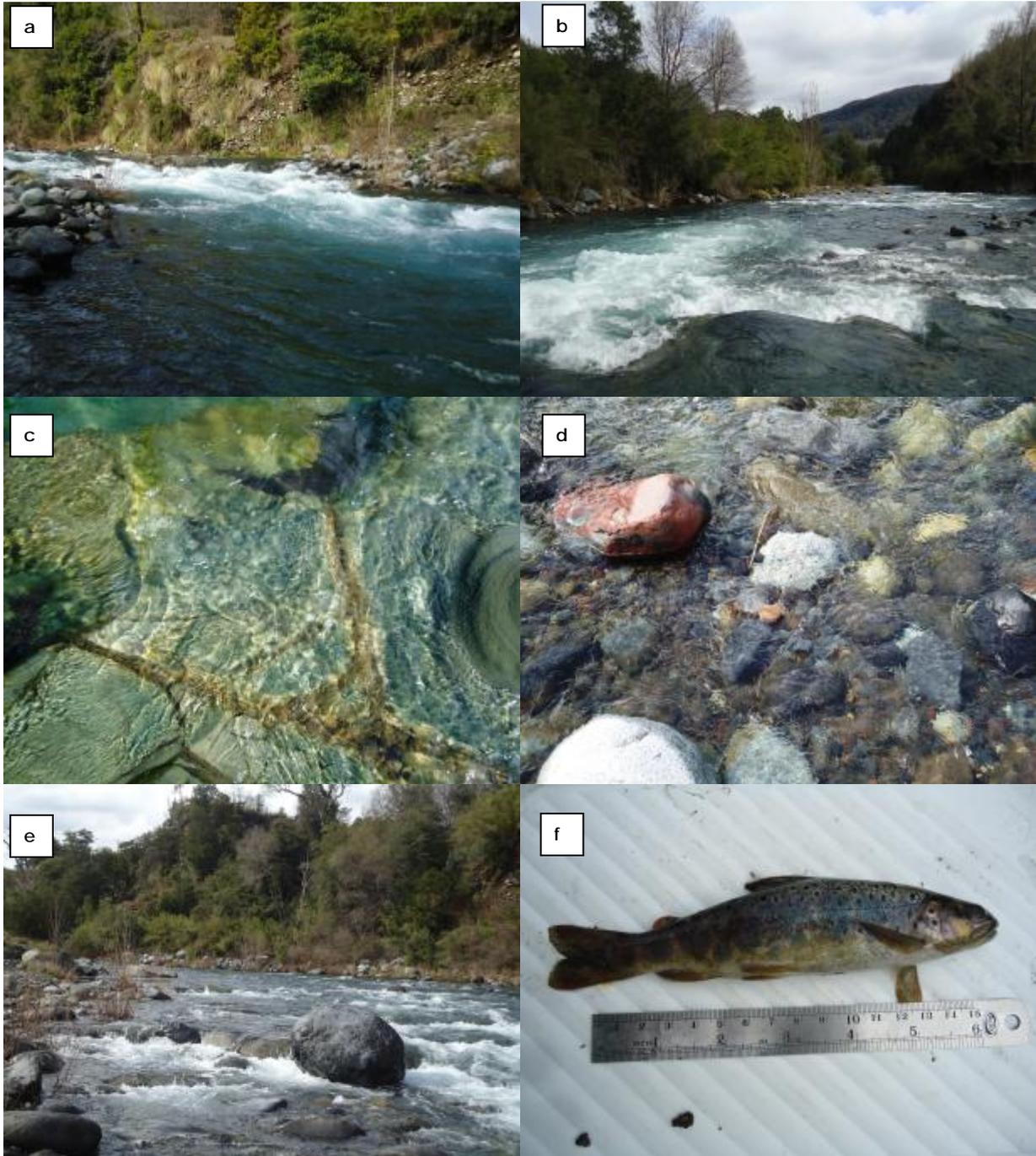
Fotografía 4. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente, d) Detalle del sustrato, e) Bolones de gran tamaño en el centro del cauce y f) Ejemplar de la especie nativa *Salmo trutta*. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2). Estudio de Biotología Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 4,5km aguas arriba del muro (estación N-2)
Temperatura	°C	8,2
pH	unidad	8,0
Conductividad Especifica	µS/cm	50,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	25,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,9
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,99

7.1.3 Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5km aguas arriba del muro (estación N-3).

Este tramo del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963) (Fotografías 5a y b). Este tramo fluvial era abierto, con desarrollo de ribera y vegetación terrestre arbórea cercana al cauce (Fotografías 5a y b). La profundidad en este tramo fue estimada en 20 cm en la orilla y 80 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 10 y 30 m. Se observó una columna de agua transparente (Fotografía 5c). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 7,1 °C (Tabla 6) y un valor de pH neutro (7,0 unidades, Tabla 6). El curso de agua presentó una conductividad específica de 43 µS/cm (Tabla 6), una concentración de sólidos totales disueltos de 21 mg/l (Tabla 6) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,5 mg/l, Tabla 6), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 y 20 cm lo cual indica el predominio de *Gujarros* y *Piedras* según Bain *et al.* (1985) (Fotografía 5d). También se observaron rocas de mayor tamaño cuyo diámetro variaba entre 1 y 1,5m (Fotografías 5e). No se detectaron macrofitas ni crustáceos decápodos. Se detectaron ejemplares de las especies asilvestradas *Salmo trutta* (Trucha café, Fotografía 5f) y *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris, Fotografía 5g) y ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito, Fotografía 5h).



Fotografía 5. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5km aguas arriba del muro (estación N-3). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente, d) Detalle del sustrato, e) Presencia de Bolones de gran tamaño en el cauce y f) Ejemplar de la especie *S. trutta*. Estudio de BiotA Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.



Fotografía 5. Continuación. g) Ejemplar de la especie *O. mykissy* h) Ejemplar de la especie *T. areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

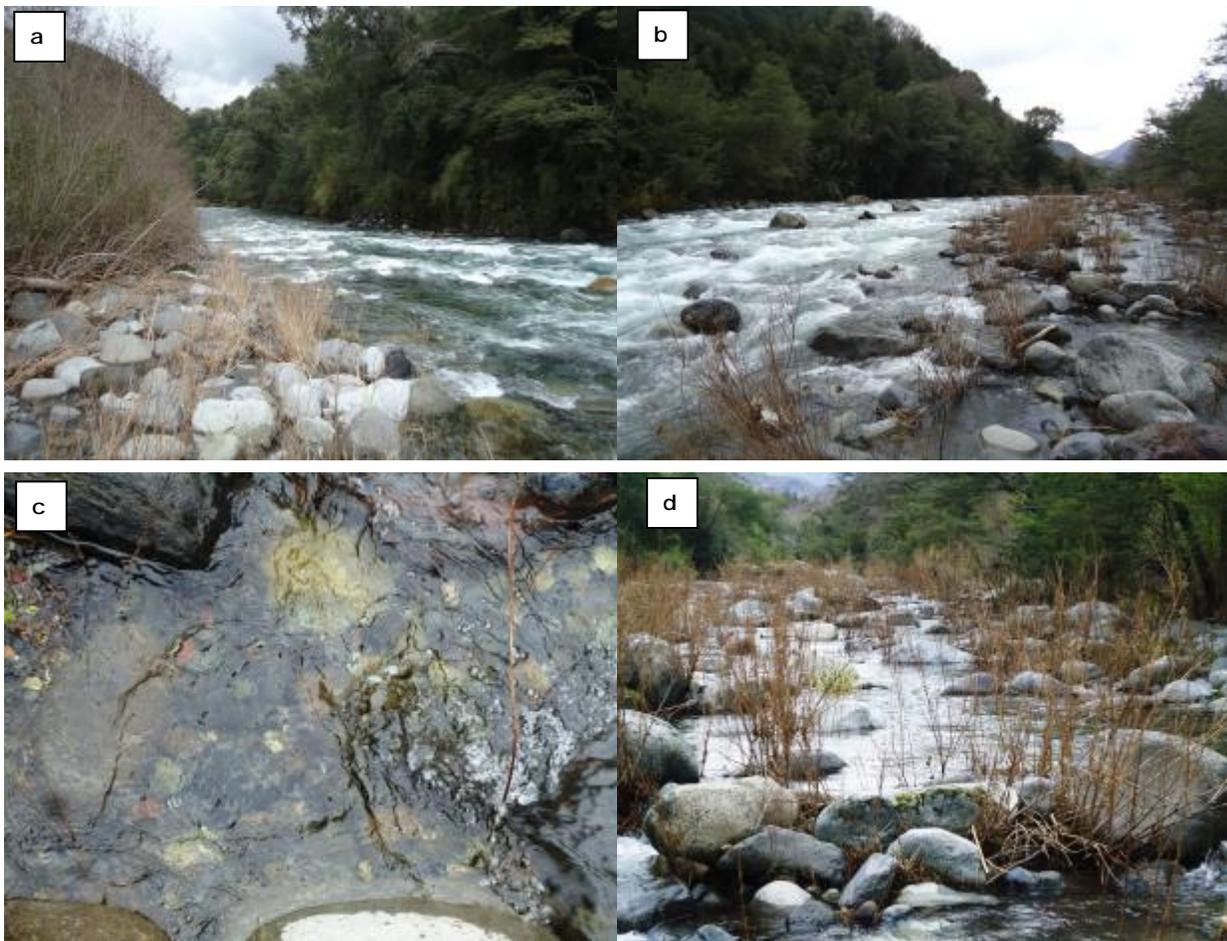
Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5km aguas arriba del muro (estación N-3). Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 2,5km aguas arriba del muro (estación N-3)
Temperatura	°C	7,1
pH	unidad	7,0
Conductividad Especifica	μS/cm	43,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	21,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,5
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,74

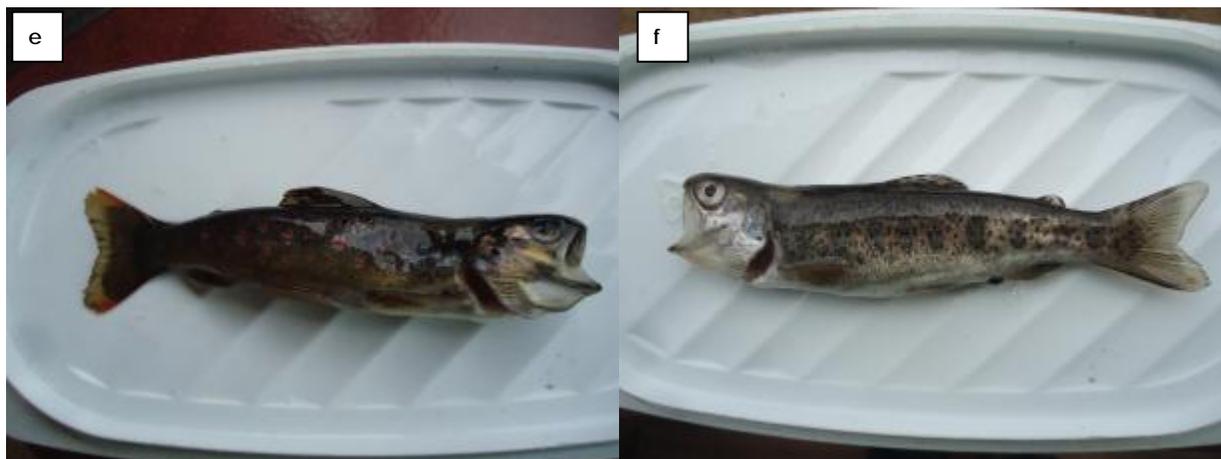
7.1.4 Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4).

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963) (Fotografías 6a y b). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre arbustiva y herbácea en la orilla del cauce (Fotografías 6a y b). No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 30 cm en la orilla y 1,5 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 25 y 35 m. Se observó una columna de agua transparente (Fotografía 6c). En este sector se midió una temperatura en la columna de agua de 7,9 °C (Tabla 7) y un valor de pH de 7,6 unidades (Tabla 7). El curso presentó una conductividad específica de 38 μS/cm (Tabla 7), una concentración de sólidos

totales disueltos de 18 mg/l (**Tabla 7**) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,5 mg/l, **Tabla 7**), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 10 y 30cm, lo cual indica el predominio de *Piedras y Bolones* según Bain *et al.* (1985) (**Fotografía 6d**). Se observó sustrato expuesto en la orilla y centro del cauce debido al bajo caudal de este al momento de la prospección (**Fotografía 6d**). Se detectó la presencia de rocas de mayor tamaño en el centro del cauce (**Fotografía 6d**). No se detectaron macrófitas ni crustáceos decápodos. Se encontraron ejemplares de las especies silvestradas *Salmo trutta* (Trucha café, **Fotografía 6e**) y *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris, **Fotografía 6f**)



Fotografía 6. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente y d) Detalle del sustrato. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.



Fotografía 6. Continuación. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4). e) Ejemplar de *S. trutta* y f) Ejemplar de *O. mykiss*. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

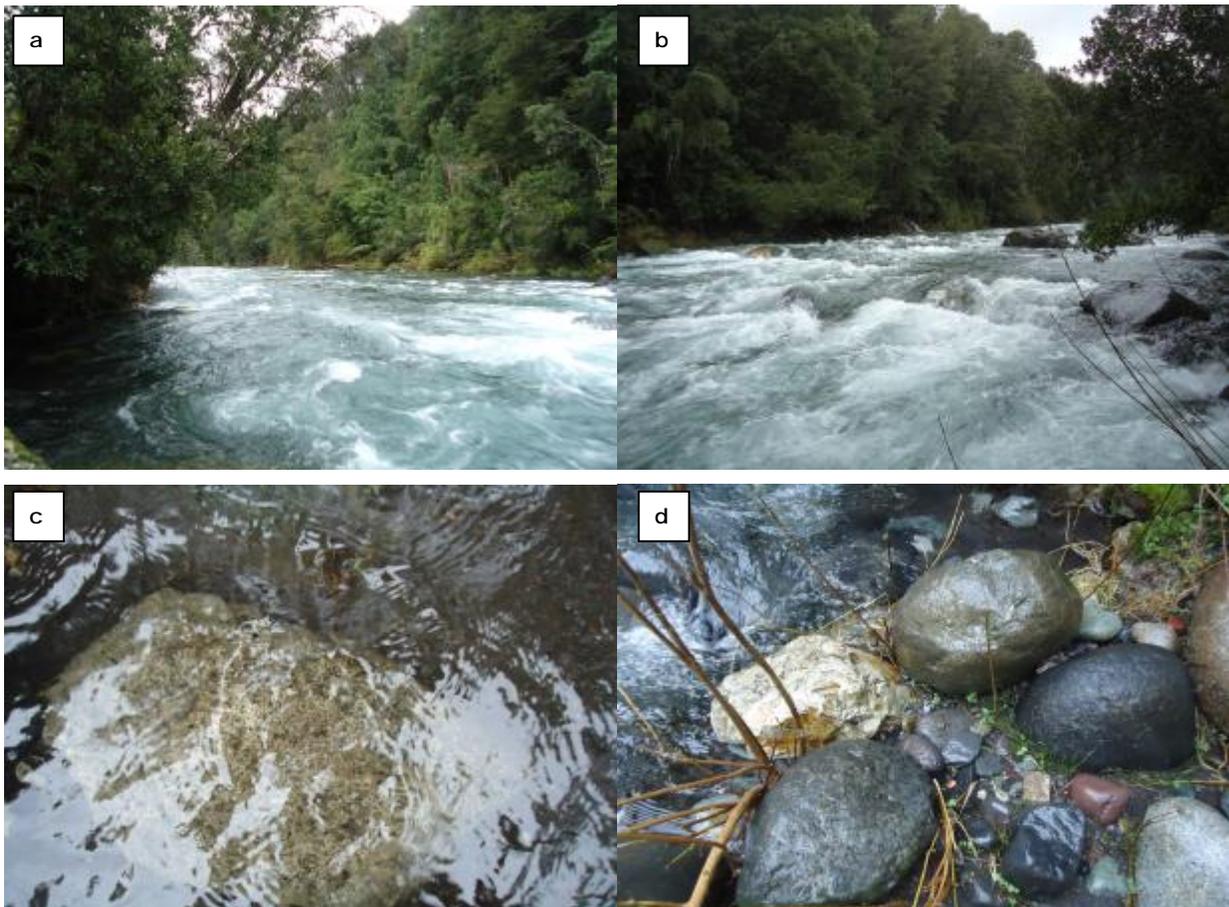
Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4). Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 360 m aguas abajo del muro (estación N-4)
Temperatura	°C	7,9
pH	unidad	7,6
Conductividad Específica	µS/cm	38,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	18,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,5
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,62

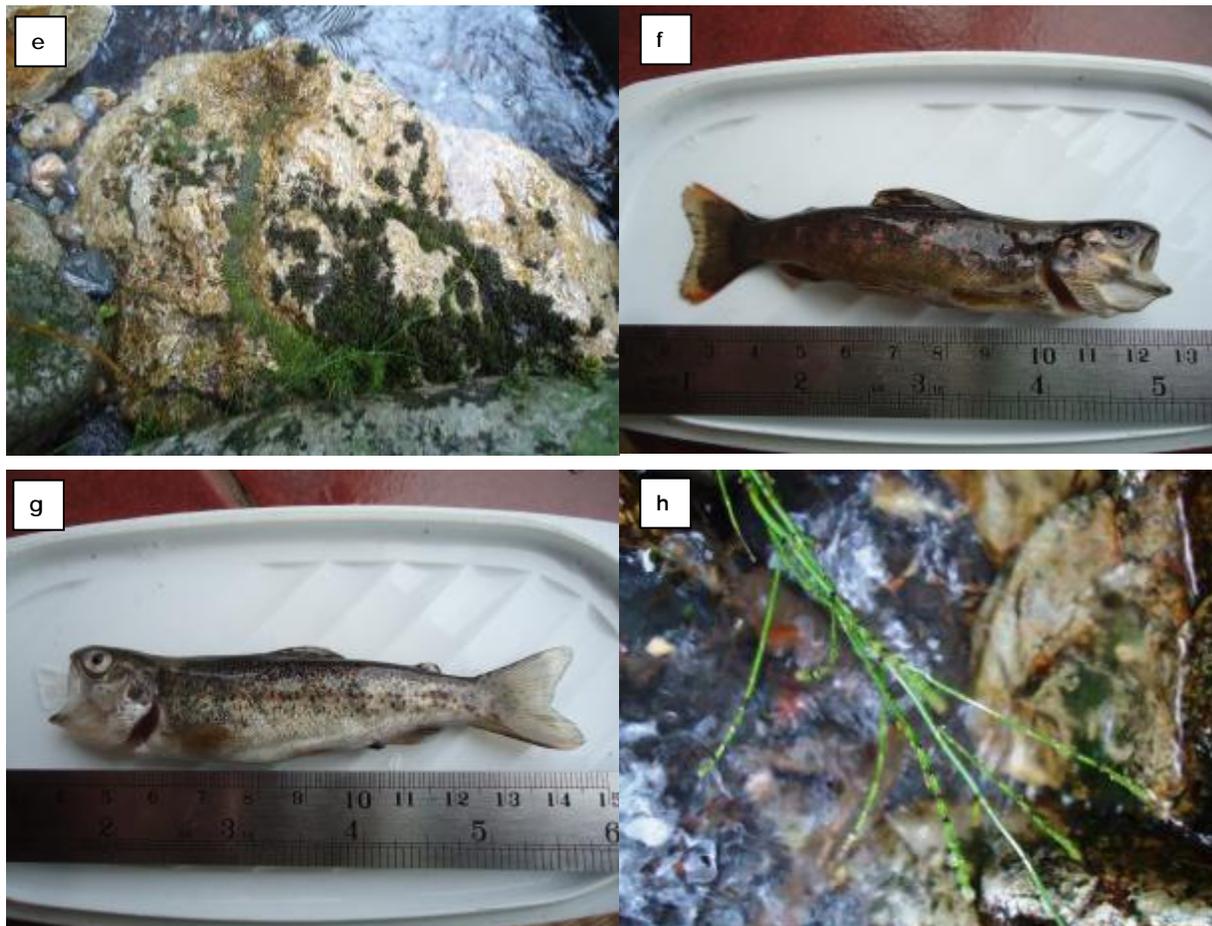
7.1.5 Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3km aguas abajo del muro (estación N-5)

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963) (Fotografías 7a y b). Este tramo fluvial era abierto, medianamente encajonado y con abundante vegetación terrestre arbustiva y herbácea que llegaba al cauce (Fotografías 7a y b). No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 50 cm en la orilla y 1 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 25 y 35 m. Se observó una columna de agua

transparente(Fotografía 7c). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 8,1 °C (Tabla 8) y un valor de pH de 7,4 unidades (Tabla 8). El curso de agua presentó una conductividad específica de 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabla 8), una concentración de sólidos totales disueltos de 18 mg/l (Tabla 8) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,6 mg/l, Tabla 8), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 cm y 20cm, lo cual indica el predominio de *Gujarros* y *Piedras* según Bain et al. (1985)(Fotografía 7d). Se observó musgo sobre el sustrato(Fotografía 7e). Se detectaron peces correspondientes a las especies asilvestradas *Salmo trutta*(Fotografía 7f) y *Oncorhynchus mykiss*(Fotografía 7g). Se observó la presencia de la especie de macrófita *Equisetum bogotense*(Fotografía 7h). No se encontraron crustáceos decápodos en la orilla del cauce.



Fotografía 7. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3km aguas abajo del muro (estación N-5). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua transparente y d) Detalle del sustrato. Estudio de Biotá Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.



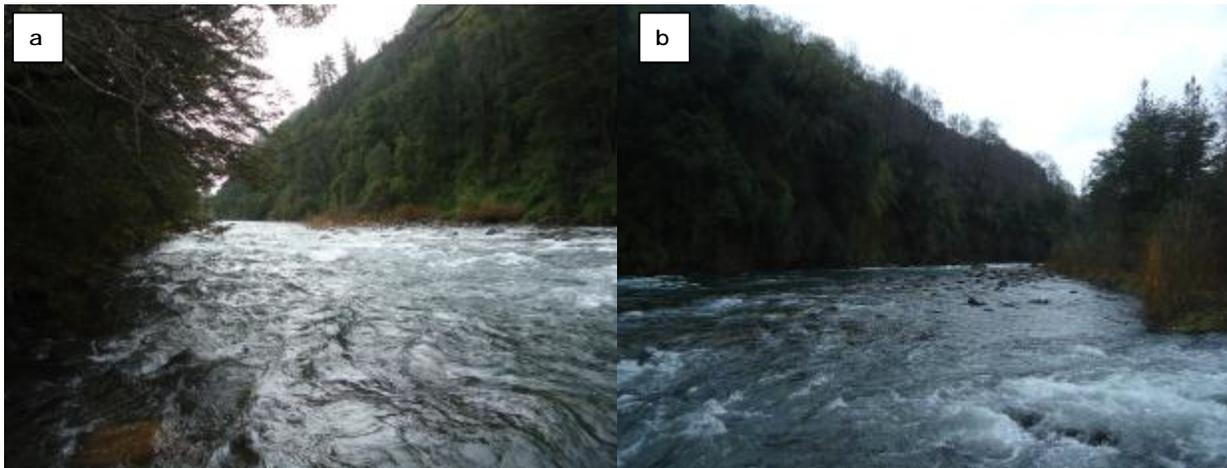
Fotografía 7. Continuación. e) Presencia de musgo sobre el sustrato, f) Ejemplar de *S. trutta*, g) Ejemplar de *O. mykiss* y h) Presencia de macrófita. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3km aguas arriba del muro (estación N-5). Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

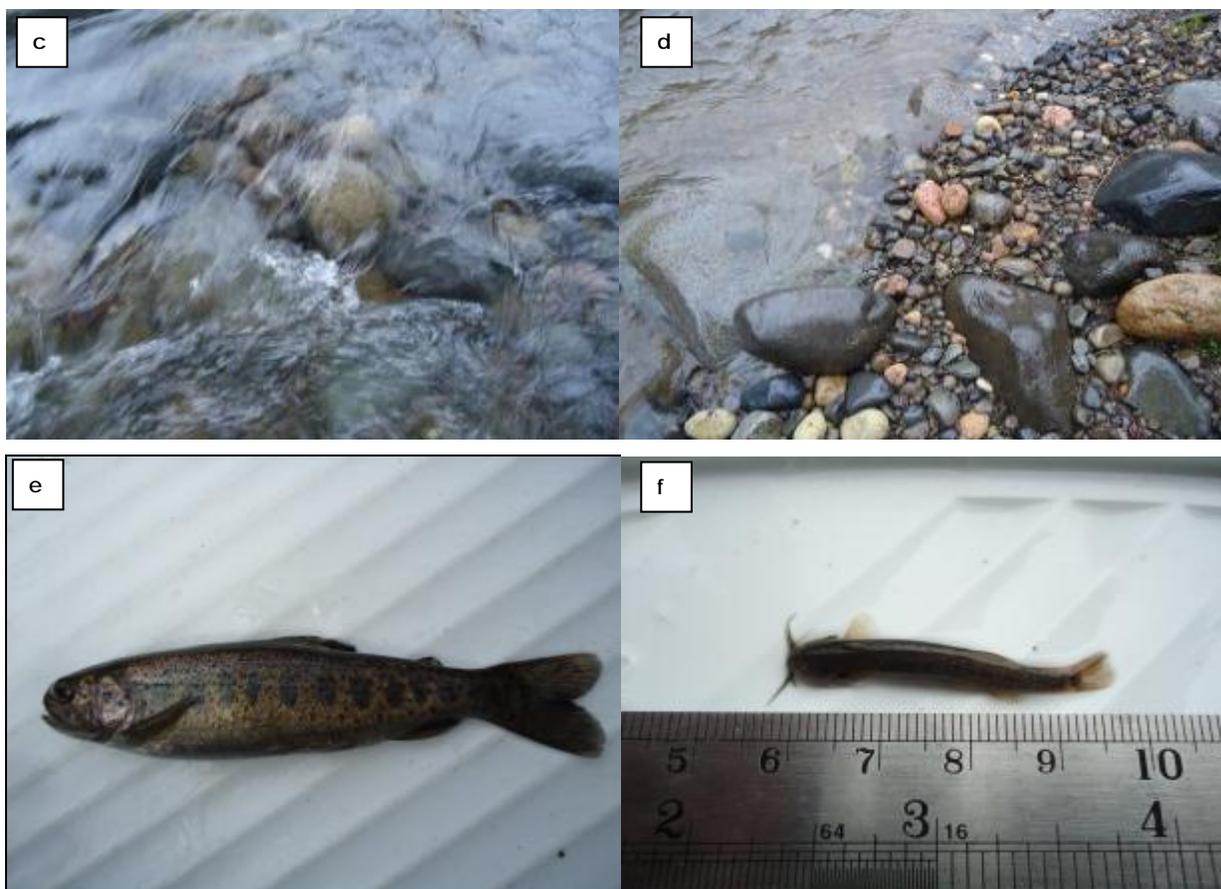
PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5)
Temperatura	°C	8,1
pH	unidad	7,4
Conductividad Específica	μS/cm	38,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	18,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,6
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,51

7.1.5 Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8km aguas abajo del muro (estación N-6).

Este sector del río Chillán correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963) (Fotografías 8a y b). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre que llegaba al cauce (Fotografías 8a y b). No se observó desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la orilla y 1,5 m en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 30 y 40 m. Se observó una columna de agua transparente (Fotografía 8c). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 9,9 °C (Tabla 9) y un valor de pH cercano a neutro de 6,9 unidades (Tabla 9). El curso de agua presentó una conductividad específica de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabla 9), una concentración de sólidos totales disueltos de 10 mg/l (Tabla 9) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,2 mg/l, Tabla 9), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 10 y 25 cm, lo cual indica el predominio de Piedras según Bain *et al.* (1985) (Fotografía 8d). No se detectaron macrófitas ni crustáceos decápodos. Se detectó la presencia de la especie asilvestrada *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris, Fotografía 8e) y de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Fotografía 8f).



Fotografía 8. Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.



Fotografía 8. Continuación. c) Columna de agua transparente y d) Detalle del sustrato, e) Ejemplar de la especie *O. mykissy* f) Ejemplar de *T. areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6). Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	Río Chillán, estación ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6)
Temperatura	°C	9,9
pH	unidad	6,9
Conductividad Específica	μS/cm	20,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,53

7.2 BIOTA ACUÁTICA

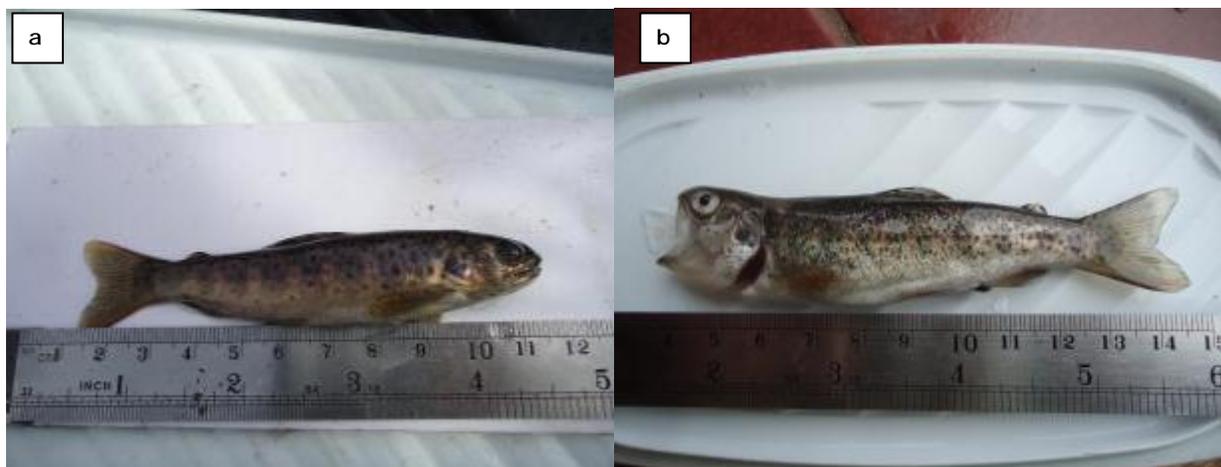
7.2.1 Fauna ictica (Peces)

El ensamble de especies de peces detectado en el AI del proyecto estuvo constituido por tres especies (Tabla 10). Estas correspondieron a las especies asilvestradas *Salmo trutta* (Fotografía 9a) y *Oncorhynchus mykiss* (Fotografía 9b) y a la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Fotografía 9c) (Tabla 10). Las especies asilvestradas *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss* no presentan problemas de conservación biológica debido a su condición de Introducida y Asilvestradas en el territorio nacional. Por el contrario, la especie nativa *T. areolatus* se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES (Tabla 10).

Tabla 10. Ensamble de peces detectado en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Especie	Nombre común	Estado	Distribución	Categoría de conservación
<i>Salmo trutta</i>	Trucha café	Asilvestrada	I - XII Región	No aplica
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Asilvestrada	I - XII Región	No aplica
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Nativa	III - X Región	Vulnerable(*)

(*) DS N°51/2008 del MINSEGPRES.



Fotografía 9. Especies de peces detectadas en el área de influencia del proyecto: a) *Salmo trutta* (Trucha café) y b) *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris).



Fotografía 9. Continuación. Especies de peces detectadas en el área de influencia del proyecto: c) *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito). Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

7.2.1.1 Distribución espacial de peces en el AI del proyecto.

Hubo presencia de peces en todas las estaciones de muestreo (**Tabla 11, Figura 2**). Las especies asilvestradas presentaron un mayor rango de distribución que la especie nativa *T. areolatus*. La especie asilvestrada *S. trutta* fue detectada en las estaciones de muestreo N-1, N-3, N-4 y N-5 y la especie asilvestrada *O. mykiss* fue encontrada en las estaciones de muestreo N-2, N-3, N-4, N-5 y N-6 (**Tabla 11**). La especie nativa *T. areolatus* fue encontrada solamente en las estaciones de muestreo N-3 y N-6 (**Tabla 11, Figura 2**), asociadas a sectores de baja profundidad y sustrato rocoso.

Tabla 11. Presencia de peces en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Especie	Estaciones de muestreo					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
<i>Salmo trutta</i>	X		X	X	X	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>		X	X	X	X	X
<i>Trichomycterus areolatus</i>			X			X



Fuente: Elaboración propia. Datum WGS84, Huso 19.

Figura 2. Distribución de peces en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

7.2.1.2 Abundancia de peces en el AI del proyecto

Una condición relevante del ensamble de peces en el AI del proyecto fue que la mayoría de los tramos prospectados presentaron valores bajos y similares de abundancia de peces (**Tabla 12**). En la mayoría de las estaciones, los valores de abundancia total de peces variaron entre 1 y 2 ejemplares (**Tabla 12**). El menor nivel de abundancia total de peces en el AI del proyecto se detectó en el tramo del estero San José (estación N-1) y en el tramo del río Chillán ubicado 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2) en los cuales se detectó 1 ejemplar de *S. trutta* (estación N-1) y un ejemplar de *O. mykiss* (estación N-2) (**Tabla 13**).

Por el contrario, el mayor nivel de abundancia total de peces en el AI del proyecto se detectó en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3), en donde hubo un valor de abundancia de 10 ejemplares (**Tabla 12**). Los ejemplares correspondieron a cinco ejemplares de la especie *S. trutta*, dos ejemplares de la especie *O. mykiss* y a tres ejemplares de la especie nativa *T. areolatus* (**Tabla 13**).

Un aspecto relevante en el río Chillán es la existencia de una discontinuidad física que corresponde a una caída o salto de agua de aproximadamente 30 metros de altura ubicada a 96 m aguas abajo de la estación N-2 (**Figura 2**). En la actual prospección (septiembre 2014) se observó una distribución de peces a lo largo de este río que pudiera estar asociado a esta discontinuidad física. Este patrón de distribución muestra una menor abundancia de peces aguas arriba de esta discontinuidad física (estación N-2) que aguas abajo, en donde la mayor abundancia se detecta en la estación N-3 (**Tabla 12**).

Tabla 12. Abundancia total de peces (N° de ejemplares capturados y/o avistados, 30 min de esfuerzo de captura) en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Estación de muestreo		Abundancia de Peces (Ejemplares avistados y/o capturados)		
		Peces asilvestrados	Peces nativos	Número Total de Peces
Esteros San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro	N-1	1	0	1
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro	N-2	1	0	1
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro	N-3	7	3	10
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	N-4	2	0	2
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 Km aguas abajo del muro	N-5	4	0	4

Estación de muestreo		Abundancia de Peces (Ejemplares avistados y/o capturados)		
		Peces asilvestrados	Peces nativos	Número Total de Peces
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	N-6	1	1	2

Tabla 13. Abundancia de peces por especie (N° de ejemplares capturados y/o avistados, 30 min de esfuerzo de captura) en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

Especie	Estaciones de muestreo					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
<i>Salmo trutta</i>	1	0	5	1	2	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	1	2	1	2	1
<i>Trichomycterus areolatus</i>	0	0	3	0	0	1

7.2.1.3 Análisis Morfométrico y Factor de condición de las poblaciones de peces del AI del proyecto.

Los rangos de valores de los parámetros morfométricos de peces se indican en la **Tabla 14**. En Apéndice **B** se encuentran los valores para cada ejemplar de pez. Los rangos de valores del factor de condición (K) se presentan en la **Tabla 15**.

Los ejemplares de la especie asilvestrada *Salmo trutta* presentes en el AI del proyecto presentaron un rango de valores de Longitud total que varió entre 10,4 y 17,6 cm y de Peso total que fluctuó entre 9,8 y 65,8 g (**Tabla 14**). En tanto, los ejemplares de la especie asilvestrada *Oncorhynchus mykiss* presentaron un rango de valores de Longitud total y Peso total que variaron entre 7,6 y 11,5 cm y 4,3 y 16,8 g, respectivamente (**Tabla 14**).

Por otra parte, los ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* presentes en el AI del proyecto presentaron un rango de valores de Longitud total que varió entre 3,7 y 4,9 cm y un Peso total que fluctuó desde 0,2 hasta 0,6 g (**Tabla 14**). La distribución de tallas de los ejemplares de peces fue similar entre las estaciones de muestreo (Apéndice **B**).

En relación al factor de condición de la especie asilvestrada *S. trutta* obtenido en el AI del proyecto, este varió entre 8,2 y 12,1 (**Tabla 15**). El menor valor del factor de condición fue medido en las estaciones de muestreo N-1 y N-3 (**Tabla 15**) mientras que el mayor valor fue medido en la estación de muestreo ubicada

2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3). Por otra parte, la especie asilvestrada *O. mykiss* presentó valores de factor de condición (K) que variaron entre 7,7, valor medido en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) y 11,0, valor registrado en la estación de muestreo ubicada 4,5 km aguas arriba del muro (estación N-2) (Tabla 15). Por lo tanto, las condiciones de hábitat más favorables para la población de esta especie se encontraron en la estación de muestreo N-2 (Tabla 15).

Por otra parte, el factor de condición (K) de la especie *T. areolatus* varió entre 3,9 y 5,5 en el AI del proyecto (Tabla 15). El menor valor de K fue medido en la estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6) mientras que el mayor valor fue registrado en la estación de muestreo ubicada 2,5 m aguas arriba del muro (estación N-3) (Tabla 15).

Tabla 14. Parámetros morfométricos de peces del AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

ESTACIÓN DE MUESTREO		ESPECIE	PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	
			LT (cm)	PT (g)
Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro	N-1	<i>S. trutta</i>	10,6	9,8
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5km aguas arriba del muro	N-2	<i>O. mykiss</i>	11,5	16,8
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro	N-3	<i>S. trutta</i>	11,1 - 17,6	12,2 - 65,8
		<i>O. mykiss</i>	8,9 - 9,1	5,4 - 6,6
		<i>T. areolatus</i>	4,5 - 4,9	0,4 - 0,6
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	N-4	<i>S. trutta</i>	10,5	13,1
		<i>O. mykiss</i>	10,8	13,7
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 Km aguas abajo del muro	N-5	<i>S. trutta</i>	10,4 - 10,6	12,9 - 13,0
		<i>O. mykiss</i>	10,7 - 10,9	13,3 - 13,5
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	N-6	<i>O. mykiss</i>	7,6	4,3
		<i>T. areolatus</i>	3,7	0,2

Tabla 15. Factor de condición (K) de los ejemplares de peces del AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

ESTACIÓN DE MUESTREO		ESPECIE	FACTOR DE CONDICIÓN K
Estero San José, estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro	N-1	<i>S. trutta</i>	8,2
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,5km aguas arriba del muro	N-2	<i>O. mykiss</i>	11,0
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro	N-3	<i>S. trutta</i>	8,2 - 12,1
		<i>O. mykiss</i>	7,7 - 8,8
		<i>T. areolatus</i>	4,4 - 5,5
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 360 m aguas abajo del muro	N-4	<i>S. trutta</i>	11,3
		<i>O. mykiss</i>	10,9
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 1,3 Km aguas abajo del muro	N-5	<i>S. trutta</i>	10,9 – 11,5
		<i>O. mykiss</i>	10,4 – 10,9
Río Chillán, estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro	N-6	<i>O. mykiss</i>	9,8
		<i>T. areolatus</i>	3,9

7.2.2 Fauna de macroinvertebrados bentónicos

El ensamble de macroinvertebrados bentónicos del área de estudio se describe en la **Tabla 16**.

La fauna de macroinvertebrados bentónicos de toda el área de estudio estuvo compuesta por 25 taxa (**Tabla 16**). El Orden con mayor número de taxa fue Ephemeroptera, el cual presentó siete taxa. Secundariamente, los Ordenes Diptera y Plecoptera presentaron cinco taxa (**Tabla 16**). Por el contrario, los Ordenes con menor número de taxa fueron Collembola, Megaloptera y Tricladida, los cuales presentaron un taxón (**Tabla 16**).

Los taxa que presentaron la mayor frecuencia en el área de estudio fueron Chironomidae (**Fotografía 10a**) y *Meridialaris chiloensis*, los cuales fueron detectados en cinco de las seis estaciones de muestreo (**Tabla 16**).

El taxón que presentó la mayor densidad en el AI del proyecto fue *Smicridea* spp. (**Fotografía 10b**) (**Tabla 16**). Esta densidad varió entre 67 ind/m², valor detectado en la estación N-6 y 333 ind/m², valor registrado en la estación N-1 (**Tabla 16**).

En relación a la densidad total de macrozoobentos, esta fue diferente entre las estaciones de muestreo y varió entre 111 y 667 ind/m² (**Tabla 16**). El menor valor de densidad total fue medido en el río Chillán, en la

estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5) mientras que el mayor valor fue registrado en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6, **Tabla 16**).

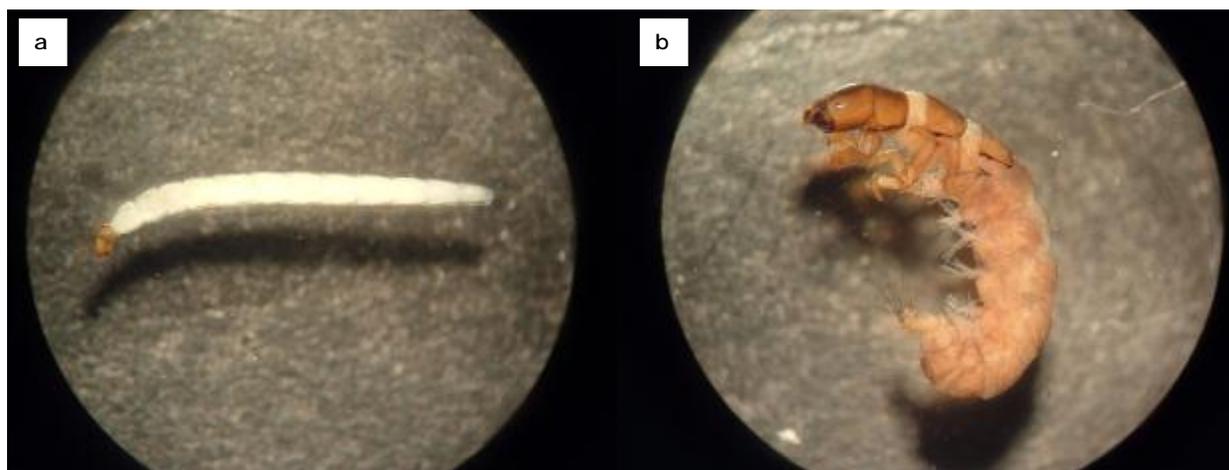
La riqueza de taxa de macrozoobentos en el AI del proyecto varió entre 6 y 16 taxa (**Tabla 16**). El menor valor fue detectado en el río Chillán, en las estaciones de muestreo N-3, N-4 y N-5 mientras que el mayor valor de riqueza de taxa fue medido en el río Chillán en la estación de muestreo N-6 (**Tabla 16**).

Los valores de diversidad biológica de macrozoobentos variaron entre 0,609 y 1,092 bits (**Tabla 16**). El menor valor fue medido en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1). Por el contrario, el mayor valor de diversidad biológica fue registrado en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6) (**Tabla 16**).

Tabla 16. Composición y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos). Estudio de biota acuática y calidad de agua. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

ORDEN	FAMILIA	TAXA	SECTORES DEL PROYECTO					
			N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
			ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²
COLLEMBOLA	ENTOMOBRYIDAE	Entomobryidae	0	0	0	22	0	0
COLEOPTERA	ELMIDAE	Elmidae	0	11	0	22	22	0
	PSEPHENIDAE	Psephenidae	0	0	0	0	0	44
DIPTERA	BLEPHARICERIDAE	Blephariceridae	0	0	0	0	0	67
	CERATOPOGONIDAE	Ceratopogonidae	11	0	0	0	0	0
	CHIRONOMIDAE	Chironomidae	44	11	11	33	0	33
	PSYCODIDAE	Psycodidae	0	11	0	0	0	0
	SIMULIIDAE	Simuliidae	0	0	0	0	11	67
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	<i>Andesiops torrens</i>	33	44	67	0	0	44
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Meridialaris sp.</i>	11	0	0	0	0	0
		<i>Meridialaris chiloensis</i>	44	33	44	144	0	56
		<i>Meridialaris laminata</i>	0	0	56	0	22	0
		<i>Nousiasp.</i>	0	0	0	0	0	11
		<i>Penaphlebiasp.</i>	0	0	0	0	0	11
COLOBURISCIDAE	<i>Murphyellaneedhami</i>	0	11	0	0	0	0	
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	Corydalidae	0	0	0	0	0	22
PLECOPTERA	GRYOPTERIGIIDAE	Gripterygiidaeindet.	0	11	0	0	0	0

ORDEN	FAMILIA	TAXA	SECTORES DEL PROYECTO					
			N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
			ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²
		<i>Antarctoperlamichaelsini</i>	0	11	0	0	11	67
		<i>Limnoperlajaffueli</i>	11	22	78	33	0	0
		<i>Notoperlasp.</i>	111	11	0	0	33	122
	DIAMPHIPNOIDAE	<i>Diamphipnopsissamali</i>	0	0	0	0	0	11
TRICHOPTERA	HYDROPSICHIDAE	<i>Smicridea spp.</i>	333	0	0	189	0	67
	LEPTOPCERIDAE	<i>Brachysetodessp.</i>	0	0	22	0	11	22
	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropussp.</i>	0	0	0	0	0	11
TRICLADIDA	DUGESIDAE	<i>Dugesiasp.</i>	0	11	0	0	0	11
Densidadtotal (ind/m ²)			600	189	278	444	111	667
Riqueza de Taxa (No. de taxa)			8	11	6	6	6	16
Diversidad biológica (bits, Shannon)			0,609	0,969	0,713	0,614	0,736	1,092



Fotografía 10. Algunos taxa de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el área de estudio. a)Chironomidaeyb)Smicridea sp.

7.2.3 Ensamble de microalgas bentónicas (fitobentos)

La descripción del ensamble de microalgas bentónicas detectadas en el área de estudio se presenta en la **Tabla 17**.

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 15 taxa. El taxón más frecuente en el área de estudio fue *Pinnularia sp.*, el cual fue detectado en todas las estaciones de

muestreo (**Tabla 17**). Secundariamente, el taxón *Nitzschia* spp. fue encontrado en cuatro de las seis estaciones de muestreo (**Tabla 17**).

El taxón que presentó el mayor valor de densidad en toda el área de estudio fue *Pinnularia* sp. (0,903 cel/mm², **Tabla 17**). Este valor fue medido en la estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5, **Tabla 17**).

La densidad total de microalgas bentónicas fue diferente entre las estaciones de muestreo. El menor valor de densidad total de fitobentos fue 0,033 cel/mm², detectado en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) (**Tabla 17**) mientras que el mayor valor de densidad total fue 1,839 cel/mm², medido en el río Chillán en la estación de muestreo ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5, **Tabla 17**).

La riqueza de taxa de microalgas bentónicas fue diferente entre las estaciones de muestreo (**Tabla 17**). El menor valor de riqueza fue 1 taxón y fue detectado en el río Chillán, en las estaciones de muestreo ubicadas 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) y 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6). Por el contrario, el mayor valor fue 8 taxa y fue encontrado en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1, **Tabla 17**).

Los valores de diversidad biológica de microalgas bentónicas variaron entre 0,000 y 0,739 bits (**Tabla 17**). El menor valor fue medido en el río Chillán, en las estaciones de muestreo ubicadas 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3) y 4,8 km aguas abajo del muro (estación N-6) (**Tabla 17**). En tanto, el mayor valor de diversidad biológica fue detectado en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1) (**Tabla 17**).

En síntesis, hubo muy baja densidad de microalgas bentónicas en toda el AI del proyecto y los mayores valores de densidad de individuos fueron detectados aguas abajo del emplazamiento del futuro muro del embalse (estaciones N-4 y N-5). Por el contrario, los valores de riqueza taxonómica y de diversidad biológica fueron mayores aguas arriba del emplazamiento del muro que aguas abajo del mismo.

Tabla 17. Composición y densidad (cel/mm²) de microalgas bentónicas (fitobentos). Estudio de biota acuática y calidad de agua. Proyecto Construcción Embalse de Riego en Río Chillán. Río Chillán (VIII Región). Septiembre 2014.

TAXA	SECTOR DE PROYECTO					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6
<i>Achnanthes sp.</i>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Cocconeisplacentalavar. euglypta</i>	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Cyclotellasp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,134	0,000	0,000
<i>Cymbella helvetica</i>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Diatoma mesodon</i>	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000
<i>Encyonema minutum</i>	0,000	0,000	0,000	0,033	0,000	0,000
<i>Fragilaria capucina</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000
<i>Melosira varians</i>	0,000	0,033	0,000	0,000	0,201	0,000
<i>Navicula spp.</i>	0,234	0,033	0,000	0,000	0,234	0,000
<i>Navicula gregaria</i>	0,000	0,000	0,000	0,167	0,000	0,000
<i>Nitzschia spp.</i>	0,134	0,100	0,000	0,201	0,401	0,000
<i>Pinnularia sp.</i>	0,033	0,134	0,033	0,234	0,903	0,267
<i>Planothidium spp.</i>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0,033	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000
Densidad total (cel/mm²)	0,568	0,401	0,033	0,869	1,839	0,267
Riqueza total (N° de taxa)	8	6	1	6	5	1
Diversidad biológica (Shannon, bits)	0,739	0,708	0,000	0,725	0,584	0,000

7.2.4 Macrófitas

No se detectaron especies de macrófitas en la mayoría de las estaciones de muestreo. Las excepciones se encontraron en el estero San José, en la estación de muestreo ubicada 3,4 km aguas arriba del muro (estación N-1) y en el río Chillán, en la estación ubicada 1,3 km aguas abajo del muro (estación N-5), sectores en donde se detectó *Equisetum bogotense* (Fotografía 11).



Fotografía 11. Especie de macrófita *Equisetum bogotense*.

7.2.5 Crustáceos decápodos

No se detectaron crustáceos decápodos en ninguna de las estaciones de muestreo ubicadas en el AI del proyecto.

8 CONCLUSIONES

En función de los resultados de biota acuática obtenidos durante la prospección en el AI del proyecto en el río Chillán y en el estero San José durante un periodo de crecida (septiembre 2014) se plantean las siguientes conclusiones:

Los tramos de estudio en el río Chillán y en el estero San José corresponden a sistemas de tipo Rithron de acuerdo a la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Los tramos prospectados presentan baja temperatura, moderada a alta pendiente y un sustrato rocoso, lo cual genera condiciones frecuentes de sistemas de tipo torrente.

El análisis de los parámetros de calidad de agua medidos in situ en los tramos del AI del proyecto, específicamente, el análisis de los valores de pH, conductividad específica y concentración de oxígeno disuelto indica la existencia de condiciones favorables de calidad de agua para realizar riego y para el desarrollo de la biota acuática, según la normativa ambiental Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78.

El ensamble de peces en el AI del proyecto mostró estuvo conformado por tres especies: las especies asilvestradas *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoiris) y *Salmo trutta* (Trucha café) y por la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). Las especies asilvestradas *S. trutta* y *O. mykiss* no se encuentran protegidas y presentan una amplia distribución a nivel nacional y son encontradas en la mayoría de esteros, ríos y lagos de Chile. Similarmente, la especie nativa *T. areolatus* también se distribuye ampliamente en el territorio nacional pero se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como *Vulnerable* según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES.

La mayoría de los tramos de estudio (5 de 6 tramos) presentan niveles bajos de abundancia de peces y las poblaciones estaban conformadas por ejemplares juveniles de las especies asilvestradas. Por el contrario, el mayor nivel de abundancia total de peces en el AI del proyecto se detectó en el río Chillán, en la estación de muestreo ubicada 2,5 km aguas arriba del muro (estación N-3), en donde hubo un valor de abundancia de 10 ejemplares. Los ejemplares correspondieron a cinco ejemplares de la especie *S. trutta*, dos ejemplares de la especie *O. mykiss* y a tres ejemplares de la especie nativa *T. areolatus*. Los valores del factor de condición de la especie asilvestrada *S. trutta* variaron entre 8,2 y 12,1 mientras que los valores de la especie asilvestrada *O. mykiss* variaron entre 7,7 y 11,0. Estos resultados revelan que la población de *S. trutta* tiene mayor robustez y se encuentra en una condición de hábitat más favorable que la población de *O. mykiss*. La población de *T. areolatus* presentó valores de K que variaron entre 3,9 y 5,5 en el AI del proyecto. El mayor valor fue registrado en la estación de muestreo ubicada 2,5 m aguas arriba del muro (estación N-3), lo cual indica que en este sector se detectan las condiciones de hábitat más favorables para esta población.

La fauna de macroinvertebrados bentónicos del AI del proyecto estuvo compuesta por 25 taxa. Los mayores valores de densidad de individuos, de riqueza taxonómica y diversidad biológica fueron medidos aguas abajo del emplazamiento del futuro embalse (Estación N-6).

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 15 taxa. Hubo muy baja densidad de microalgas bentónicas en toda el AI del proyecto y los mayores valores de densidad de individuos fueron detectados aguas abajo del emplazamiento del futuro muro del embalse (estaciones N-4 y N-5). Por el contrario, los valores de riqueza taxonómica y de diversidad biológica fueron mayores aguas arriba del emplazamiento del muro que aguas abajo del mismo.

La única especie de macrófita detectada en toda el AI del proyecto fue *Equisetum bogotense*, la cual fue encontrada en las estaciones N-1 (Estero San José) y N-5 (Río Chillán, 1,3 km aguas abajo del muro) en baja abundancia.

No se detectaron crustáceos decápodos en ninguna de las estaciones de muestreo ubicadas en el AI del proyecto.

9 BIBLIOGRAFÍA

APHA, AWWA & WEF (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

BAHAMONDE, N., A. CARVACHO, C. JARA, M. LÓPEZ, F. PONCE, M.A. RETAMAL & E. RUDOLPH. (1998). Categorías de conservación de Decápodos nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 91-100.

BAIN M.B., J.T. FINN & H.E. BOOKE (1985). Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. North American Journal of Fisheries Management. 5: 499-506.

DECRETO SUPREMO N° 33/2012. Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso.

DECRETO SUPREMO N° 41/2012. Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso.

DECRETO SUPREMO N° 51/2008. Chile. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Tercera Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación.

DECRETO SUPREMO N° 19/2012. Chile. Ministerio de Medio Ambiente. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) (2004) Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Itata. Cade-Idepe, Consultores en ingeniería.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (2012). Estudio de Perfil Proyecto "Mejoramiento del Sistema de Riego en Río Chillán, Embalse Esperanza".

ILLIES J & L BOTOSANEANU (1963) "Problèmes et méthodes de classification et de la zonation des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique". Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. 12: 1-57pp.

LAGLER K.F. (1956). Freshwater Fishery Biology. W.M.C. Brown Company Dubuque, Iowa. 421 pp.

MARTICORENA C & M QUEZADA (1985) "Catálogo de la Flora Vasculare de Chile". Gayana Botánica 42 (1-2).

RAMIREZ C y SAN MARTÍN C (2006). Diversidad de macrófitas chilenas en "Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile". 21pp.

Apéndice A

Permiso de pesca de investigación

APENDICE A. PERMISO DE PESCA DE INVESTIGACIÓN

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA
CASILLA 100 - V
VALPARAISO

AUTORIZA A MARTÍNEZ AMBIENTAL LTDA. PARA REALIZAR
PESCA DE INVESTIGACION QUE INDICA.

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta Nº **1431**
de esta Subsecretaría, autorizase a Martínez Ambiental Ltda., para efectuar una pesca de investigación de conformidad Términos Técnicos de Referencia del proyecto ***"Estudios de línea base de tipo limnológico, para la evaluación de flora y fauna de las aguas continentales de Chile"***.

Se efectuará la pesca de investigación por el término de 24 meses contados a partir de la fecha de publicación de la presente resolución en la página web de la Subsecretaría, en la totalidad de los cuerpos y cursos de aguas continentales e insulares de Chile, donde podrá muestrear las especies señaladas en la resolución extractada, en los términos allí indicados.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en el sitio de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



RAÚL SÚNICO GALDAMES
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

VALPARAISO,

27 MAYO 2014

Apéndice B

Tabla de parámetros morfométricos

APENDICE B.TABLA DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Estación de Muestreo	Especie	Longitud Total LT (cm)	Peso Total PT (g)	Factor de condición (K)
N-1	<i>S. trutta</i>	10,6	9,8	8,2
N-2	<i>O. mykiss</i>	11,5	16,8	11,0
N-3	<i>S. trutta</i>	12,1	14,9	8,4
		11,2	12,9	9,2
		17,6	65,8	12,1
		11,1	12,2	8,9
		11,7	13,1	8,2
	<i>O. mykiss</i>	8,9	5,4	7,7
		9,1	6,6	8,8
	<i>T. areolatus</i>	4,9	0,6	5,1
		4,5	0,4	4,4
4,5		0,5	5,5	
N-4	<i>S. trutta</i>	10,5	13,1	11,3
	<i>O. mykiss</i>	10,8	13,7	10,9
N-5	<i>S. trutta</i>	10,4	12,9	11,5
		10,6	13,0	10,9
	<i>O. mykiss</i>	10,9	13,5	10,4
		10,7	13,3	10,9
N-6	<i>O. mykiss</i>	7,6	4,3	9,8
	<i>T. areolatus</i>	3,7	0,2	3,9

(-) No se detectaron peces



INFORME TÉCNICO

FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES

CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN

Noviembre de 2014

1 INTRODUCCION

En la región centro sur de Chile, se concentra 2/3 de la población de Chile y gran parte de las actividades silvoagropecuarias e industriales. Estas actividades han degradado enormemente la vegetación boscosa original la que incluso ha desaparecido en algunos sectores.

Lo anterior tiene serias repercusiones en la comunidad de vertebrados terrestres, donde muchas de las especies presentan singularidades en la preferencia de los hábitats que solo el bosque puede ofrecer. La pérdida del bosque templado, por ejemplo, implica la ampliación del rango de distribución de especies pertenecientes al bosque esclerófilo y la degradación de ambos bosques, la disminución de la riqueza de especies y la abundancia de algunas más vulnerables debido a los cambios en la estructura del bosque.

2 OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es caracterizar la fauna de vertebrados terrestres (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) durante la estación climática de primavera, presentes en el área de estudio.

De esta manera los objetivos específicos son:

- Determinar la riqueza y diversidad de la fauna del área del proyecto.
- Determinar la presencia de especies en categoría de conservación.
- Determinar la presencia de especies de interés ecológico.
- Reconocer hábitats de importancia para la fauna.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Trabajo de Gabinete

Para realizar la caracterización de la fauna terrestre presente en el área del proyecto se utilizaron trabajos tanto generales como específicos. En el caso de los mamíferos se utilizaron trabajos clásicos de reconocimiento de las especies chilenas (Osgood 1943, Miller & Rottmann 1976, Mann 1978, Campos 1986, Muñoz & Yañez 2000, Iriarte 2009). Para las aves, se consultaron guías de aves chilenas (Araya & Millie 1986, Jaramillo *et al* 2003). Por último, para el caso de la herpetofauna se revisaron listas y trabajos biogeográficos de las especies de reptiles y anfibios presentes en Chile (Díaz 1983, Donoso-Barros 1966, Veloso & Navarro 1988, Núñez 1992, Mella 2005, Maldonado & Labra 2008).

En cuanto a la clasificación por categoría de conservación, se tomaron en cuenta todas las clasificaciones legales tales como el D.S. N° 151/2007, D.S. N° 50/2008, D.S. N° 51/2008, D.S. N° 23/2009, D.S. 33/2011, D.S. 41/2011, D.S. 42/2011, D.S. 19/2012 y D.S. 13/2013 del Ministerio Secretaría

General de la Presidencia y Ministerio del Medio Ambiente y el D.S. 05/98 de la Ley de Caza 19.473 y su Reglamento versión 2012 (SAG 2012).

3.2 Trabajo de Terreno

Se realizó una campaña de terreno, entre los días 3, 4 y 5 de noviembre de 2014 durante la estación climática de primavera. Se recorrió el área potencial del embalse a modo de evaluación previa y donde se definieron ocho (8) Puntos de Observación de Fauna (PO) (**Tabla N° 1 y Figura N° 1**).

Tabla N° 1. Coordenadas de los Puntos de Observación de Fauna (POF).

POF	Coordenadas 19 H; WGS 84 (E-S)	Altitud (msnm)
1	265161 5923043	646 m
2	264930 5923037	620 m
3	264716 5923171	615 m
4	264305 5923396	613 m
5	264305 5923421	609 m
6	263634 5923664	635 m
7	263712 5923802	590 m
8	266418 5921517	716 m

Las trampas Sherman fueron dispuestas en 4 transectos lineales de 20 trampas cada uno durante dos noches lo que otorga un esfuerzo de captura de 80/trampas/noche. Los transectos se ubicaron en la cercanías de los POF 7, POF 3, POF 1 y POF 8.

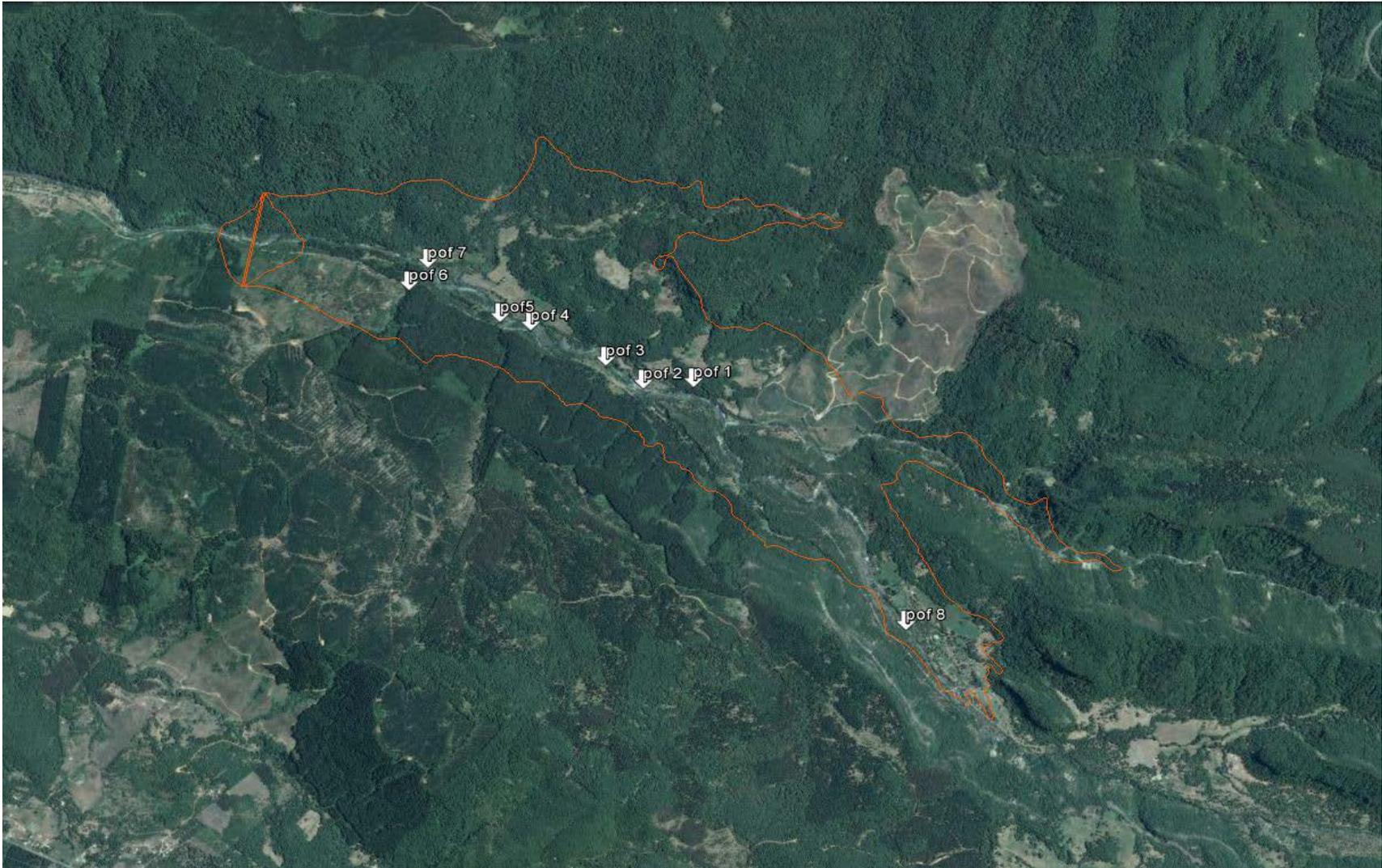


Figura 1: Ubicación de los puntos de observación de fauna (flechas blancas).

Las **Fotografías 1 a la 8**, muestran las características generales de los ocho Puntos de Observación.



Fotografía 1. Punto de Observación 1.



Fotografía 2. Punto de Observación 2.



Fotografía 3. Punto de Observación 3.



Fotografía 4. Punto de Observación 4.



Fotografía 5. Punto de Observación 5.



Fotografía 6. Punto de Observación 6.



Fotografía 7. Punto de Observación 7.



Fotografía 8. Punto de Observación 8.

3.3 MÉTODOS DE MUESTREO

3.3.1 Herpetozoos

La riqueza y abundancia de anfibios y reptiles se determinó mediante la búsqueda de individuos bajo rocas, entre la vegetación y cavidades en el suelo.

3.3.2 Aves

En el caso de las aves rapaces, se anotaron todas las especies registradas dentro del área del proyect. La riqueza de las aves "cantoras" se estimó mediante la realización de conteos en cada Punto de Muestreo.

Se detectaron todos los individuos dentro de un radio de 30 metros; cada observación tuvo una duración de ocho minutos. Se usaron prismáticos de aumento 7 x 35.

3.3.3 Mamíferos.

La riqueza de especies de mamíferos mayores se estimó mediante la búsqueda de evidencias indirectas como fecas, huellas, restos óseos y cavidades.

En el caso de los micromamíferos, se realizaron 4 transectos de trampas Shermann, con 20 unidades cada una, con un esfuerzo de captura de 80/trampas/noche (**Figura 1**).

4 RESULTADOS

4.1 Riqueza

Se registró la presencia de 30 especies de vertebrados terrestres, pertenecientes a las clases Anfibios (1), Reptiles (6), Aves (19) y a la clase Mamíferos (4). El Punto de Observación 1 congregó la mayor riqueza de especies (Tabla 2).

Tabla 2. Riqueza de especies.

Nombre Científico	Nombre Común	Puntos de Observación							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		26516	26493	26471	26430	26430	26363	26371	26641
		1	0	6	5	5	4	2	8
		59230	59230	59231	59233	59234	59236	59238	59215
		43	37	71	96	21	64	02	17
CLASE ANFIBIOS									
FAMILIA LEIUPERIDAE									
<i>Pleurodemathaul</i>	Sapito de cuatro ojos				X			X	
CLASE REPTILES									
FAMILIA COLUBRIDAE									
<i>Philodryaschamissonis</i>	Culebra de cola larga		X						
FAMILIA TROPIDURIDAE									
<i>Liolaemuschillensis</i>	Lagarto chileno			X					
<i>Liolaemusgravenhorstii</i>	Lagartija de Gravenhorst		X						X
<i>Liolaemuslemniscatus</i>	Lagartija lemniscata		X						X
<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija pintada	X	X			X			
<i>Liolaemustenuis</i>	Lagartija esbelta	X						X	
AVES RAPACES									
FAMILIA ACCIPITRIDAE									
<i>Buteopolyosoma</i>	Aguilucho		X						
FAMILIA FALCONIDAE									
<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo				X				
FAMILIA STRIGIDAE									
<i>Glaucidiumnanum</i>	Chuncho		X				X		
AVES NO RAPACES									
FAMILIA THERESKIORNITHIDAE									
<i>Theristicusmelanopsis</i>	Bandurria						X	X	X
FAMILIA PHASIANIDAE									
<i>Callipeplacalifornica</i>	Codorniz		X			X			
FAMILIA COLUMBIDAE									
<i>Columba araucana</i>	Torcaza	X	X						
<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana							X	
FAMILIA TROCHILIDAE									
<i>Sephanoidesgaleritus</i>	Picaflor chico	X					X		

Nombre Científico	Nombre Común	Puntos de Observación							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		26516 1 59230 43	26493 0 59230 37	26471 6 59231 71	26430 5 59233 96	26430 5 59234 21	26363 4 59236 64	26371 2 59238 02	26641 8 59215 17
FAMILIA FURNARIIDAE									
<i>Aphrasturaspinicauda</i>	Rayadito					X	X		
<i>Cinclodespatagonicus</i>	Churrete común		X						
<i>Pygarrhichasalbogularis</i>	Comesebo						X		
FAMILIA TYRANNIDAE									
<i>Elaeniaalbiceps</i>	Fío-fío	X					X		
<i>Anairetesparulus</i>	Cachudito			X					
<i>Xolmispyrope</i>	Dicuón			X					
FAMILIA HIRUNDINIDAE									
<i>Pygochiledoncyaneuca</i>	Golodrinadoso negro					X			
<i>Tachycinetaleucopyga</i>	Golondrina chilena								X
FAMILIA TROGLODYTIDAE									
<i>Troglodytesaedon</i>	Chercán			X					X
FAMILIA MUSCICAPIDAE									
<i>Turdusfalcklandii</i>	Zorzal		X			X			
AVES ACUÁTICAS									
FAMILIA PHALACROCORACIDAE									
<i>Phalacrocoraxbrasiliensis</i>	Yeco				X			X	
Riqueza de especies		5	10	4	3	5	6	5	5

4.2 Anfibios

Se obtuvo evidencias de una especie, en estado larval, en la ribera del río Chillán, específicamente en los POF 4 y 7. Se trata del sapito de cuatro ojos, *Pleurodemathaul* (Fotografía 9).



Fotografía 9. Larvas del sapito de cuatro ojos.

4.3 Reptiles

Se observaron 6 especies. La lagartija esbelta, *Liolaemustenuis* fue la más abundante, seguido de la lagartija de Gravenhorst, *Liolaemusgravenhorsti*; se observó un individuo de la culebra de cola larga, *Philodryaschamissonis* (Tabla 3).

Tabla 3. Abundancia de Reptiles.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancias	
		Absoluta	Relativa
		(n)	(%)
<i>Philodryaschamissonis</i>	Culebra de cola larga	1	6,7
<i>Liolaemuschiliensis</i>	Lagarto chileno	1	6,7
<i>Liolaemusgravenhorsti</i>	Lagartija de Gravenhorst	3	20,0
<i>Liolaemuslemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	1	6,7
<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija pintada	4	26,7
<i>Liolaemustenuis</i>	Lagartija esbelta	5	33,3



Fotografía 10. Culebra de cola larga.



Fotografía 11. Lagartija de Gravenhorst.



Fotografía 12. La lagartija lemniscata.



Fotografía 10. Lagartija esbelta.



Fotografia 11. Lagartija pintada.

4.4 Aves

Se registraron tres especies de aves rapaces. En términos de abundancia, dos registros corresponden al chuncho, *Glaucidiumnanum*, uno para el aguilucho, *Buteopolyosoma* y uno para el cernícalo, *Falco sparverius* (Tabla 4).

Tabla 4. Abundancia de Aves Rapaces.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancias	
		Absoluta	Relativa
		(n)	(%)
<i>Buteopolyosoma</i>	Aguilucho	1	25,0
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	1	25,0
<i>Glaucidiumnanum</i>	Chuncho	2	50,0



Fotografía 11. Aguilucho.

En lo que respecta a aves no rapaces, se encontraron especies comunes en este tipo de ambientes, bosques mixtos de especies nativas y plantaciones de pino. Las Familias Furnariidae y Tyrannidae, albergaron el mayor número de especies; las principales abundancias pertenecen a las especies *Elaeniaalbiceps* (fio fio, migratoria de verano), *Callipeplacalifornica* (codorniz, introducida), *Columba araucana* (torcaza, endémica) y *Pygochiledoncyanoleuca* (golondrina de dorso negro), desde el 9,8% de abundancia relativa. Destacan especies propias del bosque como el rayadito, *Aphrasturaspinicauda* y el comesebo, (*Pygarrhichasalbogularis*) (Tabla 5).

Tabla 5. Abundancia de Aves No Rapaces.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancias	
		Absoluta	Relativa
		(n)	(%)
<i>Theristicusmelanopis</i>	Bandurria	2	4,9
<i>Callipeplacalifornica</i>	Codorniz	4	9,8
<i>Columba araucana</i>	Torcaza	4	9,8
<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	2	4,9
<i>Sephanoidesgaleritus</i>	Picaflor chico	3	7,3
<i>Aphrasturaspinicauda</i>	Rayadito	3	7,3
<i>Cinclodespatagonicus</i>	Churrete común	2	4,9
<i>Pygarrhichasalbogularis</i>	Comesebo	1	2,4
<i>Elaeniaalbiceps</i>	Fio-fio	5	12,2
<i>Anairetesparulus</i>	Cachudito	2	4,9
<i>Xolmispyrope</i>	Diucón	1	2,4
<i>Pygochiledoncyanoleuca</i>	Golondrina dorso negro	4	9,8
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	3	7,3
<i>Troglodytesaedon</i>	Chercán	3	7,3
<i>Turdusfalcklandii</i>	Zorzal	2	4,9

Respecto de las aves asociadas a ambientes acuáticas, solo hubo registros de *Phalacrocoraxbrasiliensis* (yeco o cormorán negro), registrado en vuelo en sentido altitudinal.

4.5 Mamíferos.

No se obtuvo registros de mamíferos mayores como carnívoros, felinos y mustélidos.

Mediante el trapeo de micromamíferos se obtuvo captura de cuatro especies, siendo la más abundante el ratón de cola larga, *Oligoryzomys longicaudatus*, seguido del ratón oliváceo, *Abrothrix olivaceus*, quien además fue la de más amplia distribución (tres de cuatro transectos). Hubo captura de una especie del género introducido *Rattus*, particularmente el guarén, *Rattus norvegicus*, en el transecto 1.

Tabla 6. Abundancia de micromamíferos.

Nombre Científico	Nombre Común	Transecto Trampas Sherman				Abundancias	
		1	2	3	4	Absoluta	Relativa
		265161 5923043	264930 5923037	264716 5923171	264305 5923396	(n)	(%)
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón de pelo largo				1	1	11,1
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo		1	1	1	3	33,3
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga		3	1		4	44,4
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	1				1	11,1



Fotografía 12. Ratón de pelo largo (*A. longipilis*).



Fotografía 13. Ratón oliváceo (*A. olivaceus*).



Fotografía 14. Ratón de cola larga (*O. longicaudatus*).



Fotografía 15. Guarén (*R. norvegicus*).

4.6 Categorías de conservación de especies

En el área de emplazamiento del proyecto, se registraron nueve especies que se encuentran en categoría de conservación, un anfibio, cinco reptiles, dos aves y un mamífero (Tabla 7). Dos se encuentran en categoría En Peligro (EP), la torcaza, *Columba araucanay* la lagartija de Gravenhorst (SAG 2012), que además están consideradas con densidades poblacionales reducidas. El sapito de cuatro ojos, *Pleurodemathaul*, según el DS 41/11 se encuentra Casi Amenazada (NT); cuatro especies se encuentran como Vulnerable (V), algunas de ellas con densidades poblacionales reducidas. Dos especies están catalogadas como Inadecuadamente conocidas (I), un reptil y un mamífero. El DS 19/12, considera a cuatro especies de lagartija como Preocupación menor (LC), aunque en la ley de caza se están consideradas como mucho más amenazadas (Tabla 7).

Tabla 7. Categoría de Conservación de Especies.

Especies		Ley de Caza 19.473 (2012)				D.S 41/11	D.S. 19/12
Nombre científico	Nombre común	Zona Sur	B	S	E		
<i>Pleurodemathaul</i>	Sapito de cuatro ojos	F			E	NT	
<i>Philodryaschamissonis</i>	Culebra de cola larga	V	B		E		
<i>Liolaemuschiliensis</i>	Lagarto chileno	I	B		E		LC
<i>Liolaemusgravenhorsti</i>	Lagartija de Gravenhorst	EN		S	E		
<i>Liolaemuslemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	F		S	E		LC
<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija pintada	V			E		LC
<i>Liolaemustenuis</i>	Lagartija esbelta	V		S	E		LC
<i>Buteopoliosoma</i>	Aguilucho		B		E		

Especies		Ley de Caza 19.473 (2012)				D.S 41/11	D.S. 19/12
Nombre científico	Nombre común	Zona Sur	B	S	E		
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo		B		E		
<i>Glaucidiumnanum</i>	Chuncho		B		E		
<i>Theristicusmelanopis</i>	Bandurria	V	B				
<i>Callipeplacalifornica</i> (1)	Codorniz						
<i>Columba araucana</i>	Torcaza	EP		S			
<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana				E		
<i>Sephanoidesgaleritus</i>	Picaflor chico		B		E		
<i>Aphrasturaspinicauca</i>	Rayadito		B				
<i>Cincludespatagonicus</i>	Churrete común		B				
<i>Pygarrhichasalbogularis</i>	Comesebo		B				
<i>Elaeniaalbiceps</i>	Fio-fio		B		E		
<i>Anairetesparulus</i>	Cachudito		B		E		
<i>Xolmispyrope</i>	Dicuón		B		E		
<i>Pygochiledoncyanoleuca</i>	Golodrninado negro		B		E		
<i>Tachycinetaleucopyga</i>	Golondrina chilena		B		E		
<i>Troglodytesaedon</i>	Chercán		B		E		
<i>Turdusfalcklandii</i> *	Zorzal						
<i>Phalacrocoraxbrasilianus</i> *	Yeco						
<i>Abrothrixlongipilis</i>	Ratón de pelo largo	I					LC
<i>Abrothrixolivaceus</i> *	Ratón oliváceo						
<i>Oligoryzomylongicaudatus</i> *	Ratón de cola larga						
<i>Rattusnorvegicus</i> (1)	Güarén						

EP: En Peligro

V: Vulnerable

I: Inadecuadamente conocida

F: Fuera de peligro

NT: Casi Amenazada

LC: Preocupación menor

(En): Especie Endémica

(1): Especie introducida

*: No se encuentra en el listado del SAG (2012)

B: Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S: Especie catalogada con densidades poblaciones reducidas

E: Especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

5 CONCLUSIONES

La riqueza del área del proyecto es diversa, estando presente especies de todas las clases de vertebrados terrestres. En general, el paisaje mantiene un alto grado de sus características originales, conservando hábitats de interés para algunas especies

Todos los ambientes dentro del área de proyecto, tanto terrestres como acuáticos, con menor o mayor grado de perturbación son importantes como refugio de fauna, debido a que la matriz del paisaje es fuente de dispersión de especies, ya que contiene un alto grado de sus características originales. Por ejemplo, la presencia de anfibios en el río Chillán, indica condiciones favorables para el mantenimiento de algunas poblaciones, a pesar de la perturbación antrópica en algunos de sus tramos.

La familia de los reptiles es diversa y habita diversos ambientes tanto. Junto a los anfibios, son especies altamente amenazadas, debido a sus tamaños poblacionales y baja movilidad.

La presencia de aves rapaces, también manifiestan la disponibilidad de una variedad de recursos tróficos, como pequeños vertebrados.

En cuanto al ensamble de aves no rapaces, estas se encuentran en un gran número de hábitats, adaptándose fácilmente a condiciones menos favorables. La presencia de especies incluye aquellas que son propias del bosque esclerófilo y del bosque templado, por ser esta una zona de transición entre ambos tipos vegetacionales.

Si bien no hubo evidencias de mamíferos mayores, su presencia es potencial, tanto para carnívoros, felinos y mustélidos. En el caso de los micromamíferos, las especies del género *Abrothrix*, son las más comunes pero son poco frecuentes, lo que indica un buen estado de los hábitats.

6 BIBLIOGRAFIA

ARAYA, B. & G. MILLIE. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria S. A., Santiago de Chile.

CAMPOS, H. 1986. Mamíferos terrestres de Chile. Colección Naturaleza de Chile Vol. 5. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia.

DÍAZ, N. F. 1983. Ranas y sapos: las 35 especies chilenas. *Naturaleza* 1(3):8-13.

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

IRIARTE, A. 2009. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones.

JARAMILLO, A., P. BURKE & D. BEADLE. 2003. Birds of Chile. Helm Field Guides. London.

MALDONADO, M. & A. LABRA. Herpetología de Chile. ScienceVerlag.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. *Gayana, Zoología* 40. Universidad de Concepción

MELLA, J. 2005. Guía de campo de reptiles de Chile: zona central. Peñaloza, A.P.G., Novoa, F. & M. Contreras Eds. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pps + xii.

MILLER, S. & J. ROTTMANN. 1976. Guía para el reconocimiento de mamíferos chilenos. Editorial Nacional Gabriela Mistral.

MUÑOZ, A. & J. YAÑEZ. 2000. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia.

MYERS, N. 1990. The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. *The environmentalist* 10: 243-256.

NUÑEZ, H. 1992. Geographical data of chilean lizards and snakes in the Museo de Historia Natural, Santiago, Chile. *Smithsonian Herpetological Information Service*. N° 91.

OSGOOD, W. H. 1943. The mammals of Chile. *Field Museum of Natural History. Zoological Series* 30: 1-268.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 1998. Cartilla de Caza. Departamento de Recursos Naturales Renovables.

SAG-CEDREM. 2003. Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile.

SIMONETTI, J. 1999. Diversity and conservation of terrestrial vertebrates in mediterranean Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 493-500.

VELOSO A. & J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. *Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali*. Torino. 6: 481-539.



INFORME TÉCNICO

FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN

Noviembre de 2014

**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN.
FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE**

CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo general	3
2.2	Objetivos específicos	3
2.3	Definición del Área de Influencia	3
3	METODOLOGÍA	4
3.1	Trabajo de Gabinete	4
3.1.1	Revisión bibliográfica	4
3.1.2	Fotointerpretación de imágenes satelitales	5
3.2	Trabajo en terreno	5
3.2.1	Muestreo y análisis de la información	5
4	RESULTADOS	7
4.1	Antecedentes bibliográficos	7
4.1.1	Vegetación y flora potencial	7
4.2	Resultados de terreno	11
4.2.1	Vegetación del área de estudio	11
4.2.2	Flora del área de estudio	20
4.2.3	Especies en categoría de conservación	25
5	CONCLUSIONES	24
6	BIBLIOGRAFÍA	25

1 INTRODUCCIÓN

En el contexto del proyecto "Construcción embalse de riego en río Chillán (en adelante el Proyecto), ubicado en la VIII Región del Biobío, provincia de Ñuble, se llevó a cabo la caracterización del componente vegetación y flora terrestre entre los días 3, 4 y 5 de noviembre de 2014. Este documento presenta la descripción de las diferentes formaciones vegetales, la riqueza de especies de flora vascular, la presencia de especies clasificadas en alguna categoría de conservación en el área de emplazamiento del Proyecto y su entorno (área de estudio) según los requisitos señalados en el inciso e.2 del artículo 18 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012 MMA), modificado por el D.S. N° 8/2014 del MMA.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

El objetivo del estudio es evaluar los efectos de la construcción del embalse de riego en el río Chillán. Para esto, en el presente informe, se presentaran las características de la flora y la vegetación en el sitio de estudio, indicando puntos críticos y aspectos a considerar.

2.2 Objetivos específicos

- Definir y describir los tipos de vegetación presentes en el área de estudio
- Confeccionar un catálogo de la flora vascular presente en el área de estudio, que incluya la clasificación taxonómica, nombre común y origen biogeográfico.
- Determinar la presencia de especies vegetales clasificadas en categorías oficiales de conservación en el área de estudio

2.3 Definición del Área de Influencia

El área de influencia sobre el componente de vegetación y flora vascular corresponderá a la superficie de intervención directa del Proyecto, en la cual se caracterizó el área de afectación potencial la que se entiende cómo el polígono donde se ubica el área del proyecto.

3 METODOLOGÍA

3.1 Trabajo de Gabinete

3.1.1 Revisión bibliográfica

Para la revisión de la vegetación potencial y ecología del área de estudio se consultó principalmente la "Vegetación natural de Chile" (Gajardo, 1993) y "Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile" (Luebert y Pliscoff, 2006).

El estado de conservación de las especies de flora registradas en el área del Proyecto se obtuvo a partir de la revisión de los siguientes documentos oficiales siguiendo el orden de prelación establecido en el Memorando N°387/2008 de la División Jurídica de CONAMA:

- Decreto Supremo N° 52 de 2014 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso.
- Decreto Supremo N° 13 de 2013 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso;
- Decreto Supremo N° 19 de 2013 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso;
- Decreto Supremo N° 42 de 2012 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso;
- Decreto Supremo N° 41 de 2012 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso;
- Decreto Supremo N° 33 de 2012 del MMA, que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso;
- Decreto Supremo N° 23 de 2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), que aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- Decreto Supremo N° 51 de 2008 del MINSEGPRES, que aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- Decreto Supremo N° 50 de 2008 del MINSEGPRES, que aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;

-
- Decreto Supremo N° 151 de 2007 del MINSEGPRES, que aprueba la clasificación propuesta para 35 especies silvestres de flora y fauna, según su estado de conservación;
 - Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (listado nacional), de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) (1989) ; y
 - Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) (1998)

3.1.2 Fotointerpretación de imágenes satelitales

El trabajo de fotointerpretación se realizó considerando el recubrimiento del suelo utilizando imágenes disponibles en la base de Google Earth. Este trabajo se realizó en forma visual, directamente en formato digital, en ambiente ArcGIS 10 a una escala mínima de 1:10.000 dada la resolución de las imágenes disponibles.

La elaboración de polígonos con unidades homogéneas se basó en la discriminación durante la fotointerpretación en base a tono, color, textura y estructura de la imagen (Etienne y Prado, 1982). Los polígonos generados y que dieron cuenta de estas unidades homogéneas de vegetación fueron homologados a alguna de las categorías de recubrimiento del suelo establecidas durante la etapa anterior.

Con la información de la fotointerpretación se procedió a la generación de planos de trabajo en terreno. Estos incluyeron la imagen de fondo y el contorno de las unidades homogéneas descritas, proponiendo sobre éstas los puntos de levantamiento de información en terreno.

3.2 Trabajo en terreno

La información recopilada a partir de la revisión bibliográfica fue validada y complementada con un trabajo en terreno los días 3, 4 y 5 de noviembre de 2014, en los cuales se realizaron recorridos pedestres registrando la flora y vegetación del área de obras y entorno circundante, siguiendo las recomendaciones técnicas de la Guía de Evaluación Ambiental y Flora Silvestre (Servicio Agrícola Ganadero (SAG) 2010).

3.2.1 Muestreo y análisis de la información

Se efectuaron inventarios florísticos de área libre por medio de puntos de muestreo que fueron ubicados en el área del Proyecto.

Se realizó el levantamiento de la información considerando la estructura de la vegetación, cobertura y especies dominantes, entre otros.

Se revisaron las áreas fotointerpretadas en gabinete, corrigiendo la clasificación realizada y revisando, en lo posible, los límites espaciales de éstas. Simultáneamente, cada una de estas

unidades se clasificó en términos de estructura, grado de cobertura y especies dominantes, de acuerdo a la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado, 1982). Esta caracterización se realizó utilizando la nomenclatura mencionada en la **Tabla 1** y **Tabla 2**.

Tabla 1: Rangos y categorías de altura por estrato vegetal y tipo biológico

Altura media (m)	Estrato	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
	Formación	Bosque	Matorral	Pradera
	<0,25	-	Bajo	Bajo
	0,25 - 0,5	-	Medio	Medio
	0,5 - 1	-	Alto	Alto
	1 - 2	-	Arborescente	-
	2 - 4	Bajo	-	-
	4 - 8	Medio	-	-
	>8	Alto	-	-

Fuente: Etienne y Prado, 1982.

Tabla 2: Categorías de densidad según rangos de cubrimiento

Rango cubrimiento	Categoría densidad
1 - 5%	Muy escaso
5 - 10%	Escaso
10 - 25%	Muy Claro
25 - 50%	Claro
50 - 75%	Poco denso
75 - 90%	Denso
90 - 100 %	Muy denso

Fuente: Etienne y Prado, 1982.

La determinación de las especies de flora se realizó directamente en terreno y, en forma paralela, mediante la colecta de material vegetal para ser identificado posteriormente en laboratorio en base a claves taxonómicas. La determinación y nomenclatura taxonómica de las muestras colectadas en terreno se basó principalmente en Hoffmann y Walter (2004). Marticorena y Quezada (1985), Marticorena y Rodríguez (1995, 2001, 2003, 2005), Riedemann *et al.* (2006), Zuloaga *et al.* (2008) y apoyada por listados de flora potencial que fueron obtenidos de Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2006).

La abundancia se obtuvo estimando visualmente la cobertura por especie en los sitios de inventario. La cobertura de las especies se estimó con base en la escala de abundancia-frecuencia de Braun-Blanquet (1979), cuyos valores se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Índice de Braun-Blanquet, según categoría de abundancia-cubrimiento

Índice de Braun-Blanquet	Categoría de abundancia	Intervalo de cubrimiento (%)
r	1 – 3 individuos	<0,5
+	Pocos individuos	0,5 - 1,5
1	Abundante	1,5 - 5
2	Muy Abundante	5 - 25
3	Irrelevante	25 - 50
4	Irrelevante	50 - 75
5	Irrelevante	>75

Fuente: Braun-Blanquet 1979.

4 RESULTADOS

4.1 Antecedentes bibliográficos

4.1.1 Vegetación y flora potencial

De acuerdo a Gajardo (1994) el área de estudio se ubica en la Región del Bosque Caducifolio, subregión del Bosque Caducifolio del Llano, formación del Bosque Caducifolio de la Frontera (Figura 1).

En esta formación la vida vegetal presenta una presencia de bosques de hojas caducas, que se distribuyen en situaciones bajas, más allá de los 36° de latitud sur, ocupando la depresión central y los relieves montañosos de poca altitud; en ciertos sectores se aproxima a la costa oceánica. Es un territorio rico en posibilidades vegetacionales, encontrándose generalmente una fuerte penetración de especies laurifolias en la fisonomía típica de árboles de hoja caduca dominantes. Es el área de distribución geográfica del "Roble" (*Nothofagus obliqua*; Gajardo, 1994).

En específico, esta formación se caracteriza por ser una formación boscosa abierta, que se distribuye sobre suelos planos y lomajes en el sur-este de la VIII Región. Está fuertemente influida por el cambio en el uso del suelo en cultivos, praderas y plantaciones forestales.

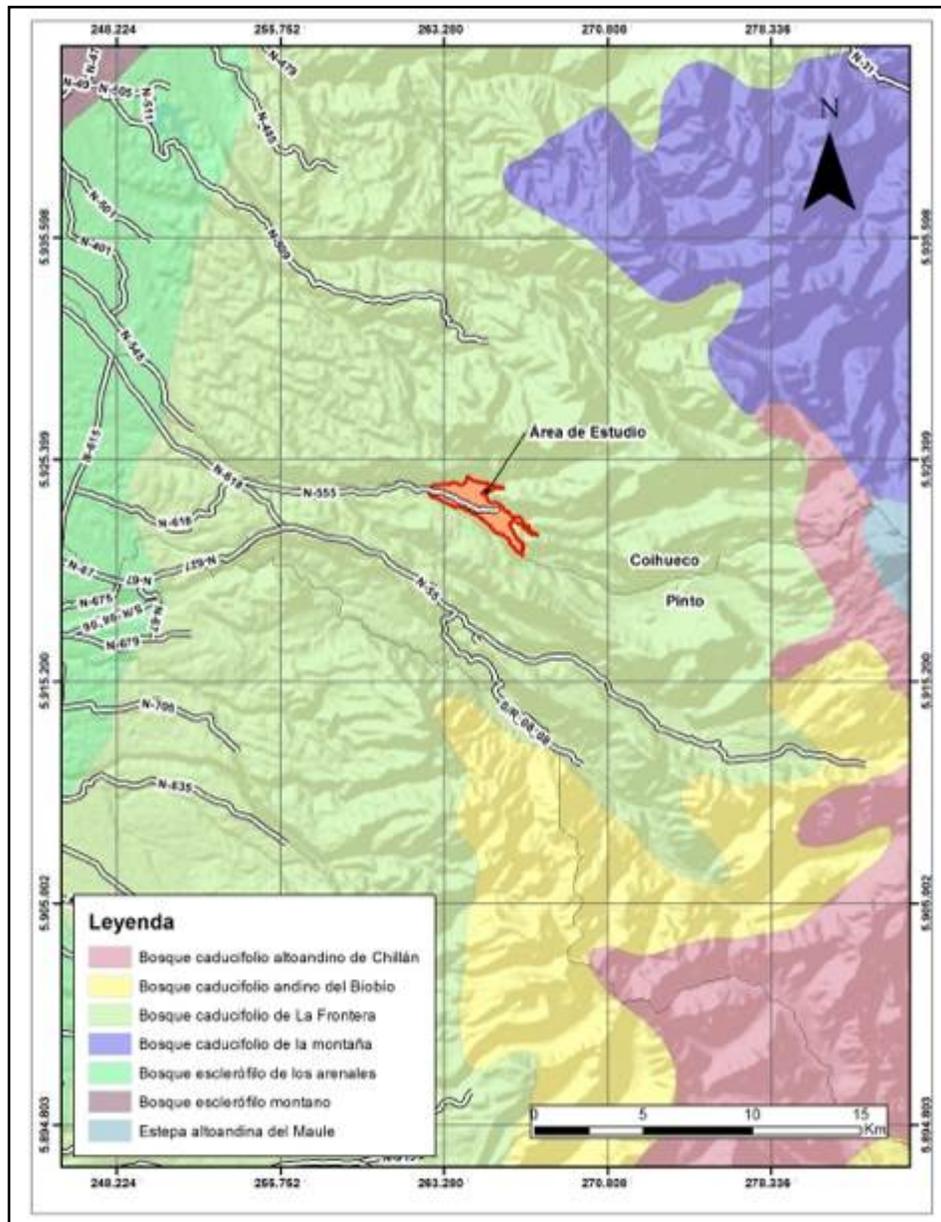


Figura 1: Formación vegetal en el área de estudio (modificada de Gajardo, 1984)

De acuerdo a la "Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile" (Luebert y Pliscoff 2006), el área de obras del proyecto se encuentra inserta en el "Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*" (Figura 2), el que se caracteriza por la presencia de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue* en el dosel superior con presencia diferencial de *Ribestriobum* y *Rhamnusdiffusus* en la estrata arbustiva. Esta formación se encuentra profundamente degradada por la tala selectiva, por lo que en la mayor parte de su extensión presenta la forma de un matorral arborescente abierto. En algunas situaciones ha sido totalmente reemplazado por áreas de cultivo agrícola. Su distribución es principalmente costera, pero la penetración de la influencia marina al sur de la Cordillera de

Nahuelbuta permite su presencia en localidades del interior, en situaciones más húmedas que el Bosque caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua* y *Cryptocarya alba*.

Gradualmente, este piso de vegetación se encuentra cercano al "Bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus obliqua* y *Austrocedrus chilensis*" el que alterna su distribución local en función de la exposición con bosques de *Austrocedrus chilensis* con especies esclerófilas, especialmente *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*, las que también se encuentran dentro del bosque caducifolio. *Nothofagus glauca* también es localmente abundante, en el sector precordillerano de Linares donde codomina junto con *Austrocedrus chilensis*. El estrato arbustivo es muy diverso, conformado por las esclerófilas ya mencionadas, además de *Ribes punctatum*, *Kageneckia oblonga*, *Aristotelia chilensis*, *Lomatia dentata*, *Lomatia hirsuta*, *Sophoramacrocarpa*, *Colletia ulcina*, *Ugnimolinae*, mientras que las principales herbáceas son *Elymus andinus* y *Osmorhiza chilensis*. Estos bosques llamados a veces de "roble de altura", podrían estar en realidad dominados por *Nothofagus macrocarpa* en lugar de *N. obliqua*, pero faltan antecedentes poblacionales para asegurarlo.

Este último de vegetación no intersecta directamente en el área de influencia del Proyecto, no obstante es una formación vecina que se relacionaría biogeográficamente con la vegetación de éste.

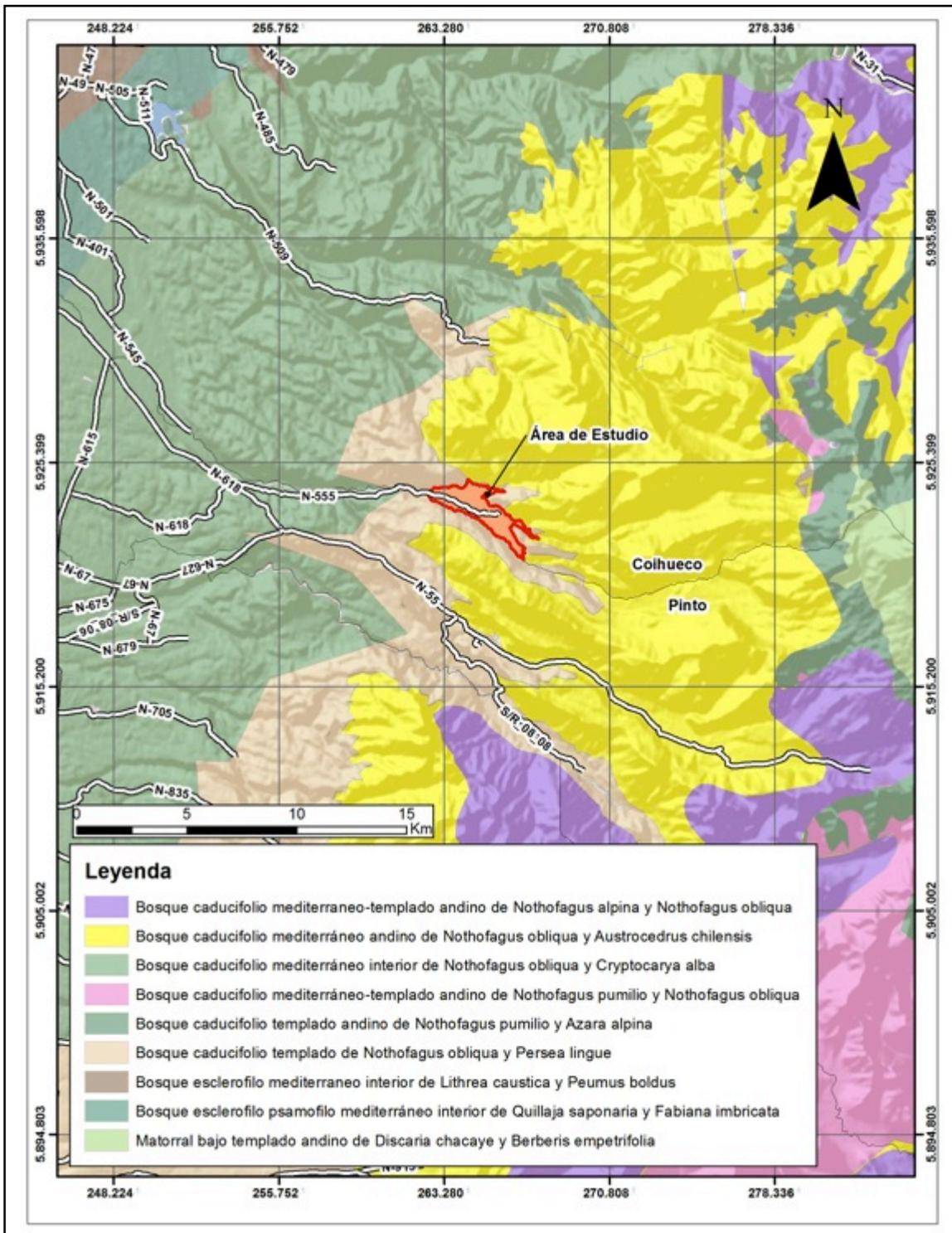


Figura 2: Piso de vegetación en el área de estudio (modificado de Luebert y Pliscoff, 2006)

4.2 Resultados de terreno

4.2.1 Vegetación del área de estudio

Para determinar la vegetación del área de estudio se levantaron puntos de muestreo (**Figura 3; Tabla 4**) en los cuales se determinaron 5 tipos de formaciones vegetacionales, (**Fotografías 1, 2, 3, 4 y 5**), asociada a 5 unidades de vegetación (**Tabla 5 y Figura 4**).

Tabla 4: Ubicación de los puntos de muestreo

N°	Coordenadas UTM (H 19, WGS 84)		Formación Vegetal
	E (m)	N (m)	
V-1	264.961	5.923.222	Bosque Renoval de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Persea lingue</i>
V-2	264.931	5.923.086	Pradera Perenne de <i>Bromus hordeaceus</i>
V-3	264.712	5.923.802	Bosque Pantanoso (Hualve) de <i>Drimys winteri</i> y <i>Myrceugenia exsucca</i>
V-4	263.305	5.923.396	Vegetación Ripariana de <i>Baccharis salicifolia</i> y <i>Galega officinalis</i>
V-5	264.289	5.923.250	Plantación de <i>Pinus radiata</i>

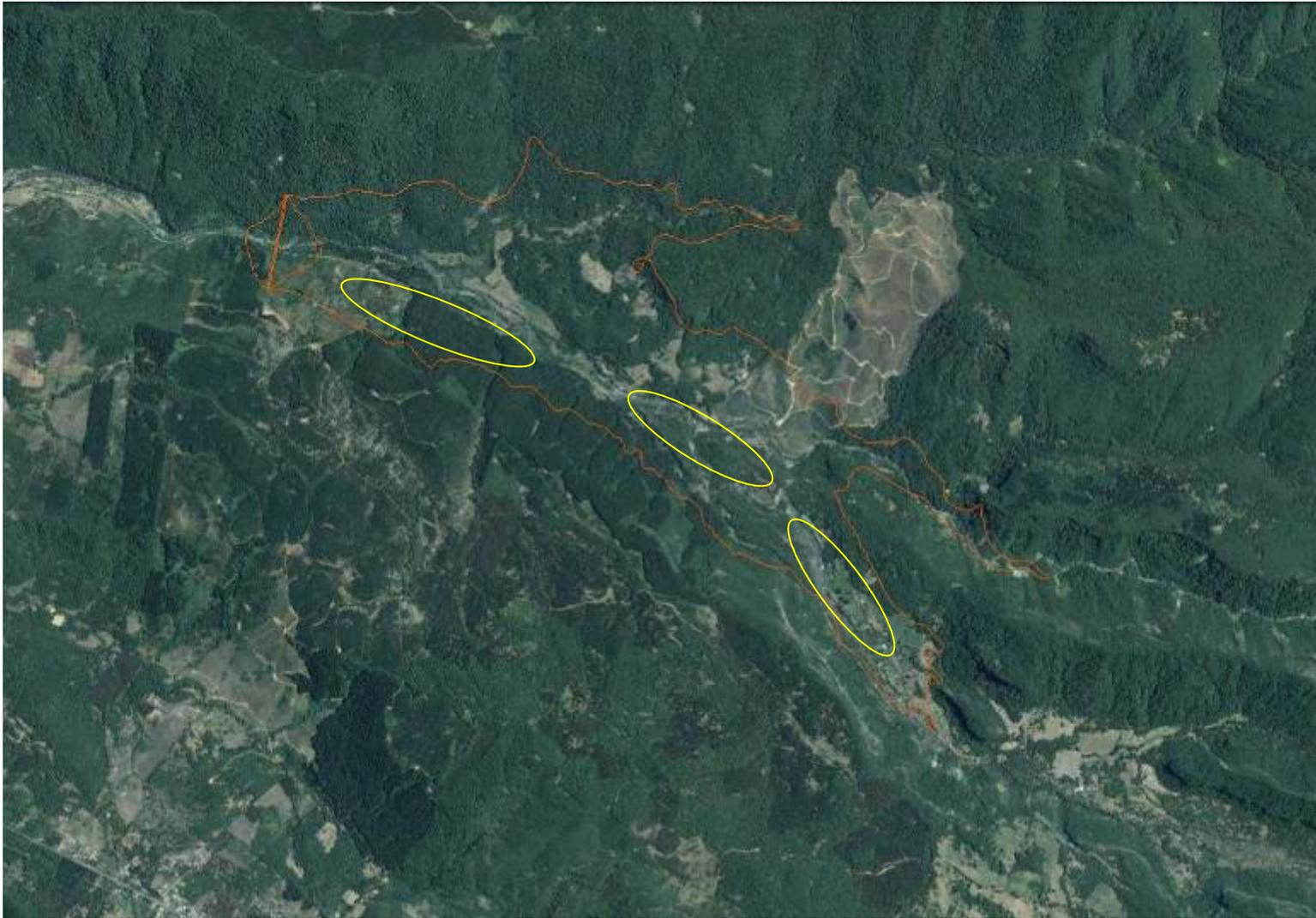


Figura 3: Sitios de muestreo en el área del proyecto (en amarillo. La línea roja muestra el área de inundación del embalse en el río Chillán.

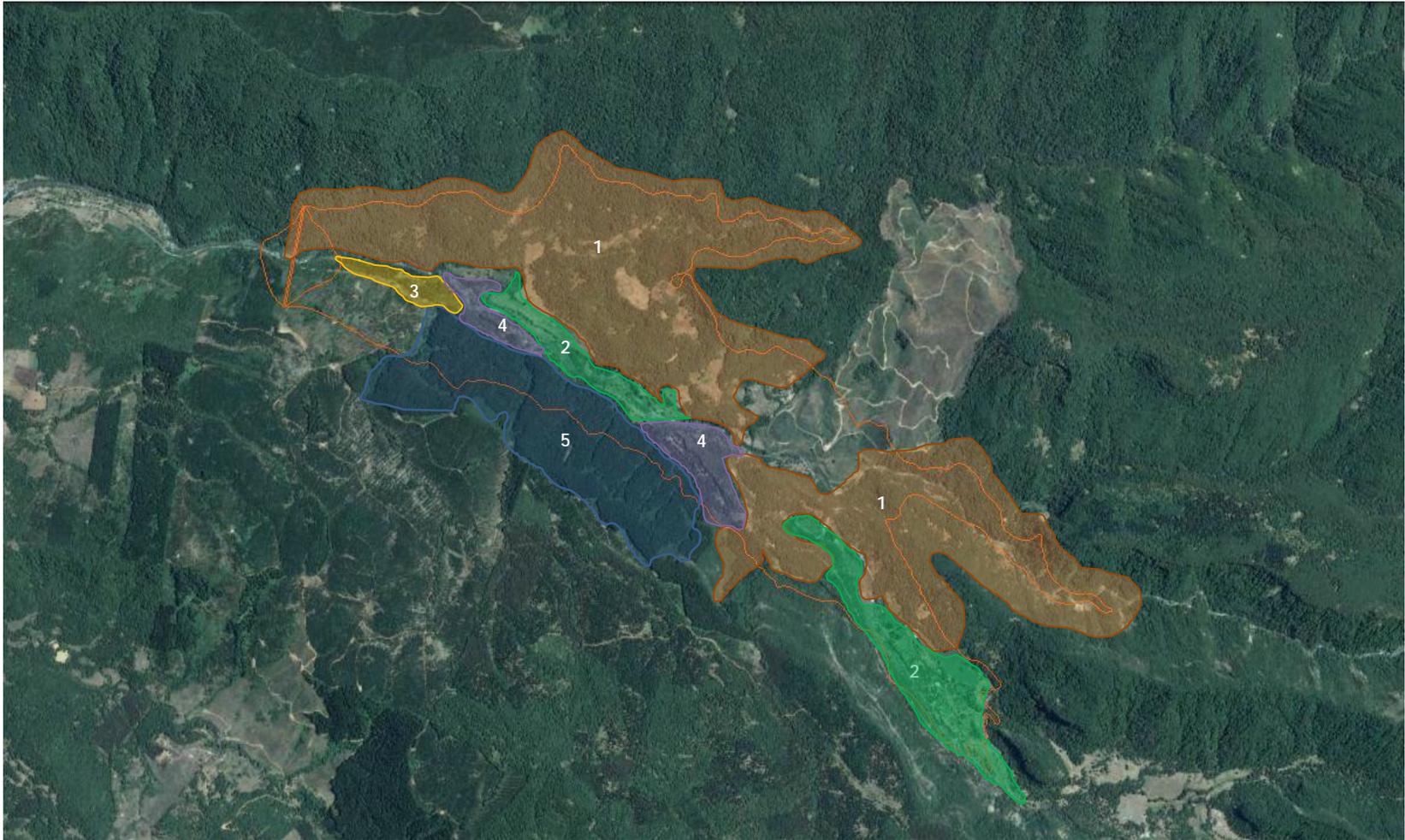


Figura 4: Formaciones vegetales en el área de estudio.

Tabla 5: Tabla de Unidades de vegetación

Formación vegetal	Formación según COT	Especies dominantes
Unidad vegetal		
Bosque poco denso	LA5 LB3 H1	NO PL AriCh
Pradera perenne densa	H6	bh ml ac rasa
Bosque denso	LA6 LB4	DW ME PL BC Cq As
Matorral muy claro	LB3 H4	Rm Ru Bs go
Plantación poco densa	LA5	PR

Fuente: Elaboración propia

Especies dominantes

Árbol Arbustos

NO: *Nothofagus obliqua* Cq: *Chusquea quila*

PL: *Persea lingue* As: *Azara serrata*

DW: *Drimys winteri* Rm: *Rubus ulmifolius*

ME: *Myrceugenia exsucca*

Rm: *Rosa moschata*

BC: *Blepharocalix cruckshankisii* Bs: *Baccharis salicifolia*

PR: *Pinus radiata*

AriCh: *Aristotelia chilensis*

Hierbas

bh: *Bromus hordeaceus*

ml: *Medicago lupulina*

ac: *Airacaryophyllea*

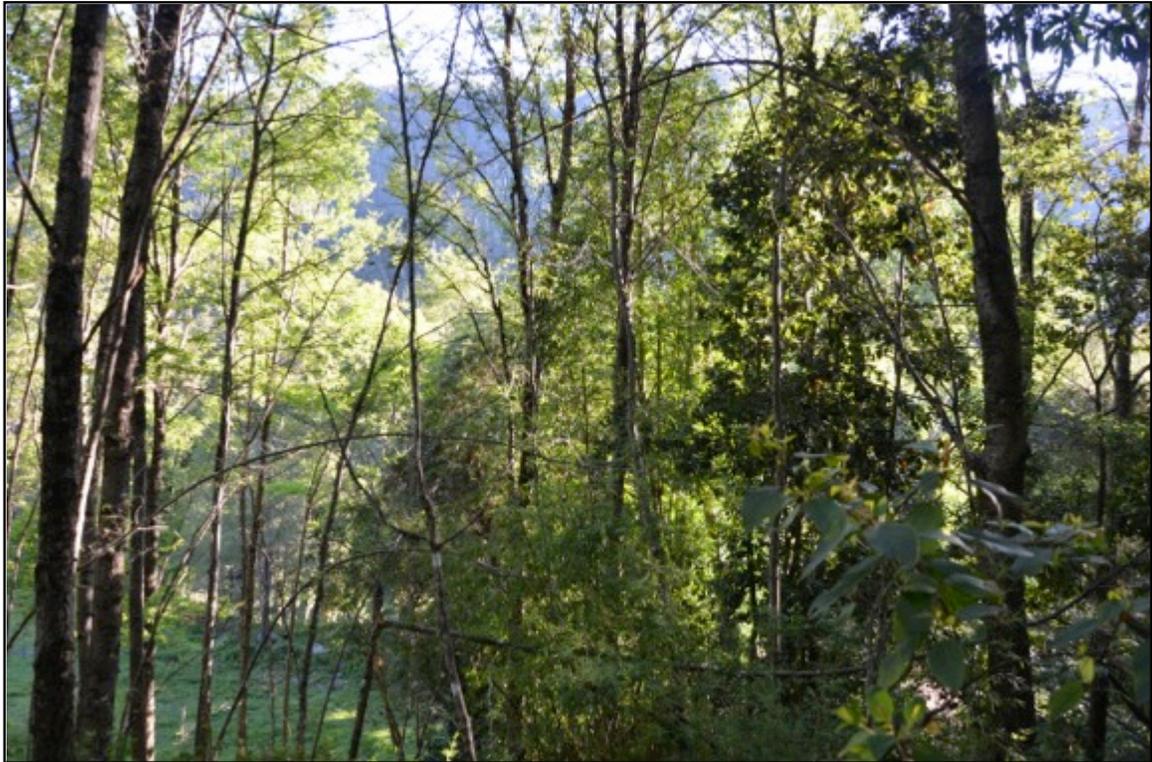
ra: *Rumex acetocella*

sa: *Scleranthus annuus*

go: *Galega officinalis*

1. Bosque renoval de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue* (LA5 LB3 H1).

Formación boscosa caducifolia que se encuentra principalmente en zonas de laderas. La composición específica puede variar dependiendo del grado de perturbación que recibe esta formación, el estrato leñoso alto de *Nothofagus obliqua*, *Persea lingue* e individuos aislados de *Nothofagus alpina* posee una cobertura poco densa, la cual permiten el ingreso lumínico facilitando la colonización del estrato leñoso bajo con especies heliófilas como *Aristotelia chilensis* y en menor grado de *Rubus constrictus*. El estrato herbáceo es muy escaso y no hay dominancia por parte de alguna especie.



Fotografía 1: Bosque Renoval *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*

2. Pradera perenne de *Bromus hordeaceus* (H6)

Las pequeñas zonas planas aledañas al río, permiten el establecimiento de un mosaico de elementos vegetales cuya dominancia por parte de herbáceas como *Bromus hordeaceus* permiten la configuración de una pradera densa con especies mayoritariamente perenne (*Plantagolanceolata*, *Rumexacetosella* y *Medicagolupulina*), donde es posible encontrar individuos aislados arbóreos (*Austrocedrus chilensis*, *Persea lingue*, *Citronella mucronata* o *Sophoramacrocarpa*) como arbustivo (*Ribes punctatum*, *Solanum crispum* o *Rubus ulmifolius*). La presencia de estos últimos corresponde a una versión muy degradada de lo que fue la formación dominante anterior, como consecuencia del alto grado de intervención antrópica.



Fotografía 2: Pradera Perenne de *Bromus hordeaceus*

3. Bosque pantanoso (hualve) de *Drimys winteri* y *Myrceugenia exsucca* (LA6 LB4).

Formación boscosa perennifolia densa (de 75 a 90%), ubicados en depresiones que permiten una alta concentración de humedad edáfica. Es una comunidad muy homogénea en cuanto a su composición, dominada principalmente por "Canelo" (*Drimys winteri*) y Mirtáceas (*Blepharocalixcruckshankisi* y *Myrceugenia exsucca*) en el estrato leñoso alto con alturas que llegan a los 10 m de altura. La presencia dominante de "Quila" (*Chusquea quila*) en el estrato leñoso bajo se da preferentemente en lugares de mayor pendiente y con menor humedad.



Fotografía 3: Bosque Pantanoso (Hualve) de *Drimys winteri* y *Myrceugenia exsucca*

4. Vegetación ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Galega officinalis* (LB13 H4).

Zona aledaña al curso de agua, de sustrato arenoso con cantos rocosos rodados, que están afectos a inundaciones temporales la cual permite el establecimiento de pequeños parches de vegetación en zonas de mayor estabilidad mecánica. La cobertura y distribución de esta comunidad se desarrolla de forma heterogénea permitiendo el desarrollo de individuos de "Chilca" (*Baccharis salicifolia*) y en el estrato leñoso bajo acompañado por "Galega" (*Galega officinalis*) en el estrato herbáceo, la cual es ampliamente dominante a lo largo de esta unidad.



Fotografía 4: Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Galega officinalis*

5. Plantación de Pino (LA5).

Pequeño rodal denso (75 a 90%) compuesto en su totalidad por *Pinus radiata* en el estrato leñoso alto, con alturas que van desde los 8 a 12 m. El estrato leñoso bajo sólo presenta algunos individuos ocasionales de "Maqui" (*Aristotelia chilensis*) y "Rosa mosqueta" (*Rosa moschata*). El estrato herbáceo no presenta dominancia por parte de alguna a especie, al menos durante la fecha de la campaña de terreno.



Fotografía 5: Plantación de *Pinus radiata*

4.2.2 Flora del área de estudio

La flora registrada en el área de estudio alcanza a 88 especies de plantas vasculares distribuidas en 57 familias y 82 géneros, correspondientes al 29,8 % y 8,0 % del número estimado para Chile continental (Marticorena, 1990; **Tabla 6**).

Tabla 6: Flora del área de estudio

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
Adiantaceae	<i>Cheilanthes hypoleuca</i> (Kunze) Mett.	Herbáceo	Nativo
Aextoxicaceae	<i>Aextoxicon punctatum</i> R. et P.	Arbóreo	Nativo
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea salcilla</i> (L.) Herb.	Herbáceo	Endémico
Amaryllidaceae	<i>Gilliesia graminea</i> Lindl.	Herbáceo	Endémico
Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabr..	Arbóreo	Nativo
Apiaceae	<i>Sanicula crassicaulis</i> Poepp. ex DC.	Herbáceo	Nativo
	<i>Ozmorhiza chilensis</i> H. et A.	Herbáceo	Nativo
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (R. et P.) Pers.	Arbustivo	Nativo
	<i>Leontodontaraxacoides</i> (Vill.) Mérat	Herbáceo	Alóctono
	<i>Sonchus asper</i> (L.) J. Hill	Herbáceo	Alóctono
Berberidaceae	<i>Berberis congestiflora</i> Gay	Arbustivo	Endémico
	<i>Berberis microphylla</i> G. Forster	Arbustivo	Nativo
Blechnaceae	<i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett.	Herbáceo	Nativo
	<i>Blechnum hastatum</i> Kaulf.	Herbáceo	Endémico
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.	Herbáceo	Alóctona
Brassicaceae	<i>Cardamine</i> sp.	Herbáceo	----
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> sp.	Arbustivo	----
Cardiopteridaceae	<i>Citronella mucronata</i> (R. et P.) D. Don	Arbóreo	Endémico
Caryophyllaceae	<i>Scleranthus annuus</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Stellaria chilensis</i> Ped.	Herbáceo	Nativo
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i> (Mol.)	Arbóreo	Nativo
Cupressaceae	<i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don) Pic. Ser. et Bizz	Arbóreo	Nativo
Cyperaceae	<i>Uncinia</i> sp.	Herbáceo	-----
Dryopteridaceae	<i>Polystichum chilense</i> (Christ) Diels	Herbáceo	Nativo
Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stuntz	Arbóreo	Nativo
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> H.B.K.	Herbáceo	Nativo
Flacourtiaceae	<i>Azara serrata</i> Ruiz & Pav.	Arbustivo	Endémico

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
Geraniaceae	<i>Erodiumbothrys</i> (Cav.) Bertol.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Geraniumcore-core</i> Steud.	Herbáceo	Nativo
Gunneraceae	<i>Gunneratinctoria</i> (Mol.) Mirb.	Herbáceo	Nativo
Hydrangeaceae	<i>Hydrangeaserratifolia</i> (H. et A.) F. Phil.	Herbáceo	Nativo
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia secunda</i> J.F. Gmel.	Herbáceo	Nativo
Iridaceae	<i>Olsyniumjunceum</i> (E. Mey. Ex K. Presl) Goldbl.	Herbáceo	Endémico
	<i>Solenomeluspedunculatus</i> (Gill. ex Hook.) Hochr.	Herbáceo	Endémico
Lamiaceae	<i>Stachysgrandidentata</i> Lindl.	Herbáceo	Nativo
Lardizabalaceae	<i>Boquilatrifoliolata</i> (DC) Dcne	Herbáceo	Nativo
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i> (Mol.) Looser	Arbóreo	Endémico
	<i>Persea lingue</i> (Miers ex Bert.) Nees	Arbóreo	Nativo
Monimiaceae	<i>Laureliopsisphilipiana</i> (Looser) schoedd	Arbóreo	Endémico
Myrtaceae	<i>Blepharocalixcruckshankisii</i> (H. et A.) Nied.	Arbóreo	Nativo
	<i>Luma apiculata</i> (DC) Burret	Arbóreo	Nativo
	<i>Myrceugenia exsucca</i> (DC) Berg.	Arbóreo	Nativo
	<i>Myrceugenia parvifolia</i> (DC.) Kausel	Arbóreo	Endémico
Nothofagaceae	<i>Nothofagus alpina</i> (R. et P.) Oerst.	Arbóreo	Nativo
	<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb) Oerst.	Arbóreo	Nativo
	<i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.) Oerst.	Arbóreo	Endémico
Onagraceae	<i>Fuchsiamagellanica</i> Lam.	Arbustivo	Nativo
Orchidaceae	<i>Gavilealongibracteata</i> (Lindl.) Sparre ex L.E. Navas (Lam.) Garay & Ormd.	Herbáceo	Endémico
Oxalidaceae	<i>Oxalisvaldiviensis</i> Barn.	Herbáceo	Nativo
Papilionaceae	<i>Galega officinalis</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Lupinusmicrocarpus</i> Sims	Herbáceo	Nativo
	<i>Medicagolupulina</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Otholobiumglandulosum</i> (L.) Grimes	Arbustivo	Endémico
	<i>Sophoracassioides</i> (Phil.) Sparre	Arbóreo	Endémico
	<i>Sophoramacrocarpa</i> J. E. Sm.	Arbóreo	Endémico
	<i>Trifolium arvense</i> L.	Herbácea	Alóctono
	<i>Vicia sativa</i> L.	Herbáceo	Alóctono

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
Philesiaceae	<i>Lapageria rosea</i> R. et P.	Arbustivo	Endémico
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i> D. Don	Arbóreo	Alóctono
	<i>Pseudotsugamenziesii</i> (Mirb.) Franco	Arbóreo	Alóctono
Plantaginaceae	<i>Plantagolanceolata</i> L.	Herbáceo	Alóctono
Poaceae	<i>Airacaryophyllea</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Herbáceo	Alóctono
	<i>Chusqueaculeou</i> Desv.	Arbustivo	Nativo
	<i>Chusquea quila</i> Kunth	Arbustivo	Nativo
Podocarpaceae	<i>Podocarpussaligna</i> D. Don	Arbóreo	Endémico
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckiahastulata</i> (J. E Jm) Johnst.	Arbóreo	Nativo
	<i>Rumexacetosella</i> L.	Arbustiva	Alóctono
Proteaceae	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam) Diels ex Macbr	Arbóreo	Nativo
Quillajaceae	<i>Quillaja saponaria</i> Mol.	Arbóreo	Endémico
Rhamnaceae	<i>Discariachacaye</i> (G. Don) Tort.	Arbustivo	Nativo
Rosaceae	<i>Acaenaargentea</i> R. et P.	Herbáceo	Nativo
	<i>Acaenaovalifolia</i> R. et P.	Herbáceo	Nativo
	<i>Potentilla chiloensis</i> (L.) Mabb.	Herbáceo	Nativo
	<i>Rosa moschata</i> Herm.	Arbustivo	Alóctono
	<i>Rubusulmifolius</i> Schott	Arbustivo	Alóctono
Rubiaceae	<i>Galiumhypocarpium</i> (L.) Endl. Ex Griseb.	Herbáceo	Nativo
	<i>Nerteragranadensis</i> (Mutis ex L. F) Druce	Herbáceo	Nativo
Salicaceae	<i>Populus x-euroamericana</i> Cv	Arbóreo	Alóctono
Santalaceae	<i>Myoschilo oblonga</i> R. et P.	Arbustivo	Nativo
Saxifragaceae	<i>Ribes punctatum</i> R. et P.	Arbustivo	Nativo
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria corymbosa</i> R. et P.	Arbustivo	Alóctono
	<i>Ourisaruelloides</i> (L.f.) Kuntze.	Herbáceo	Nativo
	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Herbáceo	Alóctono
Solanaceae	<i>Solanum crispum</i> R. et P.	Arbustivo	Nativo

Familia	Especie	Tipo Biológico	Origen Geográfico
Thymelaceae	<i>Ovidia pillopillo</i> (Gay) Meisn.	Arbustivo	Nativo
Verbenaceae	<i>Rhaphitamnus spinosus</i> (A. L. Juss.) Mol.	Arbustivo	Nativo
Violaceae	<i>Viola portalesia</i> Gay	Herbáceo	Endémica
Vitaceae	<i>Cissus striata</i> Ruiz & Pav.	Herbáceo	Nativo
Winteraceae	<i>Drimys winteri</i> J.R. et G. Forster	Arbóreo	Nativo

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 7** se presenta un resumen sistemático con las familias de mayor representación en la flora local. La familia Papilionaceae es la más abundante con 8 especies, seguida de la familia Rosaceae con 5 especies. Las familias Poaceae y Myrtaceae se encuentran presentes con 4 especies, mientras que la familia Scrophulariaceae tiene 3 especies (**Figura 4**). De las 57 familias presentes, 40 de ellas (70,1 %) están representadas por una sola especie.

Tabla 7: Familias con mayor riqueza en el área de estudio

Familia	Total	(%)
Papilionaceae	8	14,0
Rosaceae	5	8,7
Myrtaceae	4	7,1
Poaceae	4	7,1
Scrophulariaceae	3	5,2

Fuente: Elaboración propia

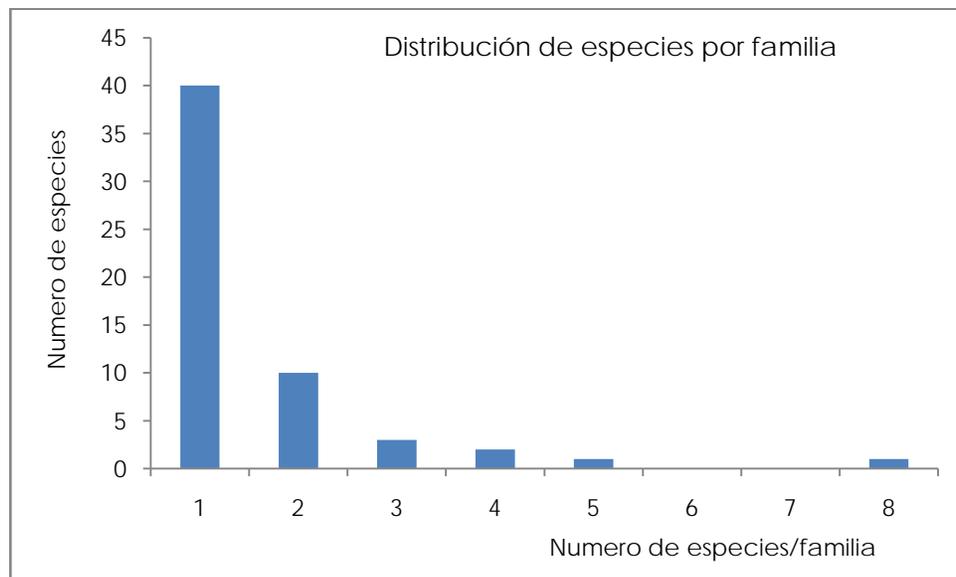


Figura 4: Distribución del número de especies por familia.

La forma de vida más frecuente y predominante es la herbácea con un 50,0%, luego el arbóreo con un 27,2 % y finalmente el arbustivo con un 22,7% del total de la flora vascular presente (**Figura 5**).

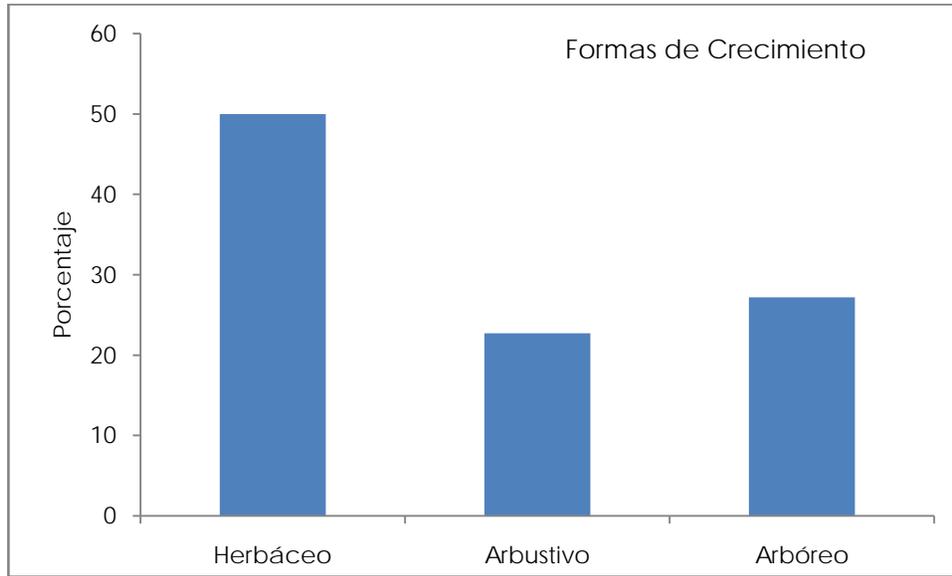


Figura 5: Formas de crecimiento de la flora presente en el área del proyecto

Desde el punto de vista geográfico, la flora registrada está compuesta en un 56,8 % de taxa nativos, en tanto los alóctonos asilvestrados en un 21,6 % y endémicos en un 21,6 % (**Figura 6**).

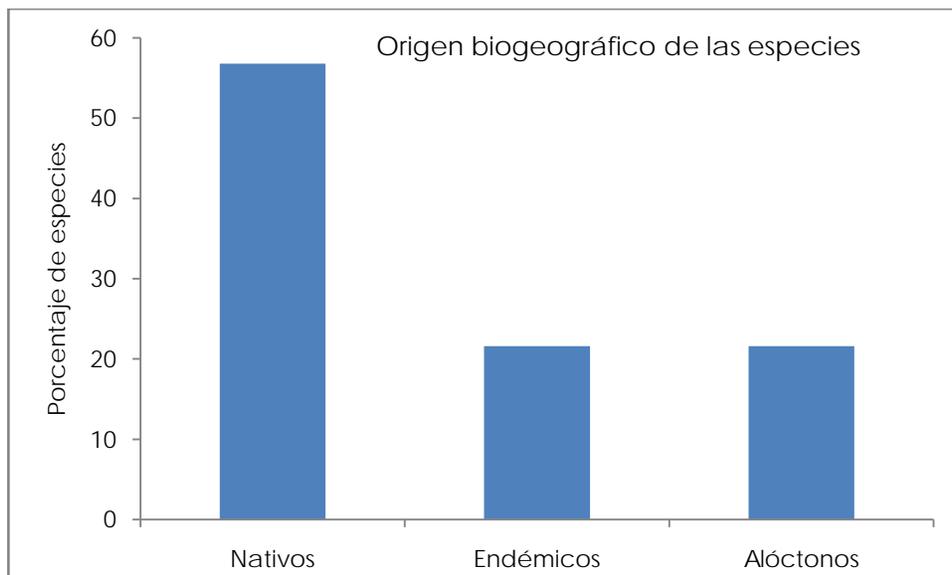


Figura 6: Origen geográfico de la flora presente en el área del proyecto

La relación entre formas de crecimiento y origen biogeográfico de las especies muestra que las especies nativas son las más abundantes en los tres grupos. Las especies arbóreas son las que presentan el mayor grado de endemismo (33,3 %), mientras que por el contrario, las especies herbáceas son las que presentan el mayor número de taxa introducidos (29,5 %), (Figura 7).

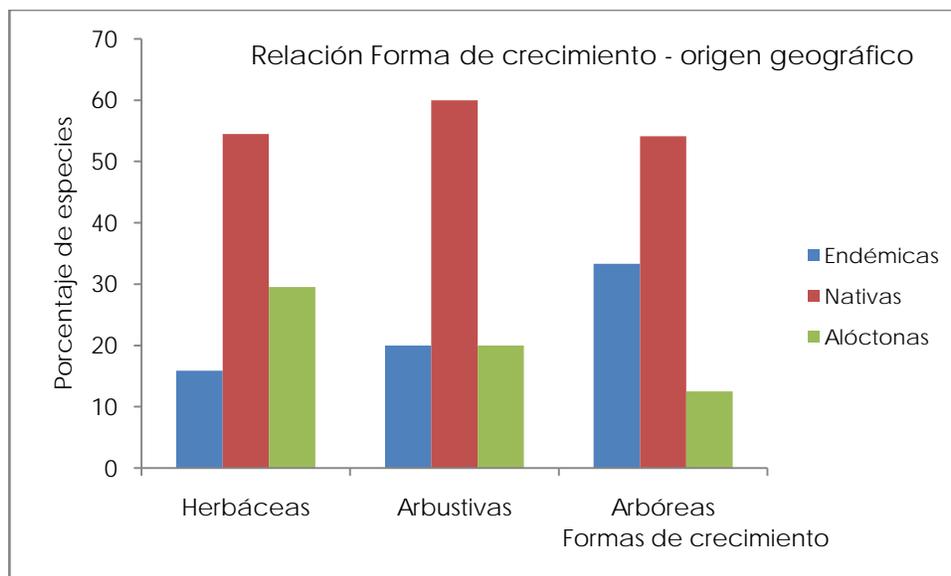


Figura 7: Relación entre formas de crecimiento y origen biogeográfico de las especies.

4.2.3 Especies en categoría de conservación

En el área de estudio se detectó la presencia de 7 especies en categoría de conservación, las cuales se indican a continuación:

Citronella mucronata: está clasificada como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 13 del 2013 del Ministerio del Medio Ambiente.

Austrocedrus chilensis: está clasificada como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 42 del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente.

Blechnum chilense: está clasificada como Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 19 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

Gilliesia graminea: está clasificada como Vulnerable por el Decreto Supremo N° 13 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente.

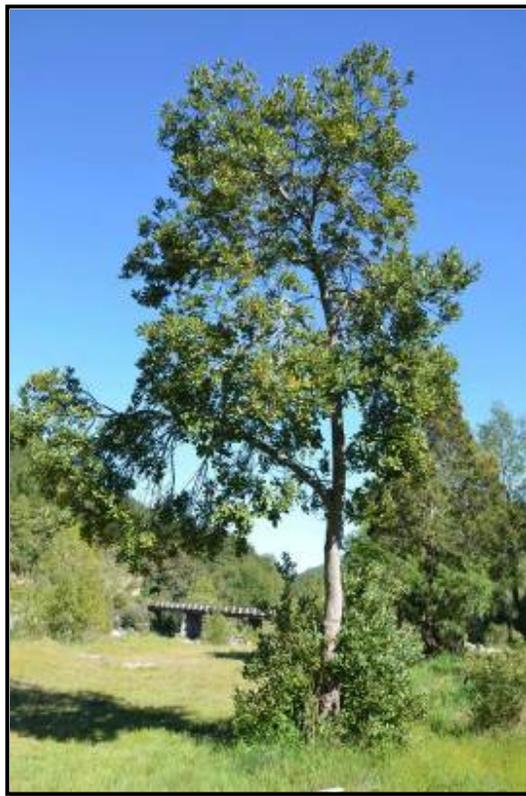
Blechnum hastatum: está clasificada como Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 19 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

Persea lingue: está clasificada como Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 42 del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente.

Lapageria rosea: es una especie protegida por el DS 129/71 que prohíbe el arranque, transporte, tenencia y comercia de copihues.



Fotografía 6: Detalle de rama de *Austrocedrus chilensis* (Ciprés de la Cordillera).



Fotografía 7: Ejemplar de *Persea lingue* (lingue)



Fotografía 8: Ejemplar de *Blechnum chilense*).



Fotografía 9: Detalle de fronda de *Blechnum hastatum*)



Fotografía 10: Ramas de *Citronella mucronata* (naranjillo)



Fotografía 11: Ejemplar de *Gilliesia graminea*.

5 CONCLUSIONES

En el área del proyecto se determinaron 5 tipos de formaciones vegetacionales, asociadas a 5 unidades de vegetación.

Dentro de los resultados encontrados se detectó la presencia de 88 especies de flora vascular, las cuales estaban distribuidas en 57 familias y 82 géneros, correspondientes al 29,8 % y 8,0 % del estimado para Chile continental. Estas especies presentan un 56,2 % de taxa nativos, 21,6 % de alóctonos asilvestrados y 21,6 % endémicos de Chile.

La familia mejor representada fue la Papilionaceae con 7 géneros seguida de la familia Rosaceae con 6 y Poaceae y Scrophulariaceae con 4, respectivamente.

Se detectó la presencia de 7 especies en categorías de conservación. El "Ciprés de la cordillera" (*Austrocedrus chilensis*) y el "Lingue" (*Persea lingue*) como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 42 del 2012 del Ministerio de Medio Ambiente; los helechos "Costilla de Vaca" (*Blechnum chilense*) y "Quil quil" (*Blechnum hastatum*) clasificados con Preocupación Menor por el Decreto Supremo N° 19 del 2013 del Ministerio de Medio Ambiente y finalmente el "Naranjillo" (*Citronella mucronata*) clasificado como Casi Amenazado por el Decreto Supremo N° 13 del 2013 del Ministerio del Medio Ambiente. *Gilliesia graminea* está clasificada como Vulnerable por el Decreto Supremo N° 13 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente y *Lapageria rosea* es una especie protegida por el DS 129/71 que prohíbe el arranque, transporte, tenencia y comercia de copihues.

En área de influencia directa del proyecto presenta una intervención antrópica significativa que se manifiesta en plantaciones de especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*), así como en praderas abandonadas donde predominan las especies herbáceas perennes.

6 BIBLIOGRAFÍA

- BELMONTE, E., FAUNDEZ, L., FLORES, J. HOFFMANN, A., MUÑOZ, M., TEILLIER, S. 1998. Estado de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.
- BENOIT, I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. 157 p.
- ETIENNE, M. & C. PRADO. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de la ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Revista Ciencias Agrícolas, 10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.
- GAJARDO, R. 1993. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- LUEBERT, F Y PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 p.
- MARTICORENA, C. & M. Quezada 1985. Catálogo de la Flora Vasculare de Chile. GayanaBot. 42: 1-157.
- MINSEGPRES. 2007. DS 151/2007: Primera Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago de Chile. Diario Oficial N° 38.722 del 24 de Marzo de 2007. Página 10.
- MINSEGPRES. 2008a. DS 50/2008: Segunda Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago de Chile. Diario Oficial N° 39.100 del 30 de Junio de 2008. Página 3.
- MINSEGPRES. 2008b. DS 51/2008: Tercera Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago de Chile. Diario Oficial N° 39.100 del 30 de Junio de 2008. Página 4.
- MINSEGPRES. 2009. DS 23/2009: Cuarta Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago de Chile. Diario Oficial N° 39.355 del 7 de mayo de 2009. Páginas 6 y 7.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2012. DS 33/2012: Quinta Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio del Medio ambiente. Santiago de Chile. Diario Oficial N°40.198 del 27 de febrero de 2012. Página 5.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2012. DS 41/2012 y 42/2012: Sexta y Séptima Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago de Chile. Diario Oficial N°40.234 del 11 de abril de 2012. Páginas 13, 14 y 15.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2012. DS 19/2012. Octava Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio Secretaría del Medio Ambiente. Santiago de Chile. Diario Oficial N° 40.482 del 11 de febrero de 2013.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2013. DS13/2013. Novena Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago de Chile. Diario Oficial N° 40.617 del 25 de Julio de 2014.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2013. DS13/2013. Décima Clasificación de Especies según su estado de Conservación. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago de Chile. Diario Oficial N° 40.945 del 29 de Agosto de 2014.

RAVENNA, P., TELLIER, S., MACAYA, J., RODRIGUEZ, R & ZÖLLNER. 1998, Estado de Conservación de las plantas bulbosas (Angiospermas-Monocotiledóneas, neófitas y con perigonio corolino) de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 47-68.

RIEDEMANN, P., ALDUNATE G. & TELLIER S. 2006. Flora Nativa de Valor Ornamental: Chile, Zona Norte, Identificación y Propagación. Edición Corporación Jardín Botánico Chagual. (1era Edición). Santiago, Chile. 404 p.

ZULOAGA, F. O.; O. MORRONE Y M. BELGRANO (EDS). 2009. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. En: <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>. Fecha de consulta: Marzo-Diciembre 2013

Anexo 4
Informe de Prospección Arqueológica

INFORME DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA SUPERFICIAL PROYECTO PREFACTIBILIDAD EMBALSE CHILLÁN, REGIÓN DE BIBOBIO.

Rafael Labarca Encina
Arqueólogo

I. Introducción

El presente informe entrega los resultados de la inspección visual referente al patrimonio cultural arqueológico y patrimonial del proyecto de prefactibilidad del Embalse Chillán, emplazado en la precordillera de la provincia de Ñuble, Región de Bío-Bío. La realización de este proyecto ayudará a satisfacer las demandas de riego de las comunidades ubicadas en la cuenca del río Chillán, específicamente aquellas emplazadas en las comunas de Pinto, Coihueco, Chillán y Chillán Viejo. El área presenta un escaso desarrollo arqueológico (ver más adelante) por lo que gran parte de la prehistoria del área es desconocida.

II. Marco legal

El patrimonio cultural de una nación comprende no sólo los vestigios tangibles (actuales y pretéritos) generados por ésta, sino que también todas aquellas manifestaciones de carácter no material (p.e bailes, tradiciones orales, etc). La arqueología, como ciencia, tiene entre sus objetivos principales la reconstrucción del pasado a través de los restos materiales, por lo que es la encargada de estudiar, difundir y proteger una porción importante del patrimonio cultural de un país, el que posee un enorme valor en sí mismo ya que constituye un registro único e irrepetible.

El principal cuerpo legal que norma sobre el Patrimonio Cultural es la Ley Nº 17.288 de Monumentos Nacionales, publicada en el Diario Oficial el 04 de febrero de 1970. Esta ley declara en su Artículo 1º que: *“Son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes; las piezas u objetos antropo-arqueológicos, paleontológicos, o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la historia, al arte o la ciencia”*. Es importante señalar que esta definición no hace diferencias temporales, ya que la arqueología tiene su campo de acción tanto en momentos prehistóricos como históricos.

Más adelante, en su Título V, Artículo 21° expresa que todos los monumentos nacionales pertenecen al estado: *“Por el sólo ministerio de la Ley son Monumentos Arqueológicos de propiedad del Estado los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antropo-arqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional. Para los efectos de la presente Ley quedan comprendidas también las piezas paleontológicas y los lugares donde se hallaren”*.

Por su parte, La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 09 de marzo de 1994 asegura la protección de éstos y en general del medio ambiente al establecer en su Artículo 10° que: *“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.*

Las investigaciones arqueológicas cualquier índole se encuentran normadas a través de Decreto Supremo N° 484 del Ministerio de Educación, que contiene el Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas, publicado en el Diario Oficial el 02 de abril de 1991. Este reglamento define en su artículo 2° una prospección como *“El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de material de superficie”*.

III. Área de estudio

El proyecto se emplaza en la región precordillerana de la provincia de Ñuble, región de BíoBío, entre las coordenadas (WGS 84): 254867/5924368 y 267529/5922001. Presenta una extensión aproximada de 5,2 km lineales e inundará parte de la cuenca del río Chillan y uno de sus afluentes, el río San José. Se trata de un área parcialmente intervenida antrópicamente, en donde destacan pequeños parches desprovistos de vegetación nativa antiguamente usados para plantaciones, extensas áreas de bosques de pino y eucaliptus, y, fundamentalmente en el tercio superior y en cotas altas, bosque nativo (Figura 1 y 2). La capacidad del futuro embalse será de entre 150 Hm³ y 200 Hm³ y tiene por objetivo básico aumentar la eficiencia de riego existente en las comunas ubicadas inmediatamente aguas abajo, al tiempo que permitirá la utilización de terrenos que en la actualidad se encuentran en desuso. Se definió como área de influencia todo el sector de inundación incluyendo la presa que permitirá el acopio de las aguas. No se consideraron vías de accesos, botaderos, instalación de faenas u otros.

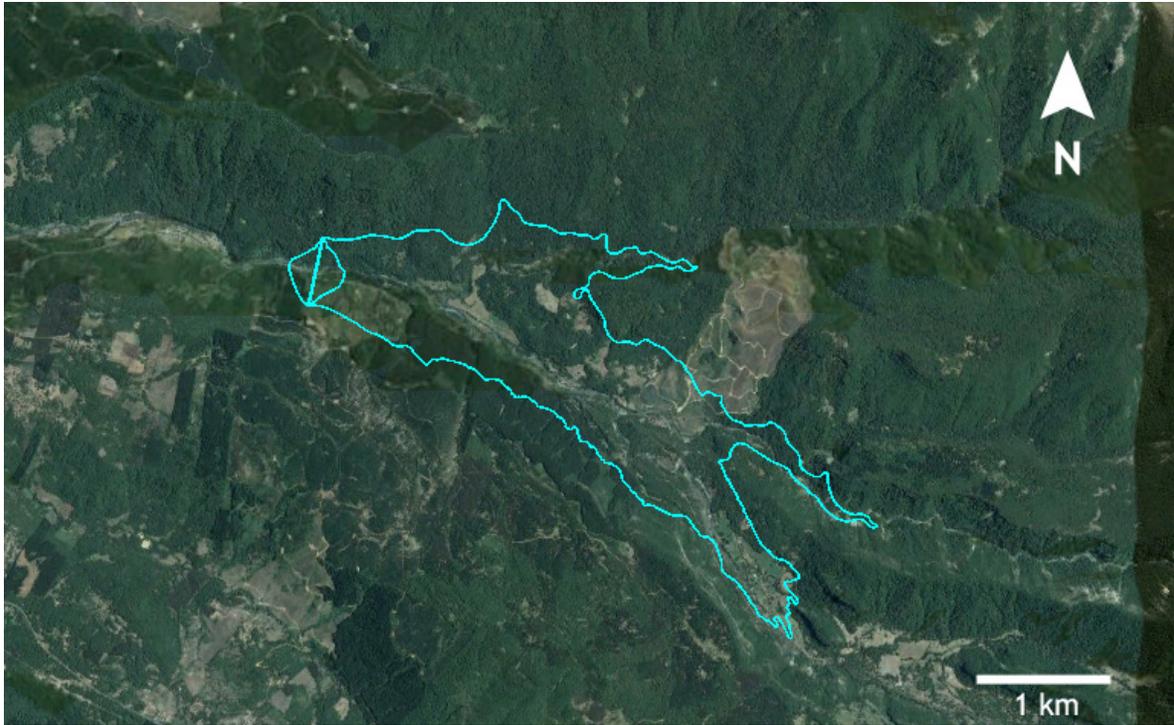


Figura 1. Ubicación del embalse Chillán

IV. Antecedentes

En lo que se refiere a Monumentos Nacionales, no existe declaratoria sobre ningún inmueble en el área de estudio, ya que estos se concentran fundamentalmente en el área urbana de Chillán y Chillán viejo. El Santuario de la Naturaleza Los Huemules de Niblinto es el área protegida más cercana al proyecto, pero ésta se ubica a más de 12 km al NE.

Arqueológicamente, la provincia de Ñuble es particularmente pobre en trabajos sistemáticos de investigación, no registrándose hasta la fecha estudios de largo aliento (p.e. FONDECYT). Hasta hace unos pocos años atrás, la información referente a las ocupaciones prehispánicas del lugar se extrapoló de áreas aledañas o se basaron en información general de la etnohistoria (p.e. Aldunate 1989). Estudios en áreas cordilleranas contiguas, no obstante, (Massone et al. 1994) sugieren que sectores similares en la provincia de Ñuble podrían presentar evidencias arqueológicas importantes.

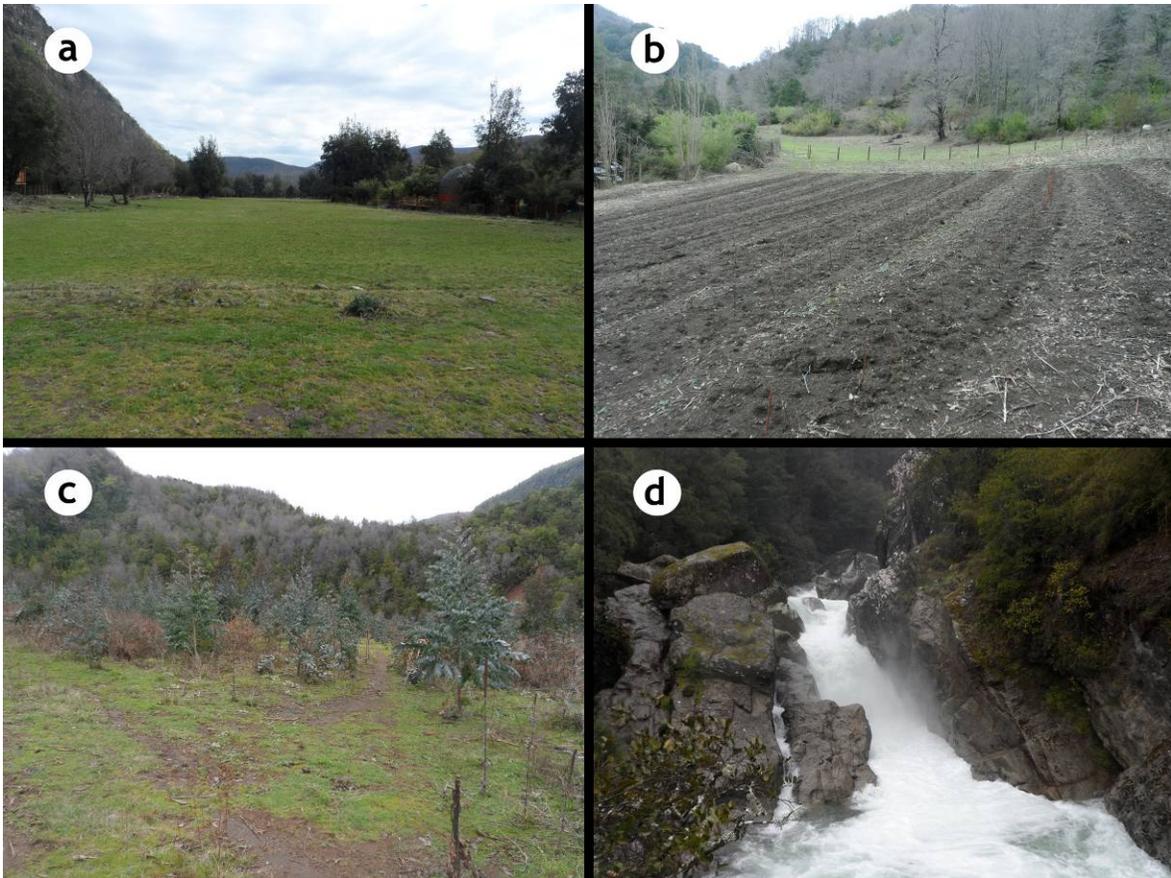


Figura 2. Distintas panorámicas del área de estudio. A. campos de cultivo en desuso (Foto 1 en Figura 2 del Apéndice 1); b. chacras pequeñas en uso (Foto 2 en Figura 2 del Apéndice 1); c. plantaciones de eucaliptus (Foto 3 en Figura 2 del Apéndice 1); d. río San José (Foto 4 en Figura 2 del Apéndice 1)

En la última década se han desarrollado estudios amparados en el sistema de evaluación ambiental, en distintos puntos de la provincia (p.e Sánchez 2002, 2004, Hermosilla 2009, Bahamondes 2009, Bustos 2012), los que sugieren una ocupación efectiva de la provincia en momentos prehispánicos. Quizás la única excepción es el trabajo de investigación de Quiroz y colaboradores en la cueva de Quilmo, ubicada al sur de la ciudad de Chillán (p.e Quiroz y Martínez 2009). En ésta se realizaron durante 2004 y 2005 pozos de sondeos con el objeto de caracterizar la ocupación del lugar, recuperándose restos culturales hasta los 2,1 m de profundidad. Se registró una ocupación alfarera en los primeros niveles, la que incluye un entierro humano flectado. Más abajo se observaron solo evidencias acerámicas, aunque los depósitos no han sido datados (Quiroz y Martínez 2009),

Aún cuando específicamente no hay trabajos arqueológicos en el área de Influencia del Proyecto, conviene señalar los resultados obtenidos por Sánchez, Hermosilla y Seelenfreund en las distintas etapas constructivas del Embalse Punilla en el río Ñuble y sus caminos de acceso, ubicados en la comuna de San Fabián de Alico (Seelenfreund 1999, Sánchez 2004, Hermosilla 2008, 2012), al norte del río Chillán. A este se suman los resultados de la prospección de la central hidroeléctrica de pasada en el mismo río, (Torres 2006). En el área del embalse Punilla se registraron un total de 18 sitios arqueológicos, los que fueron intervenidos con distintita intensidad a través de recolecciones superficiales y pozos de sondeo. Los yacimientos son en general poco densos en términos artefactuales y poco potentes estratigráficamente. A partir de la caracterización arqueológica realizada se pudo identificar sitios residenciales, con ocupaciones posiblemente reiterativas en el tiempo y otros de tareas específicas. En relación a la cronología, el análisis cerámico indico la presencia de grupos alfareros tempranos (500 d.C.?), aunque la mayoría de los sitios fueron adscritos a momentos alfareros tardíos. A estos se le suman yacimientos con ocupación histórica. Si bien se detectaron sitios solo con materiales líticos, las características de éstos conjuntos no muestran diferencias con aquellos de tiempos alfareros, por lo que no es posible asegurar la presencia de sitios Arcaicos (Sánchez 2004). Posteriormente, la prospección de uno de los caminos de acceso al embalse (Hermosilla 2012), permitió identificar un sitio ("Caracol"), de adscripción alfarera tardía. Por último, los trabajos en el marco del estudio de impacto de la central de Pasada Ñuble arrojaron la presencia de 15 sitios y dos aleros sin material cultural en superficie. La gran mayoría de éstos presentan material cerámico en superficie, lo que remitiría a ocupaciones alfareras. Al igual que lo observado en Punilla, se registraron sitios sólo con material lítico, pero la ausencia de estudios detallados no permite sugerir una profundidad temporal mayor para estos (Torres 2006).

V. Metodología de terreno

Previo a la visita de terreno, se realizó un estudio de las imágenes satelitales disponibles para el área con el objeto de poder definir los sectores factibles de ser prospectados, considerando aquellos lugares con buena visibilidad y accesibilidad. Éstos correspondieron en su gran mayoría a las áreas desprovistas de bosque y que no tuvieran una pendiente muy pronunciada. La Figura 1 del Apéndice 1, grafica la superficie predefinida en gabinete, la que alcanzó aproximadamente 999427 m².

Respecto de las actividades de terreno, se realizó una prospección arqueológica entendida como *"El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de superficie"* (D.S. 484, Artículo N°2). Particularmente para el caso de estudio, se consideró una prospección superficial pedestre sin recolección de materiales o excavación. Al respecto, la posibilidad de detectar videncias culturales, no obstante, se encuentra relacionada con las condiciones del lugar en donde se encuentran depositadas, así como las propiedades físicas de los propios objetos. Gallardo y Cornejo (1986) definen tres conceptos fundamentales que configuran

los resultados de una prospección arqueológica. El primero de ellos corresponde al de obtrusividad el que *“se relaciona a la naturaleza de los materiales arqueológicos (artefactos, ecofactos y rasgos) y a su ‘sensibilidad’ para ser descubiertos por una técnica específica”* (Gallardo y Cornejo 1986:413). De esta manera, la coloración, forma o tamaño de los elementos son características que delimitan su obtrusividad. Un segundo concepto se relaciona con la visibilidad, entendida de acuerdo a Gallardo y Cornejo (1986:413) como, *“las dificultades para que un observador pueda detectar la presencia de materiales culturales sobre o bajo el terreno”*. En este caso factores como la topografía o vegetación afectan directamente la visibilidad de los materiales arqueológicos. Finalmente, el tercer elemento que condiciona una prospección arqueológica es la accesibilidad ya que *“se encuentra vinculada a las constricciones impuestas sobre la movilidad del observador para alcanzar un determinado lugar”* (Gallardo y Cornejo 1986:414).

En función de la cantidad de material observable en superficie, las evidencias arqueológicas fueron divididas en tres categorías: Hallazgo aislado (hasta dos elementos arqueológicos), concentración arqueológica (entre 2 y 10 elementos arqueológicos asociados espacialmente) y sitio arqueológico (más de 10 elementos arqueológicos). Todas las evidencias fueron georreferenciadas y fotografiadas, utilizando una ficha general que reúne información básica referente a extensión, materialidad, etc.

La prospección arqueológica se realizó entre los días 2 y 4 de Septiembre del presente año.

VI. Resultados

La visita al área de estudio confirmó la impresión obtenida del estudio en gabinete, en relación a las dificultades para la realización de una prospección pedestre sistemática, debido a la baja visibilidad y accesibilidad que ésta presenta. La figura 2 del Apéndice 1, muestra el área efectivamente prospectada (878410 m²), la que representa un 87,8% de los polígonos previamente definidos y sólo un 20% del área total del embalse proyectado. En esta figura se indica igualmente la localización de todas las fotografías tomadas en terreno, las que se adjuntan en el mismo Apéndice 1.

Como se aprecia en la Figura 2 del Apéndice 1, casi la totalidad de la superficie prospectada se concentra en la caja del río Chillan y San José y en sus terrazas aledañas, puesto que las laderas de las cuencas presentan una marcada pendiente y una densa vegetación. Más aun, aquellos lugares de fácil acceso y relativamente planos, presentaron casi siempre una cubierta de pasto, lo que dificultaba la inspección del suelo (Figura 2). Considerando lo anterior, en aquellos lugares se optó por concentrar la prospección en sectores erosionados por la acción animal, o donde existiesen cortes estratigráficos o excavaciones (ver Apéndice 1b, Figuras 3 y 4, correspondientes a Fotos 5 y 6). Resulta interesante destacar que los materiales arqueológicos detectados en los sectores expuestos presentaron una buena obtrusividad, debido a que estos se encontraban “lavados” por las lluvias.

Se registraron un total de tres hallazgos aislados y un sitio arqueológico, los que se describen a continuación. La ubicación de éstos señala en el Apéndice 1, Figura 2, mientras que las coordenadas UTM se entregan en la Tabla 1.

Elemento	UTM	UTM
Hallazgo 1	266408	5921852
Hallazgo 2	265520	5923142
Hallazgo 3	265846	5922867
Sitio ECh-01	264860	5923738
	264808	5923701
	264764	5923719
	264752	5923766
	264757	5923797
	264762	5923829
	264812	5923780
	264869	5923747

Tabla 1. Coordenadas de las evidencias registradas en terreno.

1. ECh-01 (Figuras 3 a 6)

Corresponde a un sitio con material superficial disperso, observable principalmente en los sectores erosionados sin vegetación. Se ubica en la parte superior de un sector de lomajes sobre la caja del río Chillán, con pendiente hacia el E (Figura 3). Presenta una extensión aproximada de 12210 m². En el lugar se identificaron exclusivamente artefactos y desechos líticos, destacando manos de moler, raederas, preformas bifaciales y desechos primarios y secundarios de distinto tamaño, en obsidiana y posiblemente basalto (Figuras 4 a 6). En superficie se registraron abundantes espículas de carbón las que posiblemente se relacionen con quemas recientes. El tránsito de ganado parece ser el principal agente de alteración del sitio. No es posible establecer una cronología tentativa para el sitio, ya que no se registraron elementos diagnósticos.



Figura 3. Vista del emplazamiento del sitio ECh-01



Figura 4. Desechos líticos del sitio ECh-01



Figura 5. Mano de moler.



Figura 6. Raedera.

2. Hallazgo 1

Corresponde a un molino de morfología ovoidal, cuya ubicación original es desconocida, ya que fue recolectada por uno de los habitantes del sector. Aparentemente habría sido reutilizado en momentos recientes (Figura 7).



Figura 7. Hallazgo aislado 1: molino ovoidal.

3. Hallazgo aislado 2

Corresponde a un raspador de dorso alto confeccionado aparentemente en basalto (Figura 8). Los sectores adyacentes a éste hallazgo fueron revisados en detalle sin encontrar otras evidencias.

4. Hallazgo aislado 3

Corresponde a una raedera marginal con huellas de pisoteo recientes, confeccionada aparentemente en basalto (Figura 9). Los sectores adyacentes a éste hallazgo fueron revisados en detalle sin encontrar otras evidencias.



Figura 8. Hallazgo aislado 2: raspador de dorso alto.



Figura 9. Hallazgo aislado 3: raedera.

VII. Conclusiones

La prospección superficial efectuada en el área del embalse proyectado permitió la identificación de un sitio arqueológico y tres hallazgos aislados. Sin embargo, se debe considerar que el área efectivamente prospectada alcanzó sólo un 20% del total, debido a la mala accesibilidad y baja visibilidad. Pese a estos inconvenientes, la presencia de elementos de carácter prehispánico en el área ha quedado fehacientemente demostrada, por lo que no es posible descartar la existencia de más evidencias arqueológicas no advertidas en la visita que se informa. De materializarse el proyecto, se deberá realizar una nueva prospección arqueológica una vez que el área se encuentre completamente expropiada, la que deberá realizarse en momentos estivales, ya que la cubierta vegetal disminuye y los ríos y afluentes bajan considerablemente sus torrentes, facilitando el desplazamiento. De igual manera, cualquier instalación u obra anexa que se emplace fuera del área de inundación deberá ser prospectada arqueológicamente.

VIII. Referencias

Aldunate, C. 1989 Estadio alfarero en el sur de Chile. En: Culturas de Chile, Prehistoria desde sus orígenes hasta los albores de la conquista,, pp 329-348. Editorial Andrés Bello.

Bahamondes, F. 2009. Informe de inspección arqueológica: Planta de áridos Remfisc en el río Chillán, provincia de Ñuble.

Bustos, V. 2012. Inspección arqueológica Proyecto Relleno Sanitario Centro de Manejo Ñuble.SGA Ltda.

Torres, J. 2006. Recursos arqueológicos. Línea de Base Proyecto Central Ñuble de Pasada. Jaime Illanes Asociados Consultores SA..

Hermosilla, N. 2008. Proyecto Embalse Punilla, EIA Arqueología. InformeNº 4. Resultados de ALB. Ambar S.A. Ms.

Hermosilla, N. 2012. Línea de base Arqueología, Proyecto "Mejoramiento a la ruta N-31, camino a Punilla, VIII región". Anexo 8. Arqueología.

Massone, M., D. Jackson, C. Valdés y S. Cumsille 1994. Sitios arqueológicos prehispánicos en el área de protección Radal Siete Tazas. En: Patrimonio Arqueológico en áreas silvestres protegidas. Colección Antropología III, pp: 37-62. DIBAM.

Quiroz, D e I. Martínez 2009. Los restos de marsupiales en el sitio Arqueológico cueva de Quilmo, Chillán, centro sur de Chile. En: Zooarqueología y Tafonomía en el Confín del Mundo. Monografías Arqueológicas 1, Universidad SEK, pp: 73-84.

Sánchez, M. 2002. Evaluación arqueológica del proyecto "Subestación 220/66 kv Monterrico". CGE Transmisión SA.

Sánchez, R. 2004. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Embalse Punilla y Central Hidroeléctrica asociada, Comuna de San Fabián de Alico, VIII Región. Informe Final, que incluye estudios de Ampliación de Línea Base. Cade idepe. Ms.

Seelenfreund, A. 1999. Primer informe de prospección Proyecto Embalse Punilla. Ms.

Apéndice 1

Cartografías Prospección en terreno

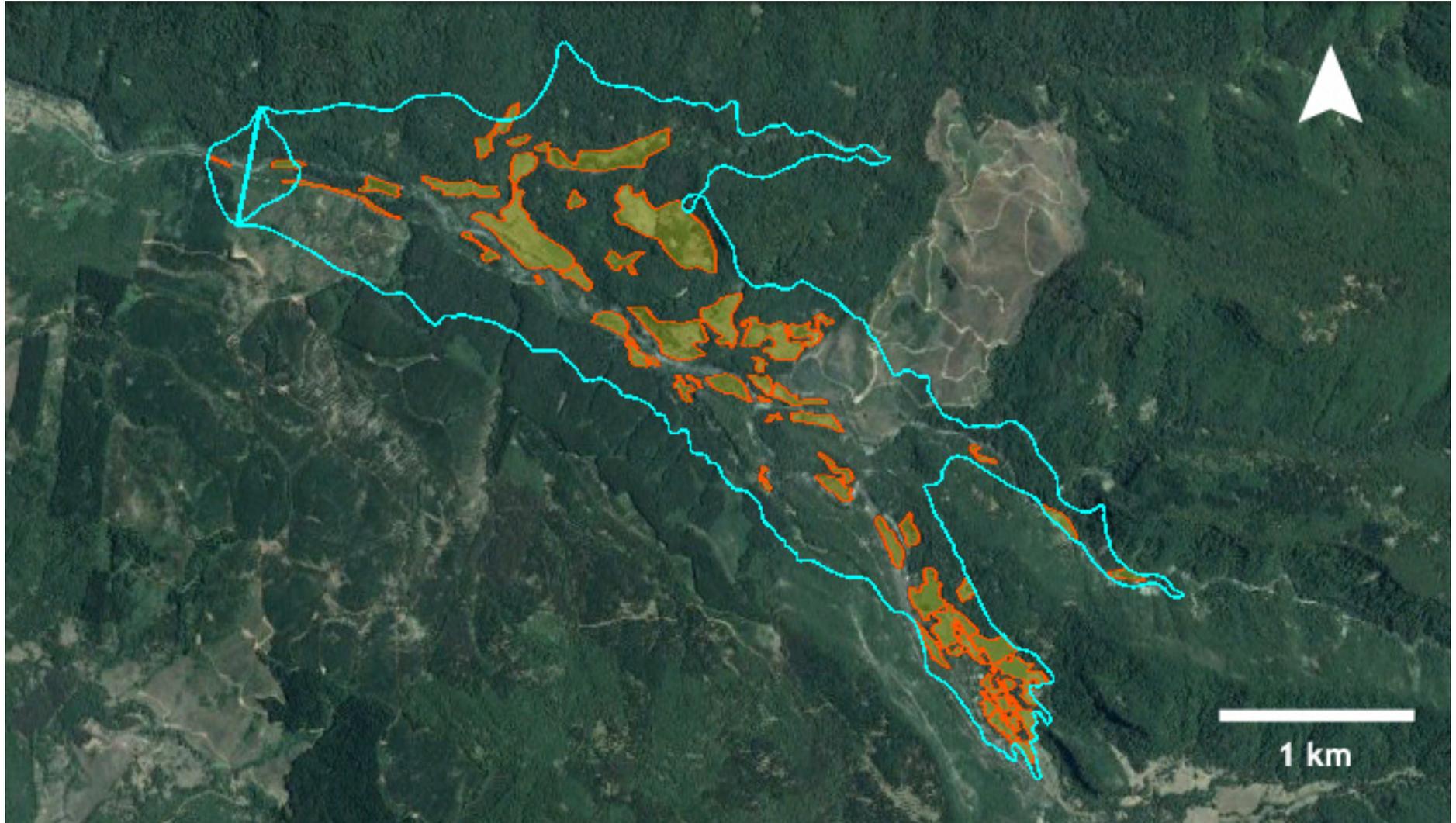


Figura 1. Área de prospección definida en gabinete.

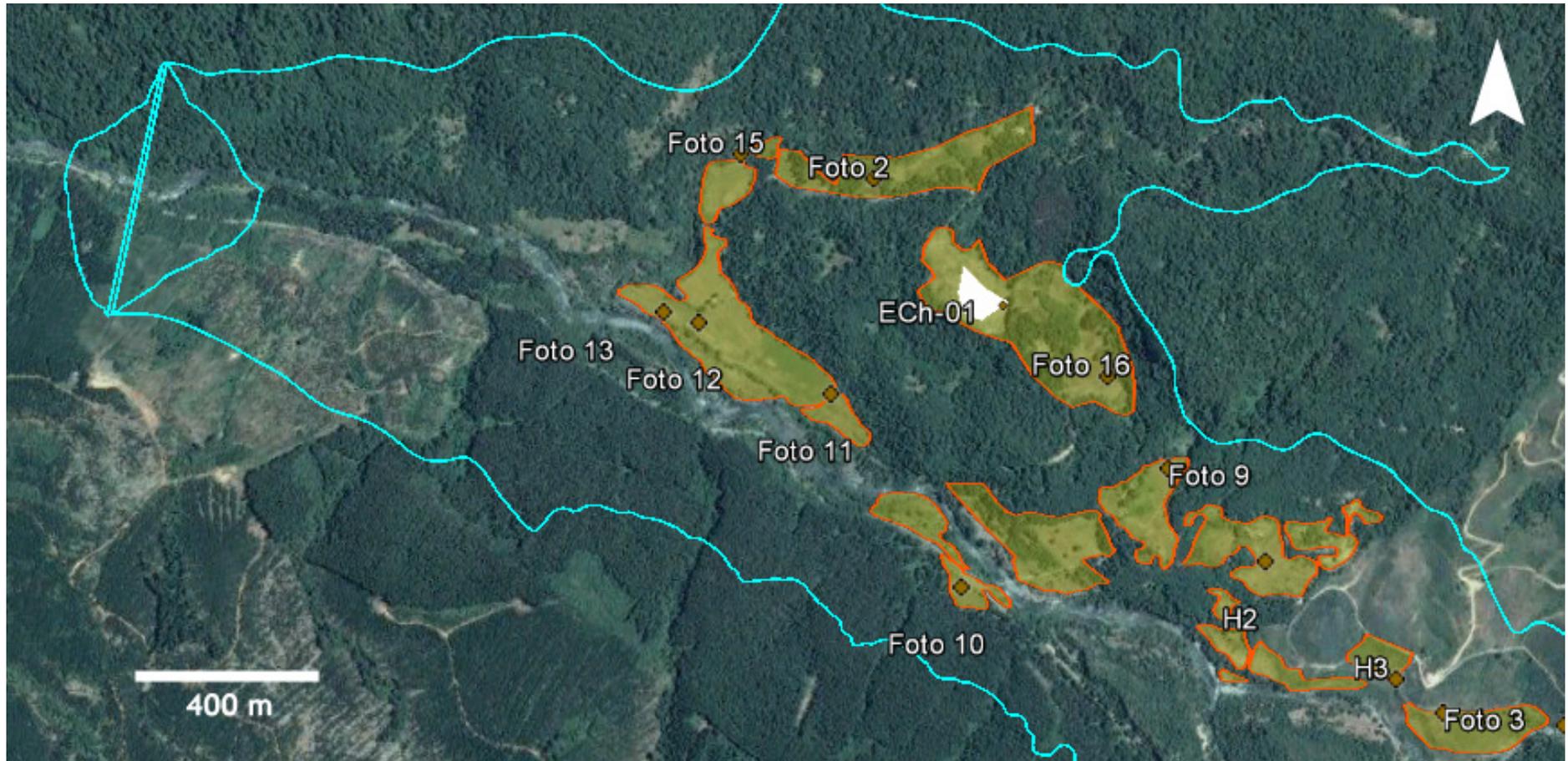


Figura 2. Áreas efectivamente prospectadas y ubicación de hallazgos y fotografías.

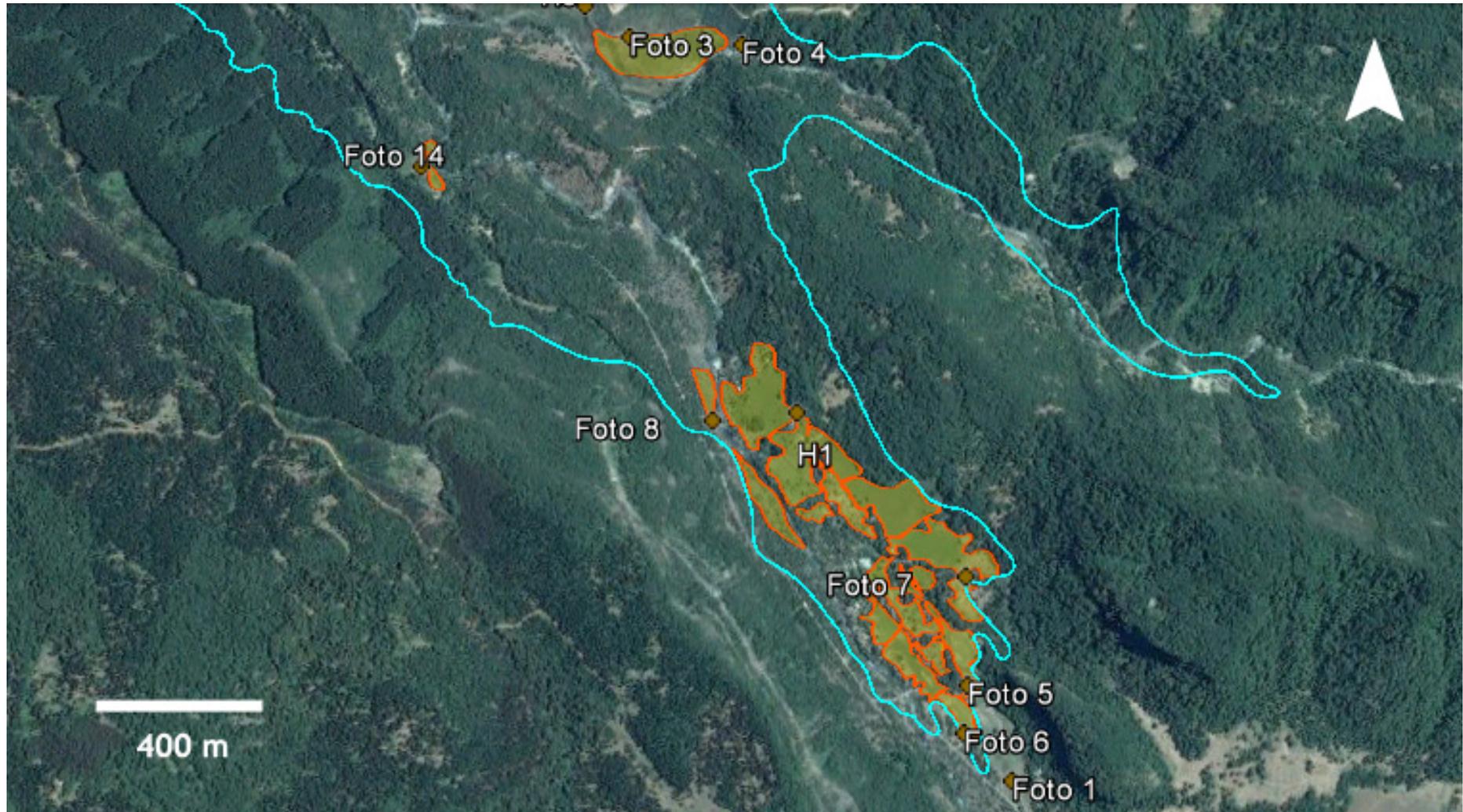


Figura 2. Áreas efectivamente prospectadas y ubicación de hallazgos y fotografías (continuación)

Apéndice 1B
Fotografías de prospección en terreno



Figura 3. Excavación de acequias de drenaje (Foto 5 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 4. Calicatas inspeccionadas (Foto 6 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 5. Vista de sectores despejados de vegetación arbórea (Foto 7 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 6. Primera terraza del río Chillan, desprovista de vegetación pero con sustrato rocoso (Foto 8 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 7. Vista de ladera de cerro desprovista de árboles asociada a viviendas (Foto 9 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 8. Primera terraza del río Chillán. Pastizales con baja visibilidad (Foto 10 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 9. Antiguos terrenos de cultivo en desuso (Foto 11 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 10. Antiguos terrenos de cultivo en desuso (Foto 12 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 11. Campos de alfalfa con buena visibilidad (Foto 13 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 12. Pastizales con baja visibilidad (Foto 14 en Figura 2 del Apéndice 1).



Figura 13. Antiguos terrenos de cultivo en desuso hoy usados para ganadería. Al fondo plantaciones de pino (Foto 15 en Figura 2 del Apéndice 1).