

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PROYECTO
CONSTRUCCIÓN DE EMBALSE DE RIEGO
HUEDQUE, COMUNA DE CAUQUENES”**

INFORME FINAL

VOLUMEN 5

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2012



Comisión Nacional de Riego
Gobierno Regional - Región del Maule

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EMBALSE DE RIEGO
HUEDQUE, COMUNA DE CAUQUENES”**

INFORME FINAL

VOLUMEN 5: ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2012

Estudio Elaborado por:

ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.

Dir: María Luisa Santander 0231, PROVIDENCIA – SANTIAGO

Fonos: 02-23414800 – e-mail: oficina@arrauingenieria.cl – www.arrauingenieria.cl

1. RESUMEN EJECUTIVO ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

1.1. INTRODUCCIÓN

El Estudio de Análisis Ambiental (EAA) se enmarca en el Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Construcción Embalse de Riego Huedque, Comuna de Cauquenes”.

1.2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL EAA

1.2.1. Objetivo General

Analizar, a nivel de prefactibilidad y desde la perspectiva ambiental, los efectos o implicancias de las obras sobre el medio ambiente enfocados en la Alternativa escogida durante la consultoría, incluyendo análisis legal, descripción y evaluación de impactos potenciales preliminares, proposición de medidas de mitigación, reparación y compensación y su valoración económica.

1.3. CONTENIDO DEL EAA

El presente EAA se presenta en 14 Capítulos y un Resumen Ejecutivo. El contenido de cada capítulo se describe brevemente a continuación:

- 1. Introducción y Objetivos:** Pone en contexto el EAA y expone objetivos del mismo.
- 2. Antecedentes Generales del Estudio:** Da a conocer la características generales del estudio en curso y el tipo de obras involucradas.
- 3. Explicación de la metodología general del EAA.** Se detallan los pasos seguidos para la evaluación de los impactos ambientales.
- 4. Caracterización de la línea de base del Área de Influencia:** Se describen los principales aspectos de los componentes ambientales relevantes en el proyecto en el área de influencia y se evalúa la sensibilidad ambiental de cada uno de ellos.
- 5. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales:** Se identifican y evalúan impactos ambientales en etapas de construcción y operación, describiendo previamente el método empleado.



6. **Zonas de Restricción Ambiental:** se identifican, en función de los antecedentes recopilados, aquellas zonas en que los trabajos relacionados con el proyecto deben ser limitados o prohibidos.
7. **Análisis de la legislación Ambiental:** con base en el marco legal, se analiza la normativa ambiental general y específica aplicable al proyecto. Estas normas se asocian a las obras y acciones que se definen para el proyecto.
8. **Plan de Manejo Ambiental:** se presenta el Plan de Manejo Ambiental propuesto para las diferentes etapas del estudio. Se incluyen las acciones y medidas correspondientes al Plan de Medidas de Mitigación, Plan de Medidas de Restauración o Reparación (PMR) y al Plan de Medidas de Compensación (PMC)
9. **Plan de Seguimiento Ambiental:** se explica en qué consiste un Plan de Seguimiento Ambiental y se presenta la propuesta del mismo, a nivel general para el Estudio.
10. **Permisos Sectoriales.** Se explica lo referente a la identificación de permisos ambientales sectoriales.
11. **Identificación de Estudios Recomendados:** Detalla los estudios ambientales recomendados para las etapas posteriores (factibilidad y diseño), con el fin de sumar información de mayor detalla a la toma de decisiones en materia ambiental.
12. **Aproximación de los costos ambientales asociados al proyecto**
13. **Conclusiones:** Se presentan conclusiones del EAA.
14. **Referencias bibliográficas.** Se indica el nombre de las fuentes bibliográficas consultadas.

1.4. RESULTADOS PRINCIPALES DEL ESTUDIO

1.4.1. Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA

Dado lo antes expuesto se concluye que el proyecto debe ingresar al SEIA según lo señalado en la letra b) del artículo 11 de la Ley 19.300 y su modificación establecida en la Ley 20.417 y en el Artículo 6 del Reglamento del SEIA.

El proyecto deberá someterse al SEIA como un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), por cuanto el emplazamiento de las alternativa propuesta generaría impactos



ambientales relevantes y que determinan el modo de ingreso como un EIA de acuerdo al Artículo 11 de la Ley 19.300, sus modificaciones (Ley 20.417) y sus especificaciones en el Artículo 6 (letras m y p) del Reglamento del SEIA.

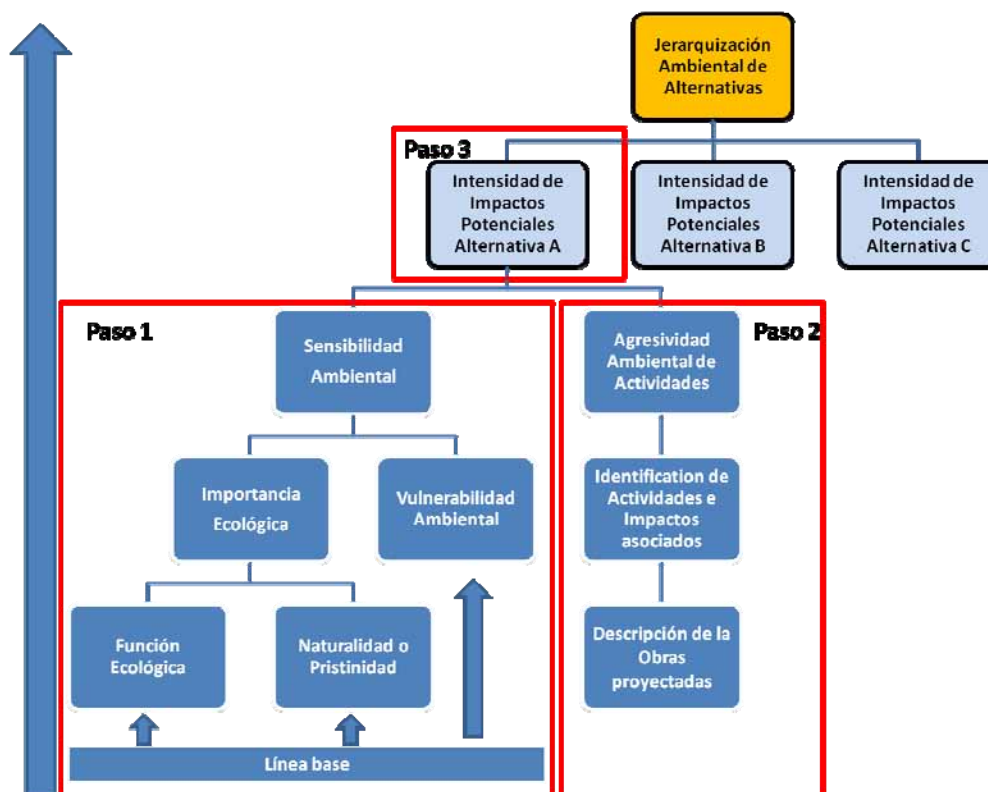
Esta conclusión deberá ser ratificada en las siguientes fases del proyecto, al conocer en mayor detalle sus obras, diseños definitivos y actividades asociadas, y habiéndose también realizado los estudios propuestos en el presente informe.

1.4.2. Evaluación de Impactos Ambientales

La evaluación de la intensidad final de impactos potenciales, está dada por la combinación de los resultados obtenidos entre Sensibilidad Ambiental e Intensidad Parcial de Impactos Potenciales, tal como se indica en la explicación de este método (apartado 3 del Informe EAA). Para efectos de este cálculo se obtuvo un valor de Sensibilidad Ambiental para cada componente, y un valor de Agresividad de Actividades. Posteriormente se promedian ambos valores en cada componente, para obtener un valor de Intensidad del Impacto Ambiental.

La Figura 1.4.2-1 muestra un esquema de la metodología empleada y el Cuadro 1.4.2-1 muestra el resultado final de dichos cálculos.

FIGURA 1.4.2-1
ESQUEMA MÉTODO EAA



Fuente: Elaboración propia

CUADRO 1.4.2-1
RESUMEN INTENSIDAD DE IMPACTOS POR COMPONENTES

Componente	Impacto Ambiental	Intensidad de Impacto
FVt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora	3.52
	Pérdida de Vegetación	
FAt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna	3.77
	Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación	
FFa	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	4.02
	Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	
Hi	Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río	3.89
AH	Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	3.87
PAr	Pérdida de patrimonio arqueológico	2.77
Ca	Alteración de la calidad de las aguas	3.58

Fuente: Elaboración propia

1.4.3. Medidas Ambientales y Costos Asociados

El Cuadro 1.4.3-1 muestra el resumen de los costos asociados según tipo de medida. El Cuadro detallado de cada medida propuesta se encuentra en el Apartado 11 del informe EAA.

CUADRO 1.4.3-1
RESUMEN COSTOS AMBIENTALES POR TIPO DE MEDIDA (PESOS)

Tipo de Medida o Plan	Año 0 (Construcción)	Año 1 (Operación)	Total
Monitoreo	337,364,622	228,008,181	565,372,803
Mitigación	299,477,172	36,679,973	336,157,145
Reparación	58,323,436	0	58,323,436
Plan de Seguimiento	196,841,595	196,841,595	393,683,190
Componentes no Analizados	99,332,101	99,332,101	198,664,202
Sub Total	991,338,926	560,861,850	1,552,200,775
Total general (+30% de imprevistos y otros)	1,288,740,603	729,120,405	2,017,861,008

Fuente: Elaboración propia

1.4.4. Estudios Recomendados para Etapas Posteriores

A continuación se mencionan aquellos estudios específicos, que se recomienda realizar para una eventual Etapa de Factibilidad del presente proyecto:

- Actualización de la línea de base del medio biótico en todos sus componentes, con especial énfasis en el medio acuático, con el fin de complementar la información que se ha levantado en el presente estudio y poder compararla para conocer la evolución temporal de las comunidades bióticas al interior del ecosistema.
- Estudio para la determinación de un caudal ecológico, idealmente basado en criterios tanto biológicos, físicos (geomorfología fluvial) como hidrológicos.
- Línea de base de la Calidad del Aire. Debe incluir monitoreos/mediciones de la calidad del aire en puntos estratégicos que se deberán definir en conjunto con la inspección fiscal del futuro estudio.



- Línea de base de Ruido y Vibraciones. Debe incluir monitoreos/mediciones de los niveles sonoros y de vibraciones en puntos estratégicos que se deberán definir en conjunto con la inspección fiscal del futuro estudio.

1.4.5. Conclusiones

El proyecto analizado en el presente informe, debe someterse al SEIA mediante la elaboración de un EIA, dado que cumple con los requisitos estipulados con la Normativa Ambiental vigente en Chile (ver apartado 7.2 del presente informe).

De forma adicional, se ha realizado un análisis preliminar de impactos potenciales, en el cual se concluye inicialmente, que el componente más afectado sería el la Flora y Fauna acuática, ya que se han encontrado especies con problemas de conservación, seguido del componente Hidrología, como es de esperarse en proyectos de Embalse, ya que se vería bruscamente transformado el régimen de caudales y sedimentos del río. El componente Asentamientos Humanos, por su parte, también es altamente relevante ya que existen 17 construcciones en la zona de inundación que, en caso de ser construido el embalse, deben ser expropiadas y/o reubicadas. Todos los impactos recién mencionados son permanentes e irreversibles y son válidos tanto para las Etapas de Construcción como Operación.

Se ha propuesto considerar el borde del sitio prioritario “Quebradas de Tregualemu” (adyacente al área del proyecto) como una Zona de Restricción Ambiental con el fin de resguardar el valor ecológico asociado al ecosistema ahí representado.

Se ha recomendado además, la realización de algunos estudios ambientales específicos, actualización y seguimiento de la línea de base del medio biótico, con especial énfasis en el medio acuático, caudal ecológico basado en criterios biológicos (no sólo hidrológicos), calidad del aire y ruido, con el fin de afinar el conocimiento referente a estos temas y aumentar así el nivel de claridad y seguridad al momento de evaluar el impacto ambiental correspondiente, con todo lo que esto involucra en términos de la toma de decisiones futuras, planificación y manejo. Estos estudios, se propone, debieran realizarse para el Estudio de Factibilidad de este mismo proyecto.

Finalmente, se han estimado los costos de las medidas ambientales por una cantidad de 2.017 millones de pesos distribuidas entre el año de construcción y el primer año de operación con fuerte énfasis en monitoreo y mitigación, pero siempre teniendo en cuenta que son sólo medidas tentativas propuestas de modo general en una prefactibilidad, y que la valoración definitiva y detallada corresponde al proceso enmarcado en el Estudio de Impacto Ambiental que debe realizarse en conjunto con una eventual Etapa Diseño de la Obra.



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente estudio se enmarca en el Estudio de Prefactibilidad para el “Proyecto Construcción Embalse de Riego Huedque, Comuna de Cauquenes, Región del Maule”, dentro del cual se analizan distintas alternativas para la construcción de un embalse, el mejoramiento o construcción de una red de canales y el aumento de la superficie y seguridad de riego en la zona del río Huedque.

La implementación de las distintas alternativas, podrían significar efectos negativos en el medio ambiente, debido a la ejecución de las obras que esto contempla. Por esto se deben evaluar - en el contexto territorial - los impactos ambientales potenciales, considerando las zonas ambientales más sensibles. De este modo, en colaboración permanente con el equipo de ingeniería, se realizó el presente Estudio de Análisis Ambiental (EAA).

El presente, corresponde al Informe Final del Estudio de Análisis Ambiental (EAA), de la Consultoría.

1.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO DE ANALISIS AMBIENTAL (EAA)

El presente EAA tiene por objetivo general estudiar y evaluar ambientalmente los sitios de emplazamiento de embalse, evaluando en forma preliminar los potenciales impactos ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del proyecto, así como también, la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), elaborando además el o los planes preliminares de manejo y seguimiento ambiental y sus costos aproximados.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE ANALISIS AMBIENTAL

Para el logro del objetivo general, se desarrolló una metodología y una planificación del trabajo para cumplir con los siguientes objetivos específicos.

1. Realizar una revisión de antecedentes bibliográficos y un chequeo en terreno, a cargo de especialistas, de los sitios identificados por el estudio de ingeniería, basados en parámetros ambientales.
2. Identificar y describir las partes, componentes, acciones y/o actividades del proyecto de embalse y red de canales.



3. Determinar la línea de base de los sitios definidos en el estudio de ingeniería, identificando el área de influencia directa e indirecta de cada componente ambiental, con relación a las obras, actividades y acciones asociadas al embalse y el proyecto de canales.
4. Determinar el marco legal ambiental y territorial aplicable a temas específicos asociados al área y proyectos y cuyo cumplimiento implique la incorporación de una medida sujeta a costos.
5. Identificar y evaluar los potenciales impactos ambientales que se podrían generar a consecuencia del emplazamiento del embalse y redes de distribución, en cada alternativa.
6. Realizar análisis de pertinencia de sometimiento del proyecto al SEIA, e identificar y analizar el tipo de instrumento que debería, de acuerdo al análisis de los artículos del reglamento DS N° 95/2001.
7. Proponer un plan de manejo ambiental para las alternativas que incluya las medidas y acciones asociadas a los subplanes de mitigación, reparación o compensación asociadas a los impactos detectados.
8. Determinar zonas de restricción ambiental, de acuerdo a la identificación de componentes sensibles presentes en el área del proyecto. Identificando la presencia de sitios bajo protección oficial y prioritarios para la conservación de la biodiversidad.
9. Determinar las intervenciones que el proyecto generaría en las áreas de desarrollo indígena (ADI), si corresponde, presentes en la zona de estudio.
10. Proponer lineamientos de una plan de seguimiento y monitoreo para ratificar, controlar y evaluar las medidas correctoras que prevengan y minimicen los impactos ambientales.
11. Identificar y proponer los estudios a realizar en las siguientes etapas del proyecto.
12. Realizar una aproximación de los costos, que den cuenta de las medidas comprometidas en el plan de manejo y seguimiento ambiental y de los estudios ambientales necesarios de realizar en las siguientes etapas del proyecto.

2. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

El propósito de este apartado es señalar las características principales de la Consultoría en que se inscribe el presente EAA, considerando las características del proyecto y las necesidades que explican su desarrollo. Se presenta una identificación del estudio, su génesis, objetivo y localización general, además de una referencia de las alternativas de sitio de emplazamiento del embalse definido por el estudio de Ingeniería.

2.1. CONTEXTO GENERAL Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La zona en estudio corresponde al secano interior de la provincia de Cauquenes, y se caracteriza por tener un clima templado y húmedo, con un período seco en verano e inviernos fríos y húmedos con heladas en esta estación y en primavera inclusive. Estas condiciones climáticas hacen que la mayoría de los cultivos se deban desarrollar bajo condiciones de riego. Los terrenos agrícolas fluctúan entre tierras de secano y riego limitado y escaso, además la falta de regulación de los recursos hídricos afectan fuertemente el desarrollo agropecuario del valle.

En condiciones de riego, el área presenta un potencial agrícola importante, con posibilidad de diversificación, incluyendo frutales aptos para este clima, actualmente predominan los cultivos de secano como cereales, leguminosas y tubérculos, también hay presencia de hortalizas y vid, y la mayor parte de la superficie con aptitud agrícola se encuentra con uso forestal y pastos naturales.

Las aguas embalsadas deberían permitir el riego de aproximadamente 3.250 ha (cifra aproximada), correspondientes al sistema de riego del río Huedque. Además, el proyecto se ha evaluado de modo multipropósito, agregando el uso para suministro de agua potable, generación hidroeléctrica, abastecimiento para combate de incendios, entre otros.

2.2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente Estudio de Prefactibilidad pretende dar una respuesta definitiva a los requerimientos de los agricultores de la zona, que serían beneficiados por la construcción del embalse Huedque, en cuestión de seguridad de riego y aumentar el potencial agro-económico de la zona; evaluar la posibilidad de generar energía hidroeléctrica, y también realizar el análisis y prediseño de la red de conducción y distribución, que asegure el traslado del agua desde el embalse a los predios.

2.3. ETAPAS DEL PROYECTO Y SINCRONÍA CON EL EAA

El proyecto completo está dividido en 8 Etapas, seguido de la elaboración del Borrador del Informe Final (BIF) y el Informe Final (IF). Las Etapas fueron articuladas con la elaboración del EAA de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 2.3-1.

CUADRO 2.3-1
ETAPAS DEL PROYECTO Y SINCRONÍA CON EL EAA

Etapa	Nombre de la Etapa	Entregas del EAA
Etapa 1	Recopilación de Antecedentes, Primeras Visitas a terreno y Diagnóstico Preliminar	-
Etapa 2	Situación actual del riego	-
Etapa 3	Identificación y Evaluación de Sitios de Embalse	Primer Avance EAA
Etapa 4	Estudios de Terreno	-
Etapa 5	Estudios Básicos de Ingeniería	-
Etapa 6	Estudios Agroeconómicos	-
Etapa 7	Aspectos de Ingeniería	Segundo Avance EAA
Etapa 8	Evaluación Económica y Recomendación del tamaño de proyecto y momento de inversión óptimos	-
Borrador Informe Final (BIF)		BIF EAA

Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionada la Alternativa definitiva (Etapa 3), el EAA se enfoca en dicha selección en las etapas sucesivas. De este modo el EAA, a partir de su segundo avance (Etapa 7), ya estará centrado en la Alternativa escogida.

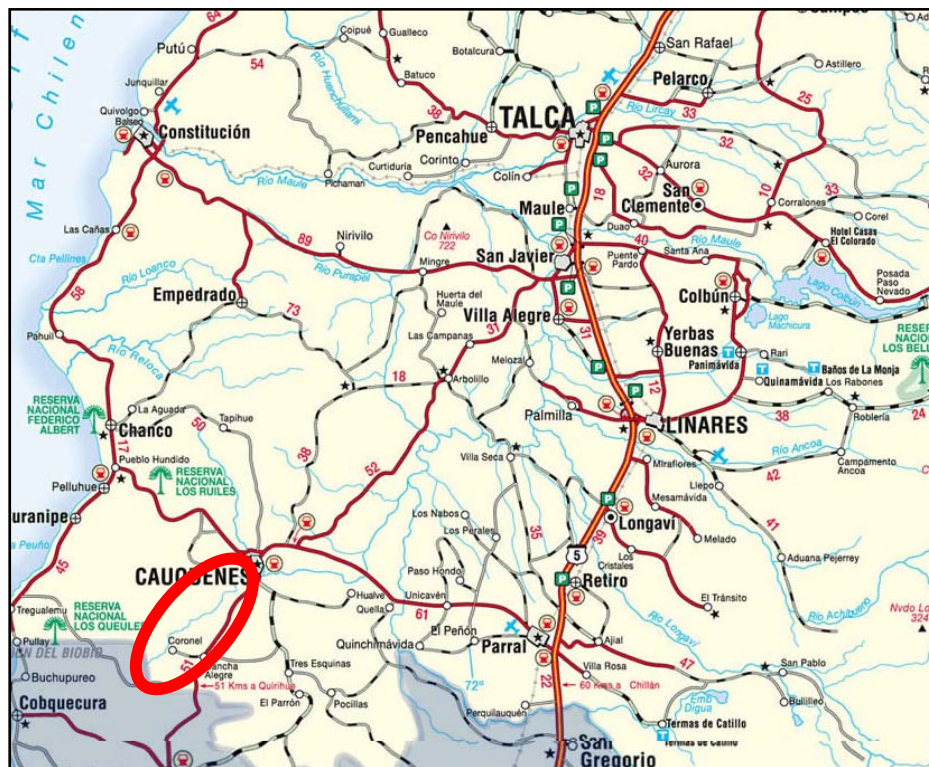
2.4. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

La zona de estudio está ubicada al sur de la comuna de Cauquenes, provincia de Cauquenes, región del Maule. Esta área queda dividida por el límite administrativo con la octava región del Bío Bío, cerca del emplazamiento de la obra de acumulación. La zona de influencia del embalse pertenece mayoritariamente a la comuna de Cauquenes.

Esta comuna se ubica a 393,67 km de Santiago y limita al norte con las comunas de Empedrado y San Javier de Loncomilla, al sur con Cobquecura, Quirihue, Ninhue y San Carlos, al oeste con el Chanco y Pelluhue, y al este con Parral y Retiro. La Figura 2.1-1 muestra la comuna de Cauquenes en el contexto regional.

Los sitios a evaluar para emplazar el futuro embalse se encuentran en el cauce de los ríos San Juan y Huedque, aguas arriba de su confluencia con el río Cauquenes.

FIGURA 2.1-1
UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

2.5. SITIOS IDENTIFICADOS COMO ALTERNATIVAS DE EMBALSE

2.5.1. Aspectos generales de la identificación de sitios

La elección de un sitio de embalse para riego es un tema bastante complejo, por cuanto inciden en él diversos factores de variados ámbitos, a saber entre otros:

- Relación Agua/Muro: La relación agua muro será mejor en la medida que la angostura sea más estrecha y el valle se “abra” hacia aguas arriba
- Características Geológicas y Geotécnicas de la angostura: Interesa tanto la resistencia geomecánica del suelo de apoyo, así como también su permeabilidad y la del vaso de inundación
- Características productivas de la zona a inundar: Interesa que la zona de inundación sea lo menos productiva posible, de manera de no afectar a los

agricultores obligándolos a expropiaciones o traslados indeseados. También, el costo de expropiación es menor.

- Ubicación con respecto a la zona de riego: Interesa que el embalse pueda abastecer, en lo posible a la totalidad de los beneficiarios en forma directa. Ello no es siempre posible y normalmente quedan beneficiarios ubicados aguas arriba de la presa, pero se trata que este riego indirecto sea el menor posible, y que la “liberación” de tributar derechos les permita alcanzar similar seguridad de riego que los abastecidos directamente por el embalse.
- Ubicación con respecto a los recursos de agua de la cuenca: La presa no debe quedar ubicada tan abajo en la cuenca, que quede mucho riego aguas arriba de ella, así como tampoco debe quedar ubicada tan arriba, como para que la cuenca aportante sea muy pequeña y no se pueda regular una parte importante del recurso.
- Cantidad y características de las interferencias: Todo lo que sea caminos públicos, principales o secundarios, líneas eléctricas, bosques nativos, líneas férreas, obras civiles de diverso tipo, etc, significan un elevado costo de reponerlos en otro lugar, por lo que se trata que las interferencias sean las mínimas posibles.
- Impactos Ambientales asociados: Todo embalse crea impactos ambientales, tanto del recurso agua como de transporte de sedimentos, como también es posible inundar sitios arqueológicos, o de interés natural o patrimonial de la nación, etc. Los aspectos relacionados con este tema son tratados en profundidad en el presente informe.
- Tipos de presas posibles, de acuerdo con disponibilidad de materiales: empréstitos: Entre los diferentes tipos de presas, naturalmente unas son bastante más caras que otras. Tradicionalmente, en Chile las mayores presas de riego se han construido de tierra y si no existe material impermeable para ello, se ha recurrido al enrocado con pantalla de concreto. Sin embargo, en los últimos años ha tomado gran auge la construcción de presas de gravas con pantalla impermeable. Si no requieren de una pared moldeada muy profunda y compleja, son las más económicas y rápidas de construir. Entonces, hoy en día lo primero que se observa es si están dadas las condiciones, tanto de fundación como de empréstitos, para postular este tipo de presas.
- Accesibilidad: Naturalmente, la accesibilidad usualmente juega un rol muy importante, ya que tener que construir nuevos caminos de acceso constituye costos importantes para el proyecto. La accesibilidad debe considerar también la ubicación de los empréstitos: se trata que las distancias de traslado sean lo

menores posible y que ojalá el traslado de materiales se realice a favor de la pendiente en el valle, o sea, que los materiales se extraigan de aguas arriba de la presa.

- **Tamaño del proyecto:** El tamaño del proyecto es de gran importancia, pudiendo algunas angosturas quedar descartadas porque no permiten almacenar el agua requerida, o bien porque las solicitaciones de carga hidráulica en una presa muy alta pueden ser exageradas, tanto estructuralmente como desde el punto de vista de las filtraciones.
- **Costos de expropiaciones:** No solamente, las características del área de inundación, sino que también la complejidad de algunas obras, como vertedero y túnel by pass, ubicación del cauce principal del río, etc., pueden derivar en requerimientos de mayor o menor envergadura respecto de las expropiaciones, que pueden tener una incidencia relevante en el presupuesto final.
- **Facilidades para diseñar las obras de arte asociadas:** Como se mencionó, las obras de arte, principalmente vertedero y túnel by pass, pueden ser complejas y costosas según el tipo de diseño que se pueda efectuar. Influyen en forma importante para ello la geomorfología y la geología y geotecnia del sector de la presa, por lo que son aspectos a tomar en consideración en el análisis del sitio de embalse.
- **Facilidades constructivas:** Este tema tiene que ver con las facilidades con respecto a la ubicación desde el punto de vista del traslado de personal, residencia de los obreros, espacios para las faenas, distancia a la ciudad para efectos de repuestos y mantenimiento de la maquinaria y equipos, etc.

Todos los temas anteriores, así como otros de mayor o menor relevancia según el caso, fueron considerados desde el inicio del estudio de las alternativas. Para ello, se ha recorrido la zona en más de una ocasión, con la información cartográfica más apropiada, normalmente Cartas del IGM, y previa revisión bibliográfica de los antecedentes disponibles.

2.5.2. Alternativas Identificadas

Sobre la base de la revisión de los antecedentes disponibles y de una visita técnica a la zona de estudio, se determinó proponer tres alternativas de ubicación del embalse sobre el río Huedque, las que se ilustran en la Figura 2.5.2-1 y se describen a continuación.



Estas alternativas se definieron considerando los estrechamientos existentes en el río Huedque, en los cuales podría analizarse la construcción de un muro de embalse, de hasta 50 metros de altura.

- **Alternativa N° 1**

La alternativa denominada como N° 1, de más aguas arriba, corresponde a la ubicación identificada en los estudios anteriores. La zona de inundación corresponde a un sector de pocos cultivos, con bosque nativo.

Se trataría de un embalse de tipo frontal al río. En la zona de inundación se observa lomas medianas, no se aprecia roca firme, solo algunas zonas con roca meteorizada, suelo plano con pendientes suaves, principalmente de arrastre fluvial y sedimentos orgánicos.

Se observa la existencia de caminos de tierra en buen estado hasta el eje del muro. En cuanto a las interferencias, se observa la existencia de un camino privado entre el camino público y el lugar del embalse y caminos prediales.

El tipo de muro más probable, de acuerdo con los materiales disponibles cercanos, sería de tierra homogénea, o con capas de material granular y/o enrocado de protección.

- **Alternativa N° 2**

La alternativa N° 2 se ubica aguas abajo de la N° 1, a unos 500 metros aguas arriba del puente sobre el río Huedque. En cuanto a la zona de inundación, se observa que es una zona de pocos cultivos, y no poblada. Hay presencia de matorrales y arboles, zona abierta y despejada. Las interferencias son sólo de caminos prediales.

Al igual que la alternativa N°1, el tipo de muro más probable, de acuerdo con los materiales disponibles cercanos, sería de tierra homogénea, o con capas de material granular y/o enrocado de protección.

- **Alternativa N° 3**

Finalmente, la alternativa N° 3 se ubica aguas abajo del puente sobre el río Huedque. En el eje de la alternativa 3, se observan pocos cultivos, es una zona poblada (casas particulares), perteneciente a varios dueños. Hay presencia de matorrales y arboles, la zona es abierta y despejada.



Las interferencias que se observan son caminos prediales, un puente sobre el río Huedque y algunas casas.

Al igual que la alternativa N°1 y N°2, el tipo de muro más probable, de acuerdo con los materiales disponibles cercanos, sería de tierra homogénea, o con capas de material granular y/o enrocado de protección.

En el Cuadro 2.5.2-1 se presenta la ubicación del eje del muro de cada una de las alternativas en sus correspondientes coordenadas UTM.

CUADRO 2.5.2-1
UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LAS ALTERNATIVAS DE EJE DE MURO

Alternativa	UTM norte	UTM este
1	7928800.96	464730.38
2	7927841.37	462974.72
3	7925041.98	459737.02

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 2.5.2-1

UBICACIÓN DE ALTERNATIVAS Y ZONA DE INUNDACION

Fuente: Elaboración propia y Google Earth

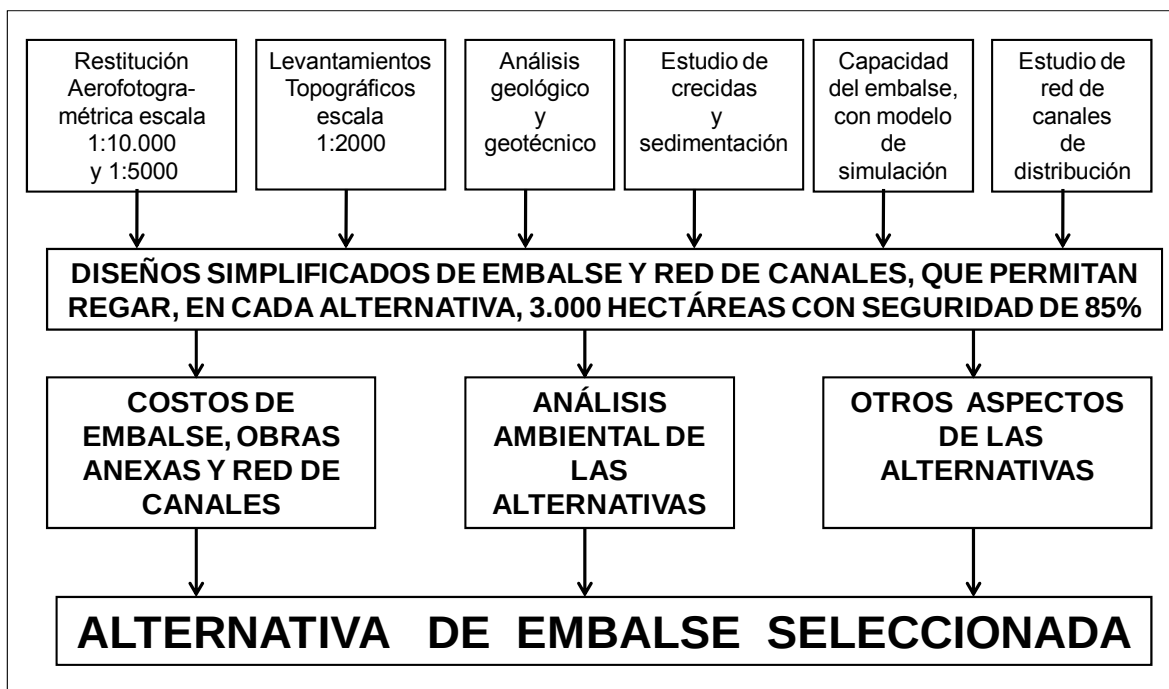
2.6. ALTERNATIVA SELECCIONADA EN ETAPA 3

La Alternativa seleccionada durante la Etapa 3, correspondió a la N°1. El Análisis Ambiental de las Alternativas realizado durante la Etapa 3, y que sirvió como criterio en la toma de la decisión, también recomendó la Alternativa 1 como aquella que implicaba menor impacto, lo cual estuvo dado principalmente por el medio social, ya que las otras 2 alternativas implicaban un mayor número de propiedades a expropiar. El Análisis de Alternativas completo puede verse en el Anexo EAA-0.

La Figura 2.6-1 muestra el esquema general de selección de Alternativas empleado en la Etapa 3 de la consultoría. Debe tenerse en cuenta que en ese entonces, el estudio sólo manejaba información de carácter preliminar ya que aún no se efectuaban los estudios detallados del terreno, y es por eso que la cifra de superficie de riego que se indica en el esquema no coincide con la definitiva.

FIGURA 2.6-1

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DEL EMBALSE



Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 2.6-1 expone en detalle la totalidad de los criterios usados en la decisión final. Debe tenerse en cuenta al igual que en el esquema anterior, que en ese entonces, el estudio sólo manejaba información de carácter preliminar ya que aún no se efectuaban los estudios detallados del terreno, y es por eso que las cifras que se indican no coinciden con la definitiva.

CUADRO 2.6-1

RESUMEN ASPECTOS CONSIDERADOS EN LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DE EMBALSE

ÍTEM		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Aspectos Técnicos	Superficie regada con seguridad de 85% (ha)	3.000	3.000	3.000
	Relación agua / Muro.	45	37	51
	Altura Muro (m)	36,8	32,8	29,5
	Volumen de Regulación para regar 3.000 ha con seguridad 85% (Hm3)	42	42	42
	Longitud coronamiento del muro (m)	504	751	733

CUADRO 2.6-1

RESUMEN ASPECTOS CONSIDERADOS EN LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DE EMBALSE

ÍTEM		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	Longitud Red de Canales matrices y derivados (km)	139	142	136
	Obras de cruce y singularidades en red de canales	2 sifones y 1 túnel	2 sifones y 1 túnel	2 sifones y 1 túnel
Expropiaciones e interferencias	Superficie de expropiación zona de inundación y obras (ha)	621	663	762
	Superficie de expropiación faja canales (ha)	209	213	204
	Interferencias del proyecto	Se requiere una variante de camino secundario de un privado, 11 km	Se requiere variante de Camino público 5 km	Se requiere variante de Camino público, 7,7 km y nuevo puente sobre río Huedque
	Complejidad de las expropiaciones (*)	Mínima. Hay 1 ó 2 casas No hay terrenos en producción.	Compleja. Hay 10 a 15 casas y varios terrenos en producción.	Muy compleja, Hay 30 a 40 casas y muchos terrenos en producción.
Aspectos Ambientales y sociales	General	No hay diferencias significativas en los componentes ambientales hidrología, calidad de agua, flora, vegetación y fauna, terrestre y acuática. Sí las hay en medio social y en arqueología		
	Indicador ambiental	Preferencia 1	Preferencia 2	Preferencia 3
Aspectos Económicos Escenario I	Costo total de las obras, incluidas expropiaciones, (Millones de US\$, neto)	74.4	68.7	87.5
	Se requiere pared moldeada máxima en alt. 1 y 3 Costo total de las obras, incluidas expropiaciones, por hectárea (US\$ / ha)	24800	22900	29,167
Aspectos Económicos Escenario II	Costo total de las obras, incluidas expropiaciones, (Millones de US\$, neto)	70.1	68.7	81.2

CUADRO 2.6-1

RESUMEN ASPECTOS CONSIDERADOS EN LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DE EMBALSE

ÍTEM		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Se requiere pared moldeada mínima en alt. 1 y 3	Costo total de las obras, incluidas expropiaciones, por hectárea (US\$ / ha)	23367	22900	27067
Aspectos Económicos	Costo total de las obras, incluidas expropiaciones, (Millones de US\$, neto)	68.4	68.7	78.8
Escenario III				
No se requiere pared moldeada en ninguna alternativa	Costo total de las obras, incluidas expropiaciones, por hectárea (US\$ / ha)	22800	22900	26267

(*) Cifras iniciales que se tenían previo a la restitución aerofotogramétrica, luego de la cual la se delimitó la zona de inundación detallada y definitiva. La cifra final de casas y construcciones presentes en la zona de inundación es distinta a la acá expuesta y se encuentra detallada en el presente informe.

Fuente: Elaboración propia

Del Cuadro 2.6-1, se pudo observar que:

La alternativa N° 3 (la de más aguas abajo) presentaba las peores características, ya que en los tres escenarios evaluados tiene un costo de obras sensiblemente mayor a las otras alternativas; tiene las expropiaciones de mayor complejidad dado que inunda muchas casas y terrenos productivos; las interferencias son más complejas por la variante y puente nuevo del camino público que se habría requerido. Por estas razones, en principio se deja esta alternativa como la de menor prioridad.

La alternativa N° 2 (la segunda más aguas abajo) presentaba un costo menor que la alternativa 1 (ubicada más aguas arriba), sólo en el escenario en que se requiera la pared moldeada más desfavorable o máxima. En los otros dos escenarios, el costo total era muy similar a la alternativa 1.

La alternativa N° 2 tenía expropiaciones de mayor complejidad en comparación a la alternativa 1.



En relación con las interferencias, la alternativa N° 1 sólo requiere construir una variante de camino secundario de propiedad de un privado, de longitud de 11 km y de uso eventual. En cambio, la alternativa 2 requiere construir una variante del camino público, actualmente con alto tránsito de vehículos de todo tipo, en una longitud de 5 km.

La relación agua / muro de la alternativa N° 1 (= 45) es un poco mayor respecto de la alternativa N° 2 (= 37), lo que la hace un poco más atractiva desde el punto de vista técnico.

La alternativa N° 1, por estar a una cota más alta, tiene la posibilidad de dejar una mayor cantidad de superficie bajo cota de canal, en comparación a las alternativas 2 y 3 que se ubican a cotas más bajas.

De acuerdo con todo lo anterior, el equipo consultor recomendó la Alternativa 1 como la más conveniente.

El área de inundación de la Alternativa 1 correspondió finalmente a 551 ha, a las que se agrega un margen adicional, resultando un total 650 ha a expropiarse.

2.7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y PARTES DEL PROYECTO

2.7.1. Muro de Embalse

2.7.1.1. Dimensiones Generales

De acuerdo con el estudio geotécnico, se ha definido las siguientes dimensiones y características del muro del embalse:

- Tipo de presa: presa del tipo Homogénea, de 30.0 m de altura máxima, constituida por un único material correspondiente a un limo arenoso a una arena limosa o arcilla limosa.
- La inclinación de los taludes que constituirá el muro del embalse serán de aproximadamente $V: H = 1.0 : 3.5$ para el talud de aguas arriba y $V: H = 1.0 : 3.25$ para el talud de aguas abajo.
- Ancho de coronamiento mínimo de la presa de 9.0 m.
- No se considera fundación o diente de fundación, debido a que el material superficial es suficientemente impermeable, de acuerdo con las calicatas y sondeos efectuados en la zona de muro. Sólo se considera un escarpe de 0,30 m.

2.7.1.2. Revancha adoptada

La altura total del embalse, corresponde a la altura del volumen muerto, más el volumen útil y más la revancha. La revancha se desglosa en las partes siguientes:

- Vertedero: H_d (m)
- Rev. Asentamiento: r_1 (m)
- Rev. por Ola: r_2 (m)
- Rev. de cierre (factor de seguridad): r_3 (m)

La Revancha total se obtuvo para la crecida de diseño de 1.000 años y fueron verificadas para la crecida de 10.000 años. Se consideró una altura de vertedero y de coronamiento tal que la crecida de 10.000 años no generase daños en la presa y fuera capaz de evacuarse completamente. El Cuadro 2.7.1.2-1 se presenta la revancha total adoptada.

CUADRO 2.7.1.2-1
REVANCHA TOTAL ADOPTADA

Parámetro	Valor
Vertedero: H_d (m)	3,86
Rev. Asentamiento: r_1 (m)	0,37
Rev. por Ola: r_2 (m)	1,5
Rev. de cierre (factor de seguridad): r_3 (m)	0,54
Revancha Total Adoptada (m)	6,3

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.3. Cotas relevantes del embalse

Sobre la base de los cálculos de ingeniería y de los resultados del modelo de simulación de la operación del embalse, para cada uno de los cinco escenarios de proyecto, se ha elaborado el Cuadro 2.7.1.3-1.

En este cuadro, se comienza con la cota a pie de embalse que es 156,0 m. A continuación, se define la Cota de la torre de toma que está definida como la necesaria para que la cota de inicio de los canales matrices sea tal que permita dejar bajo cota de canal la superficie requerida.

Mediante la curva de capacidad, se determina el Volumen almacenado hasta torre de toma (Volumen Muerto). Luego, se le agrega el Volumen útil requerido según la superficie de riego, que se determinó con el modelo de simulación.

Con lo anterior, se obtiene el Volumen total almacenado, hasta el umbral del vertedero. Al aplicar la curva de capacidad, se deduce la Cota umbral del vertedero que corresponde al volumen total almacenado (Volumen muerto más volumen útil).

A la cota umbral del vertedero se le suma la revancha total determinada anteriormente, con lo cual se obtiene la Cota de coronamiento y la Altura total del muro.

Finalmente, se efectúa una aproximación al 0,50 m superior, con lo cual se obtiene la Cota coronamiento y Altura total del muro definitiva.

CUADRO 2.7.1.3-1

CÁLCULO DE LAS COTAS RELEVANTES DEL EMBALSE

DESCRIPCION	Valor
Cota a pie de embalse (m)	156.0
Cota torre de toma (m)	171.0
Cota radier en inicio canales matrices	170.0
Volumen almacenado hasta torre de toma (Vol. Muerto) (Hm ³)	11.32
Volumen útil requerido según superficie del escenario (Hm ³)	37.80
Volumen total almacenado, hasta el umbral del vertedero (Hm ³)	49.12
Cota umbral del vertedero	184.38
Revancha total (m)	6.30
Cota coronamiento	190.68
Altura total del muro (m)	34.68
Aproximación al 0,50 m superior	
Cota coronamiento (m)	191.0
Altura total del muro (m)	35.0

Fuente: Elaboración propia

2.7.2. Obra de Evacuación de Crecidas

El vertedero diseñado corresponde a uno libre, es decir, sin compuertas de regulación, de ubicación frontal y recto. El tipo de vertedero seleccionado correspondió al vertedero de tipo Ogee debido a su mayor eficiencia en la descarga al adoptar la forma de la lámina de agua en su talud aguas abajo, tal como se propone en el U.S. Bureau of Reclamation (USBR).

La obra de evacuación de crecidas está compuesta por: vertedero, pie de vertedero, canal evacuador y descarga en canal revestido.

La ubicación del vertedero de crecidas se determinó mediante los estudios de mecánica de suelos y resultados de los sondajes realizado en ambas laderas donde se ubicarán los estribos del muro del embalse, siendo recomendada su ubicación sobre la ladera del estribo izquierdo del embalse, básicamente por la presencia de roca y porque los taludes en la ribera izquierda no son tan verticales como los de la ribera derecha, con lo cual resulta un menor volumen de excavación en roca.

La estructura se definió de una altura de 2,0 m. El talud aguas arriba se diseñó con la relación H:V=2:3. En el diseño de la forma del vertedero se han utilizado los gráficos recomendados por el USBR¹, de modo que se obtuvieron las dimensiones características del vertedero, que se presenta en el Cuadro 2.7.2-1 siguiente

CUADRO 2.7.2-1
RESUMEN DIMENSIONES VERTEDERO

Q (m ³ /s)	He (m)	Hd (m)	P (m)	R1 (m)	R2 (m)	Xc (m)	Yc (m)	Ec. Umbral
1211	3.636	3.86	2,0	0.49	0,33	0.205	0.20	$Y = -0.0512 X^{1,765}$

Fuente: Elaboración propia

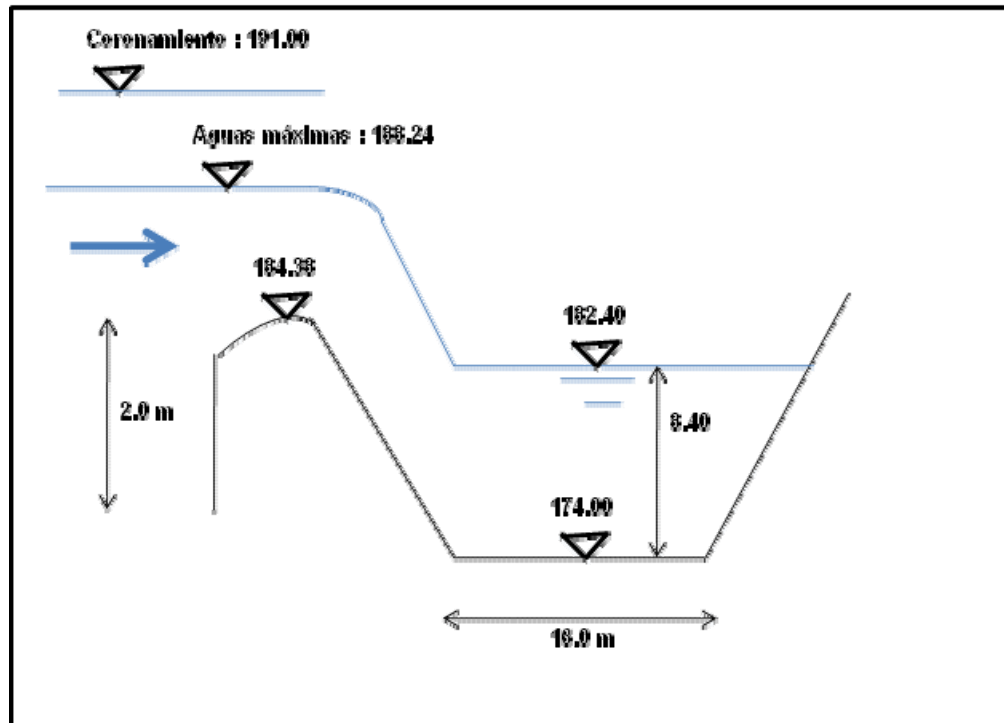
Donde:

Q	:	Caudal de diseño asociado a un periodo de retorno de 1,000 años
He	:	Altura de energía sobre umbral
Hd	:	Altura de agua sobre umbral
P	:	Altura del vertedero
R1	:	Radio de curvatura del talud aguas arriba
R2	:	Radio 2 de curvatura del talud aguas arriba
Xc	:	Longitud del tramo curvo superior del talud aguas arriba
Yc	:	Altura del tramo curvo superior del talud aguas arriba

En la Figura 2.7.2-1 siguiente se ilustra la geometría general del vertedero, con sus cotas correspondientes. En el canal colector, de ancho 16 m y taludes 1:1, la cota de aguas máximas con el caudal de diseño es de 8,40 m, quedando a aproximadamente 2 m bajo la cota del umbral, con lo cual se independiza el flujo hacia aguas abajo.

¹ Fig. 187: Factores para la determinación de las secciones con la forma de la lámina vertedora

FIGURA 2.7.2-1
GEOMETRÍA GENERAL DEL VERTEDERO

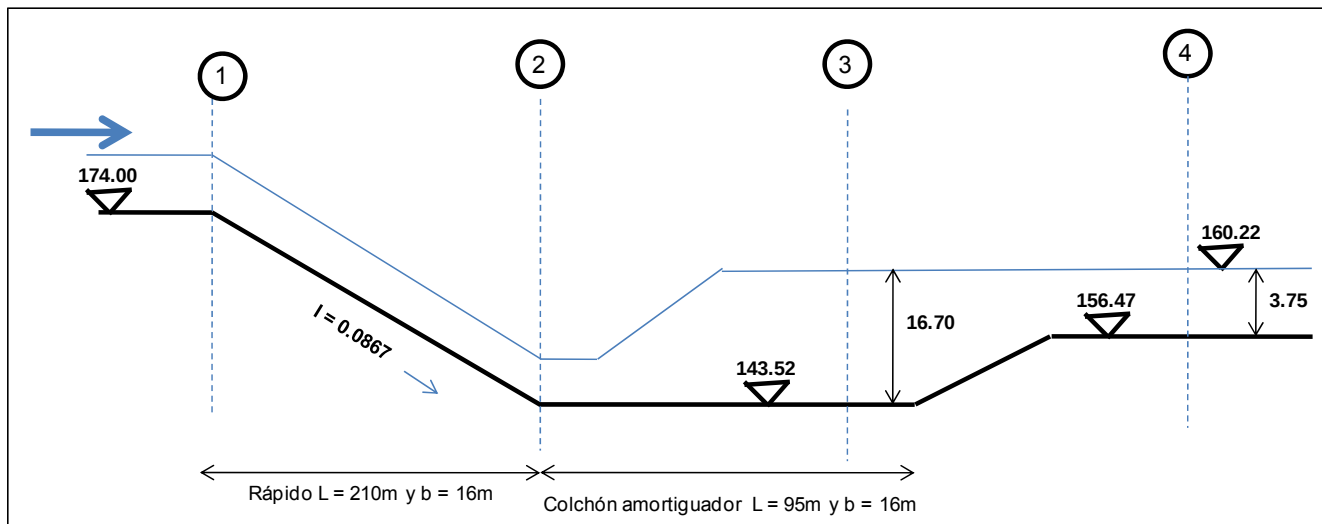


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2.7.2.1-2 se ilustra la geometría del vertedero hacia aguas abajo del canal colector, en el cual se distinguen los elementos siguientes:

- 1) Término del canal colector e inicio del rápido de descarga. En esta sección se produce altura crítica, debido al cambio brusco a pendiente fuerte.
- 2) Término del rápido de descarga e inicio del colchón, tipo USBR tipo IV.
- 3) Fin del colchón dissipador de 95 m de longitud y 16 m de ancho.
- 4) Sección del río aguas abajo, con altura normal de 3,75 m. Se consideró una sección rectangular de 20 m de ancho y taludes 1:1.

FIGURA 2.7.2-2
GEOMETRÍA DEL VERTEDERO HACIA AGUAS ABAJO DEL CANAL COLECTOR



Fuente: Elaboración propia

El cálculo del eje hidráulico se efectuó entre las secciones 1 a 4 descritas anteriormente. En el primer tramo del rápido, se aplicó el método de Standish – Hall, que considera la incorporación de aire a la masa de agua a medida que se produce el torrente, (Referencia: Klaus Pontani, Tercer Coloquio Nacional de Hidráulica, SOCHID, 1977, “Determinación del Eje Hidráulico en Canales de Pendiente Fuerte”).

Como ancho del vertedero, se ha adoptado valor de 16m.

2.7.3. Túnel de desviación

2.7.3.1. Descripción

Durante el período de construcción de la presa, es necesario desviar las aguas del río Huedque a través de una obra denominada túnel de desviación. Para este efecto, se plantea construir un túnel de sección medio punto, con una toma ubicada aguas arriba del muro, con una longitud aproximada de 290 metros, que termina aguas abajo del pie del embalse, devolviendo de esta forma las aguas al río.

En los primeros 5 metros, el túnel tendrá un revestimiento completo en su sección, a objeto de formar una estructura segura para soportar la sobrecarga de material. Desde los 5 metros en adelante, el túnel estará excavado en roca, hasta los 5 metros finales, que estarán revestidos en sección completa, en forma similar al inicio.

Esta obra contendrá la tubería de la entrega para riego, la cual estará embebida en una estructura de hormigón armado.

2.7.3.2. Diseño hidráulico

La ubicación, dimensionamiento y diseño de la obra, se efectuó considerando las siguientes bases de diseño:

- La obra se diseña para el caudal de período de retorno 10 años, $Q = 257 \text{ m}^3/\text{s}$. Para un período de construcción de 2 años, por lo cual el riesgo hidrológico asociado es de un 19%.

$$\text{Riesgo hidrológico} = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

En que:

T = Período de retorno, en años. $T = 10$ años

n = Número de años de la construcción, $n = 2$ años

- **Túnel Medio Punto (12,00 x 12.002):** Del eje de la presa hacia aguas abajo, se considera un túnel de sección medio punto cuya longitud es de 290m, en roca, cuyo coeficiente de rugosidad (Manning) asociado es $n = 0,040$ con una pendiente de fondo de 0,004.

2.7.4. Obras de Entrega de Caudal

2.7.4.1. Antecedentes

Para el cálculo del diámetro de la tubería, se considera el caudal que debe entregar el embalse en el mes de máxima demanda, de acuerdo con la superficie de riego proyectada y con las pérdidas de conducción. Estos valores fueron obtenidos de los resultados del modelo de simulación de la operación del embalse.

En el Cuadro 2.7.4.1-1 se detalla las superficies de cada sector, para cada escenario de proyecto considerado, indicando además los caudales de entrega en el mes de máxima demanda para el canal matriz derecho e izquierdo y derivados.

CUADRO 2.7.4.1-1

SUPERFICIES DE RIEGO Y CAUDALES POR SECTOR

Sector de Riego	Superficie de riego proyectada (ha)	Caudal (m ³ /s)
Matriz Ribera Izquierda Tramo 1	732.7	1.6
Matriz Ribera Izquierda Tramo 2	664.7	0.7
Matriz Ribera Derecha Tramo 1	681	2.1
Matriz Ribera Derecha Tramo 2	574.8	0.6
Derivado 1	271.4	0.3
Derivado 2	330.1	0.4
Total	3254.7	--

Fuente: Elaboración propia

2.7.4.2. Descripción

La obra de entrega de agua del embalse tiene un primer tramo vertical, que corresponde a la longitud de la estructura de la torre de toma, cuya base está en la cota 159. A continuación, el segundo tramo se ubica dentro del túnel de desviación, en el cual la tubería va embebida en una estructura de hormigón armado. La longitud de este tramo es de 290 m.

Al término del segundo tramo, la tubería se bifurca en dos: Una parte del caudal sigue hacia el canal matriz derecho, en una longitud de 40 metros, en tanto que la otra parte del caudal se conduce hacia el canal matriz izquierdo mediante un sifón de 340 m de longitud.

2.7.5. Zonas de Yacimientos

Respecto de los yacimientos, se presentan a continuación en el Cuadro 2.7.5-1 y Figura 2.7.5-1, aquellos puntos donde se realizaron las calicatas, y que corresponden a las zonas generales que podrían eventualmente ser usadas como yacimientos.

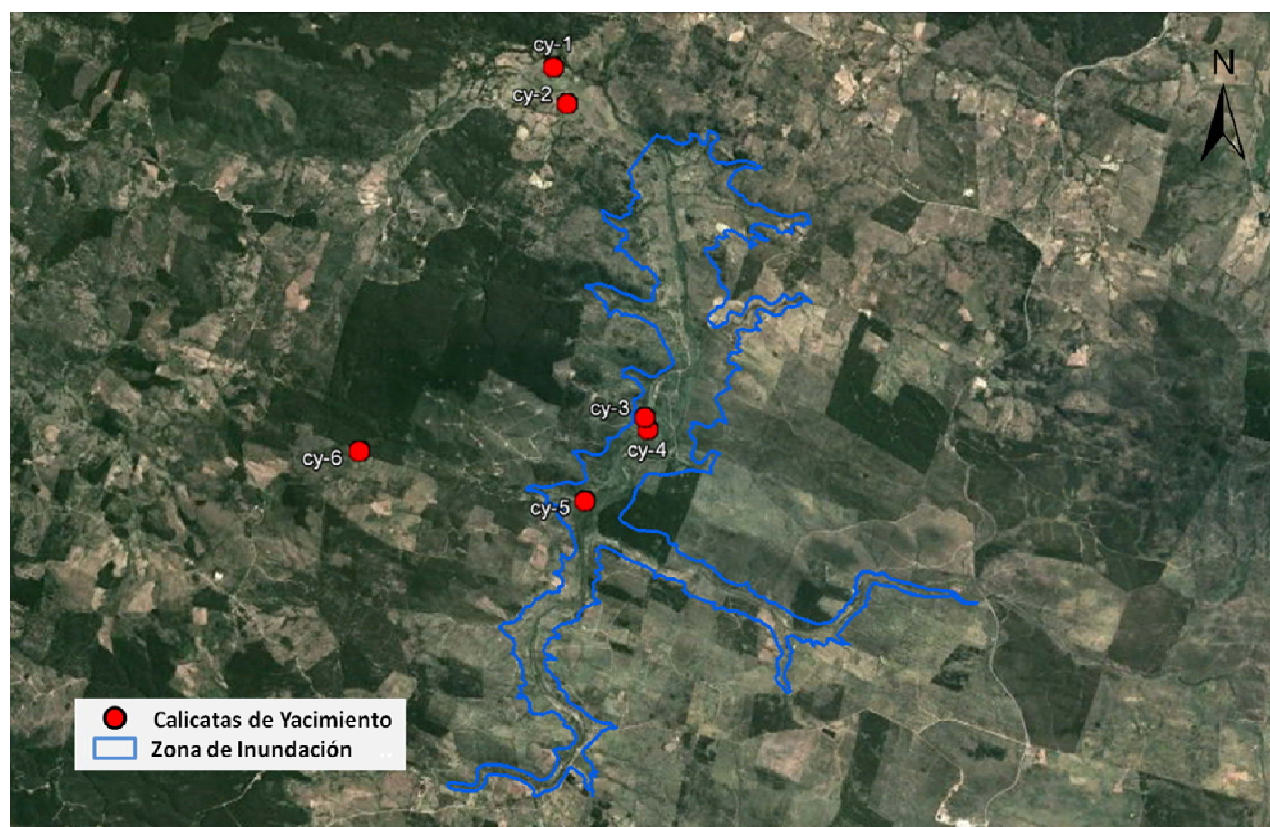
CUADRO 2.7.5-1
CALICATAS DE YACIMIENTOS

Calicata	Coordenada Este	Coordenada Norte
CY-6	722272	5998215
CY-5	724648	5997619
CY-4	725344	5998372
CY-3	725316	5998501
CY-1	724426	6002298
CY-2	724563	6001902

Nota: Coordenadas en UTM 18 Sur, datum WGS 84

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 2.7.5-1
CALICATAS DE YACIMIENTOS

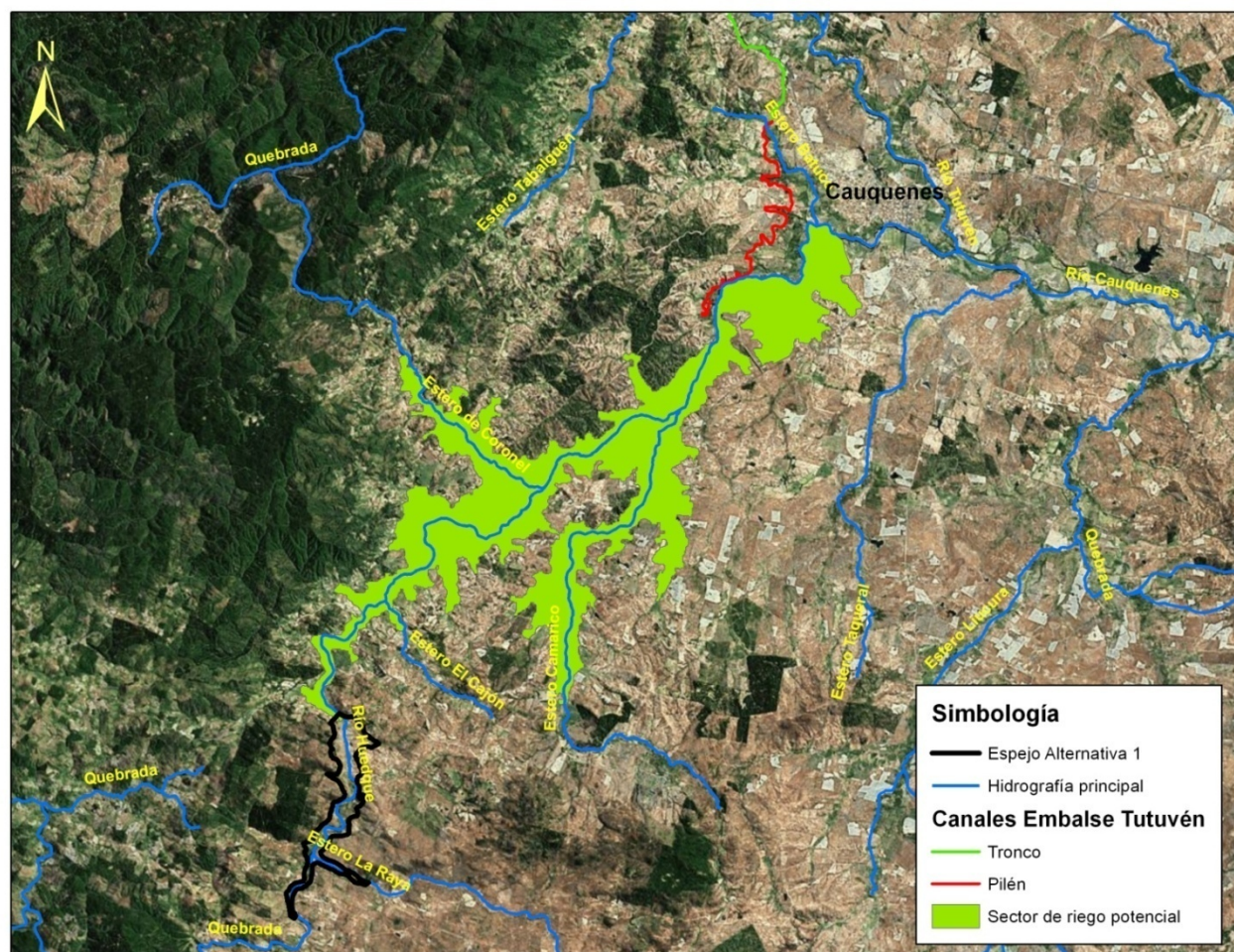


Fuente: Elaboración propia y Google Earth

2.8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA BENEFICIADA

El estudio Agroeconómico realizado en la presente consultoría, ha delimitado la envolvente del área de riego potencial, la cual tiene una superficie total de 5.368 ha. Ésta puede verse en la Figura 2.8-1.

FIGURA 2.8-1
SECTORIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia

El uso de suelo actual fue obtenido a partir de la realización de encuestas agroeconómicas y puede verse en el Cuadro 2.8-1.

CUADRO 2.8-1
USO DEL SUELO SITUACIÓN ACTUAL

Cultivos	Riego Permanente		Riego Eventual		Riego Agua Subterránea		Secano		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Trigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	205,3	6,0	205,3	5,7
Papa	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,1	4,1	0,1
Chacra Casera	1,0	1,0	3,3	10,4	8,3	9,3	61,0	1,8	73,6	2,0
Pradera Natural	0,0	0,0	15,8	50,0	0,0	0,0	1.856,2	54,6	1.872,0	51,7
Olivo	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	2,5	3,1	0,1	5,3	0,1
Vid Vinífera	100,0	98,2	11,3	35,6	74,6	82,9	556,8	16,4	742,6	20,5
Huerto Frutal	0,0	0,0	0,9	2,8	2,5	2,8	2,0	0,1	5,3	0,1
Otros Frutales	0,0	0,0	0,4	1,3	2,3	2,6	1,9	0,1	4,7	0,1
Pino	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	625,4	18,4	625,4	17,3
Eucaliptus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,8	2,5	84,8	2,3
Total Productiva	101,8	100,0	31,6	100,0	90,0	100,0	3.399,8	100,0	3.623,2	100,0
Productiva									3.623,2	67,5
Sin uso potencialmente regable									1.354,3	25,2
Sin uso cultivable solo en secano									283,6	5,3
Indirectamente productiva									104,1	1,9
Improductiva									2,9	0,1
Total									5.368,0	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio Agroeconómico de la presente consultoría

Tal como se ve en el Cuadro 2.8-1, la superficie de riego actual al interior del área de estudio es de sólo 223,4 ha. A raíz de la obra estudiada, la superficie de riego (total) que se proyecta asciende a 3254,7 ha, las cuales abarcarían (total o parcialmente) un total de 313 predios beneficiados.

2.9. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DERECHOS DE AGUA

Los únicos derechos de aprovechamiento de aguas superficial y corriente constituidos en el río Huedque corresponden a los otorgados como reserva a favor de Fisco, en específico a la Dirección de Obras Hidráulicas, el año 2009. Son derechos de tipo consuntivo y de ejercicio permanente y eventual.

El volumen anual asignado en el río Huedque es 107,5 Hm³. A nivel mensual los caudales de referencia para los derechos permanentes y eventuales son los indicados en el Cuadro 2.9-1.

CUADRO 2.9-1
CAUDALES DE REFERENCIA
DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS RIO HUEDQUE

Mes	Ejercicio permanente	Ejercicio eventual
ABR	0,05	0,90
MAY	0,02	26,30
JUN	1,10	29,80
JUL	4,50	27,40
AGO	3,30	15,80
SEP	1,50	12,80
OCT	0,50	6,50
NOV	0,09	4,90
DIC	0,10	1,00
ENE	0,00	0,30
FEB	0,00	0,20
MAR	0,03	0,20

Fuente: Dirección General de Aguas (2009).

Junto con los caudales anteriores, se deben dejar pasar aguas abajo del punto de captación el caudal necesario para preservar el equilibrio ecológico del lugar, el que no podrá ser inferior al indicado en la distribución mensual presentada en el Cuadro 2.9-2.

CUADRO 2.9-2
CAUDAL ECOLÓGICO RIO HUEDQUE

Q	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
l/s	82	89	502	646	646	646	646	376	177	91	22	68

Fuente: Dirección General de Aguas (2009).

Además, en el área de estudio existen derechos constituidos en cauces afluentes, tales como los esteros Coronel y Pichihuedque, pero por montos muy bajos y de carácter eventual.

Finalmente existen derechos de aguas subterráneas constituidos, tanto por el procedimiento convencional como también por el artículo 4º transitorio de código de aguas. Al igual que los derechos antes mencionados, estos recursos abastecen pequeños parches en el valle.



Según el registro de Organizaciones de Usuarios de la Dirección General de Aguas, en la zona no existen juntas de vigilancia, asociaciones de Canalistas o comunidades de aguas constituidas y reconocidas por el organismo.

3. EXPLICACIÓN METODOLOGÍA GENERAL DEL EAA

La Evaluación de Impactos es llevado a cabo en el marco de una metodología particular, mediante la cual se calcula un Índice Intensidad de Impacto Potencial para cada alternativa estudiada.

El procedimiento propuesto, corresponde a una adaptación de la metodología “Planificación Ecológica del Territorio”, empleada en Chile para la elaboración del proyecto “Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS)” finalizado el año 2002 (desarrollado por el Gobierno Regional de la Región Metropolitana, Universidad de Chile y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana GTZ).

La metodología se llevará a cabo mediante la ejecución de 3 Pasos, los cuales se explican a continuación.

3.1. PASO 1: DEFINICIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Este análisis se desarrolla a partir de la Caracterización Ambiental del área de Influencia y consiste en caracterizar cada uno de los componentes ambientales en los distintos sitios estudiados (en caso de existir diferencias), según los atributos de Vulnerabilidad e Importancia Ecológica, que se explican a continuación.

3.1.1. Importancia Ecológica

La importancia ecológica de los componentes ambientales se evaluará, a su vez, en función de otros 2 sub atributos basales, los cuales son **Función Ecológica** y **Naturalidad o Pristinidad**. La Función ecológica está dada por la relevancia del componente en el funcionamiento del ecosistema, además de - para los componentes del medio biótico - riqueza de especies, endemismo, problemas de conservación, zonas protegidas, entre otras características. La Naturalidad o pristinidad viene dada por el grado de intervención actual que presenta el componente. Para aquellos componentes en que no sea aplicable este concepto (ej.: medio social) simplemente se omitirá la evaluación en ese caso. Para cada componente, se asignará un valor de Función Ecológica y Naturalidad mediante la aplicación de una escala numérica de valores continuos entre 1 y 5. En ella, el valor “1” corresponde a la categoría “Muy Bajo” y el valor “5” corresponde a “Muy Alto”. Posteriormente, el promedio de ambos sub atributos en cada componente da como resultado la valoración de la “Importancia Ecológica” (medida en la misma escala de valores entre 1 y 5).

3.1.2. Determinación de la Vulnerabilidad

La Vulnerabilidad es la susceptibilidad de un determinado componente a sufrir efectos adversos y su capacidad de recuperarse frente a una determinada intervención o absorber exitosamente un impacto (ej. la especie “X” es más vulnerable que la especie “Y” ante determinado impacto). En cada componente se asignará una categoría de “Vulnerabilidad” mediante la aplicación de la escala numérica de valores continuos entre 1 y 5. (Donde “1” corresponde a la categoría “Muy Bajo” y el “5” corresponde a “Muy Alto”).

Finalmente se realizará un promedio aritmético entre las categorías de **Importancia Ecológica y Vulnerabilidad**, obteniendo como resultado el valor de la **“Sensibilidad Ambiental”** en cada componente.

3.2. PASO 2. EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES E IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ASOCIADOS

Se entenderá por Agresividad Ambiental de las actividades al grado de amenaza ambiental potencial e intrínseca que implica la ejecución de cada una de ellas independientemente del lugar donde se ejecuten. En una primera instancia se identificarán las obras y actividades del proyecto susceptibles de causar impactos en las distintas etapas, describiendo a su vez el Impacto potencial correspondiente. Idealmente se valorará la Agresividad de la actividad, de acuerdo a los criterios indicados en el Cuadro 3.2-1, usando la misma escala numérica de valoración entre 1 y 5 (donde “1” corresponde a la categoría “Muy Bajo” y el “5” corresponde a “Muy Alto”).

CUADRO 3.2-1

ESCALAS DE VALORACIÓN PARA CRITERIOS DE AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

CRITERIO: EXTENSIÓN (E)		
Indica la distribución o cobertura espacial de la actividad.		
Extensión	Descripción	Escala
Local	Cuando la actividad se manifiesta en el sector donde se ubica la fuente y en su entorno inmediato, si la fuente es puntual o de pequeña envergadura.	1
Comunal	Cuando la actividad se manifiesta en un entorno más amplio de la fuente abarcando niveles comunales	3
Regional	Cuando la actividad tiene impacto a niveles regionales	5
CRITERIO: ALTERACIÓN (A)		
Refleja el grado de alteración de que la actividad produce sobre el medio en términos genéricos.		
Alteración	Descripción	Escala
Muy Baja	Cuando el grado de alteración es casi imperceptible no afectando la condición basal	1
Baja	Cuando el grado de alteración es pequeño, manteniendo la condición basal.	2
Moderada	Cuando el grado de alteración implica cambios respecto a la condición basal, pero dentro de rangos aceptables.	3
Alta	Cuando el grado de alteración respecto a la condición basal es notorio.	4
Muy Alta	Cuando el grado de alteración es significativo y muchas veces inaceptable	5
CRITERIO: DURACIÓN (D)		
Indica el tiempo que dura la actividad.		
Duración	Descripción	Escala
Corto Plazo	Impacto que se manifiesta sólo mientras dura la acción que lo genera, siendo este impacto más bien temporal (hasta 2 años).	1
Mediano Plazo	Impacto que se manifiesta en un rango de 2 a 5 años	3
Largo Plazo	Impacto que se manifiesta permanentemente por más de 5 años.	5
CRITERIO: REVERSIBILIDAD (R)		
Indica el grado de reversibilidad que los efectos de la actividad tendrían en términos genéricos.		
Reversibilidad	Descripción	Escala
Reversible	Cuando al cabo de un cierto tiempo el impacto se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera.	1
Parcialmente Reversible	Cuando el impacto no se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera, pero que puede ser revertido, al menos parcialmente, mediante acciones correctoras.	3
Irreversible	Impacto que no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera, y que tampoco puede ser revertido mediante acciones correctoras.	5

Fuente: Elaboración propia

La Agresividad final está dada por el promedio aritmético de los sub criterios anteriormente mencionados.

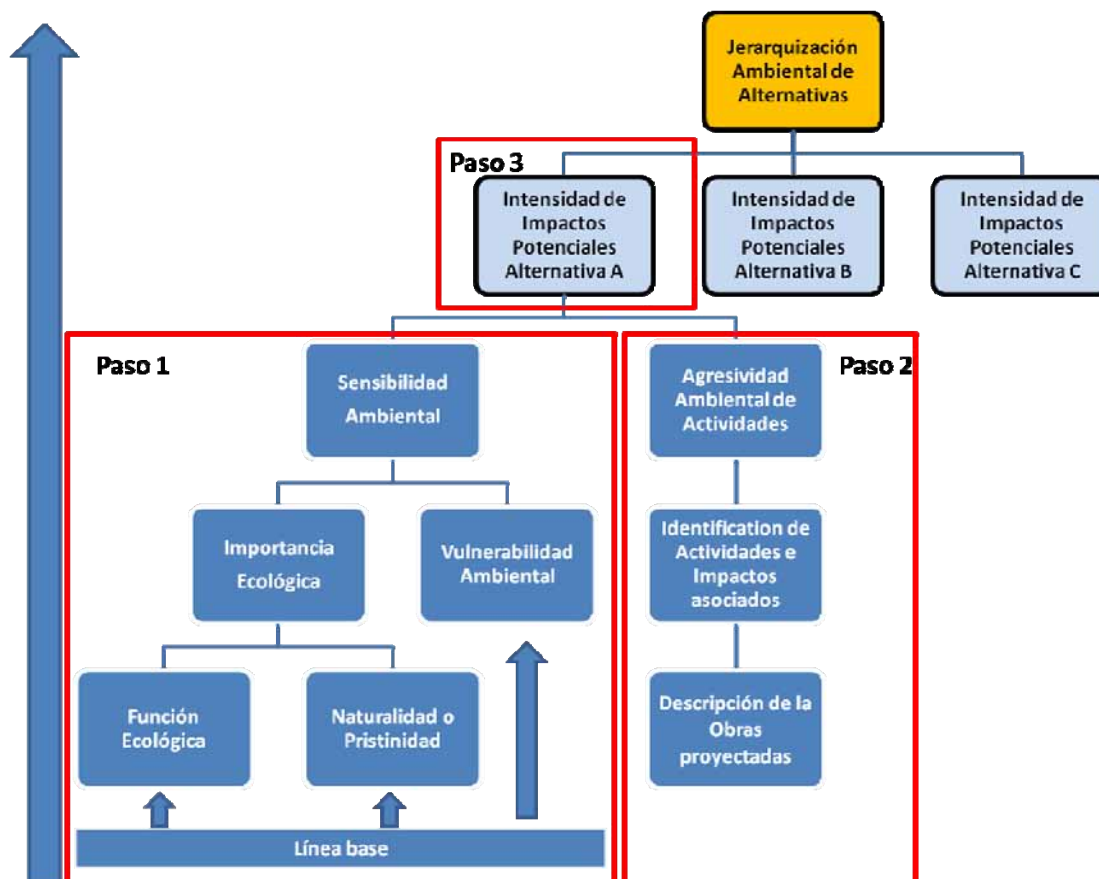
3.3. PASO 3: EVALUACIÓN DE INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES Y JERARQUIZACIÓN DE ALTERNATIVAS

Al enfrentar “Sensibilidad Ambiental” del componente con “Agresividad Ambiental de las Actividades” se obtiene como resultado la Intensidad del Impacto Potencial ya identificado. Por ejemplo, si se tiene el caso de que el componente Flora y Vegetación presenta Sensibilidad Ambiental nivel 5 (Muy Alta) por poseer especies en peligro de extinción y endémicas, y se viera enfrentado con la actividad “Roce de vegetación”, cuya Agresividad también es 5 (Muy Alta), el Impacto resultante (Ej.: “Pérdida de vegetación endémica”), sería nivel 5 también (Muy Alto). Del mismo modo si un componente de baja Sensibilidad se enfrenta con una Agresividad alta, la Intensidad del Impacto quedará en un nivel intermedio. En términos prácticos la Intensidad del Impacto está dada por el promedio entre Sensibilidad y Agresividad.

A partir del análisis conjunto de la **Sensibilidad Ambiental** y la **Agresividad de las actividades**, se obtendrá, en cada componente y/o alternativa ambiental, la **Intensidad de los Impactos Ambientales Potenciales**, los que resultarán valorados en la misma escala numérica empleada anteriormente (entre 1 y 5 donde 1 equivale a “Muy bajo” y 5 equivale a “Muy Alto”). De esta forma se calcularon Índices promedio según componente y/o alternativa de modo tal de poder establecer diferencias y jerarquizar.

La Figura 3.3-1 muestra un esquema que resume el método propuesto para este caso.

FIGURA 3.3-1
ESQUEMA METODOLOGÍA JERARQUIZACIÓN DE ALTERNATIVAS



Fuente: Elaboración propia

4. CARACTERIZACIÓN DE LA LINEA DE BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA: SENSIBILIDAD AMBIENTAL

4.1. MEDIO FÍSICO

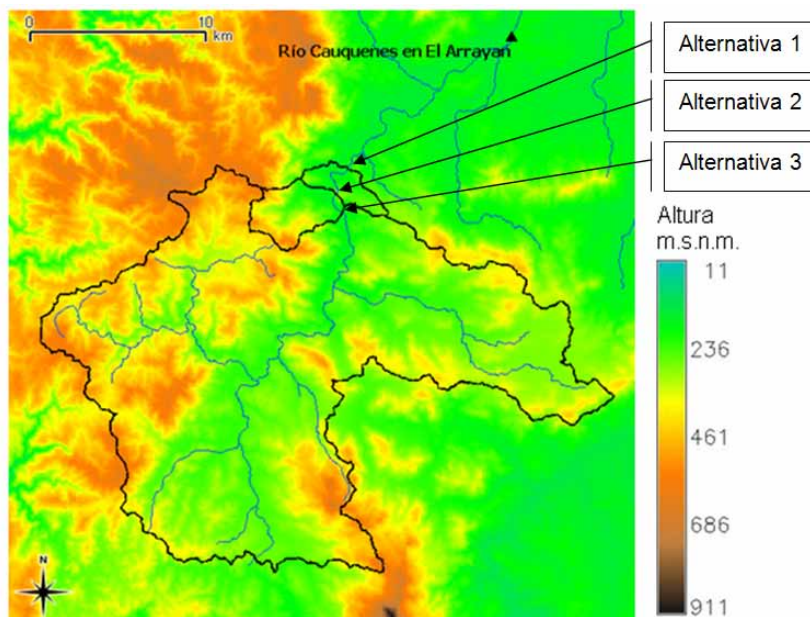
4.1.1. Hidrología

4.1.1.1. Antecedentes generales

El río Cauquenes es uno de los escurrimientos superficiales más importantes de la comuna, comprendiendo una cuenca de 320 km². Se origina de la confluencia de los esteros Huedque, por el Sur y el estero El Coronel, por el Suroeste. El estero Huedque se origina de la confluencia de los esteros La Raya, por el sureste, y Las Rasas, por el suroeste. Comenzando en esta sección, sector que se ubica el cerro Huedque de 560 metros de altitud, el estero recorre aproximadamente 11 km en dirección noreste hasta su arribo con el río Cauquenes. Desde esta sección, el río Cauquenes recorre aproximadamente 12 km en dirección norte, donde confluye con el estero Batuco arribándose a la ciudad homónima.

A continuación se presenta el análisis del recurso hídrico, desde el punto de vista hidrológico y sedimentológico, estimado para la zona de la Alternativa 1 de embalse proyectada, mediante métodos hidrológicos y estimaciones indirectas. En la Figura 4.1.1.1-1 se muestran las cuencas aportantes asociadas a cada alternativa, sin embargo sólo se exponen los resultados de la Alternativa 1.

FIGURA 4.1.1.1-1
CUENCA APORTANTE ASOCIADA A CADA ALTERNATIVA



Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.2. Área de Influencia

El área de influencia directa del componente hidrológico corresponde a toda la extensión del cauce del río Huedque ubicado entre la cola del embalse propuesto y la confluencia con el Río Cauquenes, donde se encuentra el fin de la zona de riego propuesta y hasta donde se efectuará la devolución de las aguas sobrantes. El área indirecta, en estricto rigor y aún cuando el efecto es marginal, corresponde al cauce del río desde el fin de la zona de riego hasta la desembocadura en el mar. Esto dada la transformación y bloqueo del régimen de caudales y sedimentos que significa la existencia del muro.

4.1.1.3. Metodología

En el estudio hidrológico, se han estimado caudales medios mensuales afluentes al embalse Huedque, para cada una de las alternativas de embalse identificadas. Dicha estimación es producto de una exhaustiva revisión de información fluviométrica (estaciones DGA) seguida de una secuencia de pasos de corrección, rellenado, extensión y transposición de caudales.

El estudio de sedimentación, por su parte, busca estimar el volumen muerto en la zona de ubicación del embalse. Para ello, se estimaron las principales componentes de este fenómeno, como Gasto Sólido de Fondo (GSF) y Gasto Sólido en Suspensión (GSS), cuya

suma corresponde al Gasto Sólido Total. El volumen muerto se calculó como el aporte de ambas componentes que llegan al punto del embalse durante un periodo de vida útil de 50 años.

Para efectos del EAA, el GSF y el GSS sirven para dimensionar el impacto sobre el flujo natural de sedimentos que se vería interrumpido por la obra.

El enfoque para estimar el Gasto Sólido Total asociado a un punto determinado del río fue el siguiente:

$$\mathbf{GST = GSF + GSS}$$

Donde:

GST : Gasto Total de Sedimentos (kg/s)

GSF : Gasto Arrastre de Fondo (kg/s)

GSS : Gasto Sólidos en Suspensión del Cauce (kg/s)

El Gasto Sólido en Suspensión corresponde a las partículas que se generan producto de la erosión de la lluvia sobre el suelo, y que llegan al cauce a través del arrastre de la escorrentía superficial, también conocido como lavado de cuenca. El Gasto Sólido de Fondo corresponde al que se genera debido a la erosión del río, producto del esfuerzo de corte sobre las partículas que componen el fondo del cauce, este arrastre se transporta de dos formas: como arrastre de fondo propiamente tal, o partículas que durante periodos intermitentes son capaces de entrar en suspensión. Ambos gastos sólidos, permiten estimar el volumen muerto para un horizonte determinado considerando el aporte de producción medio anual.

El gasto sólido suspendido que genera una cuenca se asocia a distintos factores de erosión, tales como la precipitación, el viento, los glaciares, el hielo, la gravedad, etc. Las partículas removidas son arrastradas y pueden, o no, incorporarse a algún cauce para ser transportadas a otros lugares de la cuenca mediante escurrimiento superficial; este proceso se facilita por las fuerzas asociadas al movimiento del fluido.

Las mediciones de este fenómeno se realiza mediante una estación sedimentométrica, sin embargo los datos y la ubicación de este tipo de estaciones es escasa, por lo que no siempre es posible contar con una medida directa. En la cuenca del Río Huedque no existen estaciones que permitan tener registros de este fenómeno. Es por ello, que se planteó la utilización de las siguientes expresiones empíricas:

- Formula de Perdida Universal de Suelo (USLE)
- Patrón Sedimentológico (Bzagian K., 1987)
- Producción Anual de Sedimento (Dendy Bolton, 1976)
- Metodología USBR, 1974
- Tasas Regionales

Los métodos planteados corresponden a técnicas clásicas ampliamente utilizadas para embalses de riego de similares condiciones al de este estudio, en el que se incluyen expresiones provenientes de estudios realizados en otros países o a nivel nacional. Es importante tener en cuenta que las tasas regionales y la técnica de la USBR entregan valores altos de arrastre de sedimento, por lo que solo deben ser consideradas como valores referenciales que entregan un valor máximo de producción anual.

4.1.1.4. Resultados

Hidrología superficial

Entre las distintas alternativas se observa que no existen brazos importantes que impliquen una diferencia de caudales importante entre los distintos puntos, y que el aporte que se recibe a través del cauce corresponde a aportes difusos de las cuencas intermedias que pueden ser estimados mediante trasposición de áreas

El Cuadro 4.1.1.4-1 muestra el promedio de los caudales medios mensuales estimados para la Alternativa 1, considerando una serie de tiempo desde abril de 1977 a marzo de 2010.

CUADRO 4.1.1.4-1
CAUDAL PARA ALTERNATIVA 1 DE EMBALSE (m³/s)

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
Q _{medio}	0,53	6,19	12,16	16,24	11,54	6,82	3,15	1,44	0,43	0,13	0,17	0,08	4,91
Desv,	2,09	10,35	11,10	11,13	7,27	4,15	2,53	1,31	0,27	0,09	0,64	0,16	2,26
Max	12,08	44,15	39,36	42,77	34,32	18,37	10,39	5,59	0,99	0,48	3,70	0,80	9,05
Min	0,00	0,01	0,21	0,98	1,50	1,41	0,40	0,15	0,04	0,01	0,00	0,00	0,54

Fuente: Elaboración Propia

Arrastre de Sedimentos

En el Cuadro 4.1.1.4-4 se muestra el Volumen Muerto obtenido mediante las distintas metodologías, que considera el gasto sólido en suspensión y el gasto mediante arrastre de fondo. También se muestra la tasa asociada a cada método, considerando un peso específico igual a $1,65 \text{ ton/m}^3$.

CUADRO 4.1.1.4-4
VOLUMEN MUERTO CON TASA REGIONAL

Metodología	Volumen Muerto m^3	Tasas ton/día/km^2
USLE	2.483.920	0,59
Bzdigian K.	3.254.014	0,78
Dendy Bolton	3.287.247	0,79

Fuente: Elaboración Propia

El volumen muerto adoptado corresponde al máximo valor estimado mediante las distintas metodologías, $3,3 \text{ hm}^3$, de esta manera se asegura que el volumen entrante no supere este valor para el horizonte de vida útil de la obra, 50 años. Al comparar las tasas de producción específica se observa que presentan un valor cercano al estudio de San Juan de Quirihue realizado por SIGA 2008, igual a $0,65 \text{ ton/día/km}^2$, mientras que en el presente estudio se adopta una tasa igual a $0,70 \text{ ton/día/km}^2$.

4.1.1.5. Conclusión y determinación de Sensibilidad Ambiental

En el secano interior de la Región del Maule, la escasez del recurso hídrico en época estival (noviembre a abril) lo hace altamente valioso, ya sea para ecosistemas naturales como para un eventual consumo humano con fines de riego o agua potable. Además debe considerarse que el flujo de sedimentos que es transportado por un curso de agua determina y configura la geomorfología del cauce, condicionando y permitiendo el desarrollo de las comunidades animales y vegetales en su estado natural.

Ya habiendo jerarquizado las Alternativas (Anexo EAA-0), en esta etapa se re evalúa el componente, pero esta vez no en términos relativos, o con fines comparativos entre alternativas, sino que en términos absolutos o con el fin de comparar la Sensibilidad con otros componentes. Al respecto, se considera que la Función ecológica de la Hidrología, es siempre “muy alta” independientemente del sector, es decir no varía, razón por la cual no aporta en términos de su valoración. Posteriormente, la Importancia Ecológica está dada sólo por la Naturalidad y su Vulnerabilidad depende de la escasez relativa.

El Cuadro 4.1.1.5-1 indica la Sensibilidad Ambiental resultante.

CUADRO 4.1.1.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL

N	Justificación	IE	V	Justificación	S
4.5	El componente hidrológico de la cuenca se encuentra afectado por la presencia de plantaciones forestales e intervenciones de carácter agrícola que afectan la disponibilidad	4.5	4	La vulnerabilidad de la hidrología del valle se considera como "Media" dada la escasez del recurso en la época estival prolongada.	4.25

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Calidad de Aguas

4.1.2.1. Antecedentes generales

Calidad del agua, es un término es relativo a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias ya sea tóxicas o producidas por procesos naturales. De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

A continuación se caracterizará la calidad del agua de acuerdo a la norma NCh 1.333 para los siguientes usos:

- Requisitos del Agua para Riego
- Requisitos para Aguas Destinadas a Vida Acuática.

4.1.2.2. Área de Influencia

El área de influencia directa para el componente de calidad de aguas corresponde a la zona de inundación y emplazamiento del muro, en el cauce del río Huedque. Esto dado el impacto sobre la calidad que produce alterar el flujo lótico de un río dejándolo como léntico, y del mismo modo el impacto que se produce hacia aguas abajo del muro al cortar el flujo de sedimentos y nutrientes (entre otras cosas). No se plantea área de influencia indirecta para este caso.

4.1.2.3. Metodología

Revisión Bibliográfica

La caracterización de este componente fue realizado a través de revisión y análisis del estudio **Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del río Maule (Cade Idepe-DGA, 2004)**. Este estudio presenta una completa descripción y caracterización de la cuenca, bases metodológicas para la evaluación de la calidad del agua, y el consiguiente análisis espacio-temporal de la calidad del agua. Finalmente, se incluye la clasificación de los cursos de agua en términos de la calidad objetivo, indicando requerimientos de calidad según tipo de uso.

Muestreo

La toma de muestras es un proceso de importancia en la confiabilidad de las mediciones de calidad de agua. Esta calidad queda garantizada por el uso de envases adecuados, el procedimiento mismo de toma de muestras, la preservación de las muestras y el tiempo desde que la muestra fue tomada hasta su análisis en laboratorio, todo lo que depende de los parámetros de análisis.

Los parámetros analizados en el laboratorio son: Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio Total en Aguas, Boro, Cadmio, Cobalto Total, Cobre Total, Cromo Total, Hierro Total, Litio Total, Manganeseo Total, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata Total, Plomo, Selenio, Sodio Porcentual, Vanadio Total, Zinc, pH, Conductividad Específica, Cianuro, Cloruros, Fluoruro, Sulfatos Totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos sedimentables, Turbiedad, Alcalinidad y Coliformes Fecales. Estos se midieron en tres estaciones, ubicadas aguas arriba de la cola del embalse, en el área de inundación y aguas abajo del muro. La ubicación de las estaciones se presenta en el Cuadro 4.1.2.3-1.

CUADRO 4.1.2.3-1
ESTACIONES DE MUESTREO CALIDAD DE AGUAS

ID	Nombre	Coordenadas*	
		E	N
E1	Río Huedque aguas arriba del muro	724.618	5.996.935
E2	Río Huedque en zona de inundación	724.998	6.001.934
E3	Río Huedque aguas abajo del muro	731.462	6.008.027

*UTM WGS 84, Huso 18

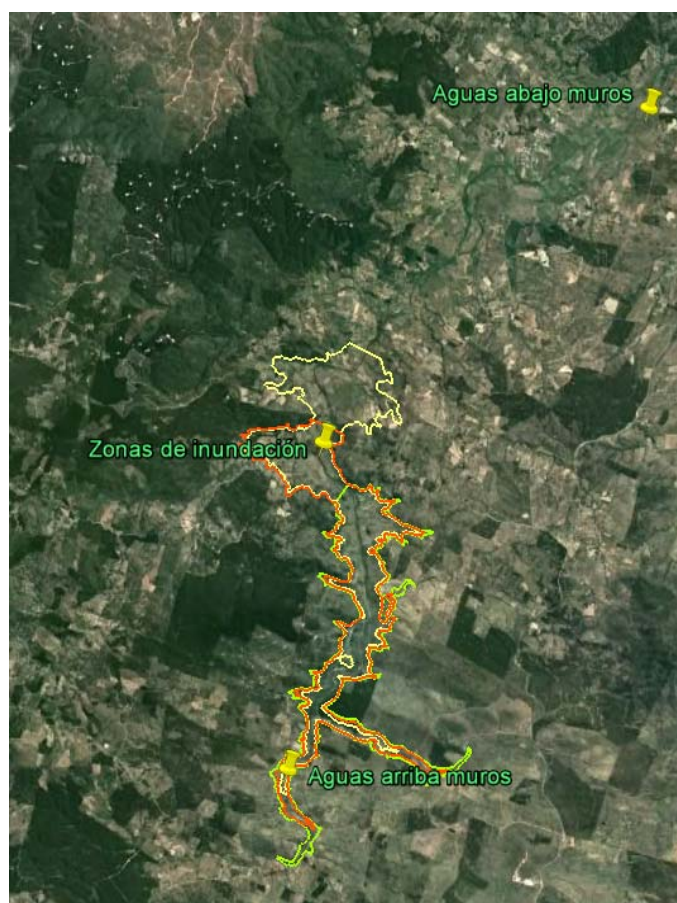
Fuente: Elaboración propia

Para el muestreo in situ de las variables físico-químicas pH, temperatura (C°), conductividad eléctrica (mS/cm) y sólidos disueltos totales (ppt) se utilizó un Medidor Hanna de pH / CE / TDS, modelo HI 98130. El oxígeno disuelto fue medido con una Sonda Hanna, Modelo Oxycheck HI 9147.

El primer muestreo, correspondiente al periodo estival, e hidrológicamente al periodo de estiaje se realizó el 31 de enero de 2012, mientras que el segundo muestreo, correspondiente al periodo invernal, se realizó el día 21 de agosto de 2012.

El resultado de los análisis es comparado con la NCh 1.333, tanto en los requisitos del agua para riego y como para aguas destinadas a vida acuática. La Figura 4.1.2.3-1 muestra la ubicación de los puntos de muestreo.

FIGURA 4.1.2.3-1
ESTACIONES DE MUESTREO CALIDAD DE AGUAS



Fuente: Elaboración propia, en base a información de Google Earth

4.1.2.4. Resultados

De acuerdo con el Estudio “Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del río Maule” realizado por DGA en 2004, el tramo del río Cauquenes correspondiente al área de estudio, fue clasificado en Clase 0 o excepcional, lo que indica un agua de mejor calidad que la Clase 1, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República, Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta Clase.

Dicho estudio sería usado más adelante, como base para la posterior formulación del Anteproyecto de normas secundarias de calidad de la Cuenca del Río Maule, dentro del cual se fijan los valores de calidad ambiental para las distintas áreas de vigilancia.

Según los registros históricos obtenidos de la estación DGA “Cauquenes en Arrayán” las mediciones de los parámetros principales se mantienen dentro de la clase de excepción en el tramo correspondiente al área de estudio, exceptuando los metales pesados, tal como se aprecia en el Cuadro 4.1.2.4-1.

CUADRO 4.1.2.4-1
SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN LA CUENCA DEL RÍO MAULE

Parámetro	Unidad	Años de registro	Medición Est DGA	Clase de Excepción
Conductividad eléctrica	µS/cm	16 años	90	<600
DBO5	mg/L	Puntual	<1,5	<2
Oxígeno disuelto	mg/L	15 años	8,8	>7,5
pH	rango	12 años	7,4	6,5 - 8,5
Sólidos suspendidos	mg/L	Puntual	<10	<24
Cobre	µg/L	15 años	14	<7,2
Cromo total	µg/L	Puntual	<25	<8
Hierro	mg/L	16 años	0,9	<0,8
Manganeso	mg/L	Puntual	<0,27	<0,04
Molibdeno	mg/L	Puntual	<0,03	<0,008
Aluminio	mg/L	Puntual	<4,79	<0,07
Coliformes fecales (NMP)	NMP/100 ml	s/r	-	<10

Fuente: Elaboración propia a partir de DGA 2004

Hay factores naturales y antropogénicos que inciden en la calidad de agua del río Cauquenes en el área de estudio, algunos factores naturales son la lixiviación superficial y subterránea de las formaciones geológicas propias del lugar, así como también el arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos. Dentro de los factores de origen antrópico está la



contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Los parámetros afectados por estos factores son el cobre, hierro, magnesio, molibdeno, aluminio y cromo. Los cuales se escapan de la clase excepcional en la cual está caracterizada la cuenca.

En el Anexo EAA-1 se presentan los informes de laboratorio completos del muestreo de calidad de agua realizado en enero y agosto de 2012 para los 3 puntos seleccionados para el análisis.

El Cuadro 4.1.2.4-2 presenta los valores muestreados los cuales son comparados con la norma chilena NCh 1.333 para riego determinando aquellos que sobrepasan la norma.

CUADRO 4.1.2.4-2

RESULTADOS DE MUESTREOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO (NCH 1333)

Parámetro	Unidad	Campaña Verano			Campaña Invierno			NCh 1.333
		E1	E2	E3	E1	E2	E3	
pH	rango	6,38	6,50	6,69	7,46	7,47	7,58	5,5 – 9,0
Aluminio	mg/L	0,19	0,21	0,24	0,38	0,32	0,09	5,00
Arsénico	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,10
Bario	mg/L	0,02	0,04	0,02	0,01	<0,002	<0,002	4,00
Berilio	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,10
Boro	mg/L	-	0,01	0,03	0,08	0,07	0,05	0,75
Cadmio	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Cianuro	mg/L	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,20
Cloruros	mg/L	<14,88	<14,88	<14,88	<14,88	<14,88	<14,88	200,00
Cobalto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	<0,017	<0,017	<0,017	0,20
Cromo	mg/L	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	0,10
Fierro	mg/L	0,67	0,86	0,90	0,58	0,56	0,38	5,00
Fluoruros	mg/L	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	1,00
Litio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	2,50 0,075 ²
Manganeso	mg/L	0,12	0,32	0,1	0,12	0,01	0,02	0,2
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Molibdeno	mg/L	<0,009	<0,009	<0,009	0,01	0,01	<0,009	0,01
Níquel	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,20
Plata	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,20
Plomo	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,00
Selenio	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,02
Sodio	%	37,61	37,07	42,37	40,81	41,06	43,77	35,00
Sulfatos	mg/L	<5,3	<5,3	<5,3	<5,3	<5,3	<5,3	250,00
Vanadio	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,10
Zinc	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	2,00
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	920	1100	3500	33	70	49	1000
Conductividad eléctrica	µS/cm	112,4	126,8	73,4	92,1	94,1	60,0	750
Sólidos disueltos totales	mg/L	104,00	122,00	<0,2	112,0	90,0	98,0	500

Fuente: Elaboración propia

² En cítricos.



Con respecto a la norma chilena 1.333 para agua de riego, la mayoría de los parámetros cumplen con los límites establecidos, sin embargo cuatro parámetros relevantes sobrepasan la norma: Sodio porcentual, Coliformes fecales, Manganeseo y Molibdeno.

En el caso del Sodio porcentual, se sobrepasa la norma en los tres puntos muestreados y en las 2 campañas, lo que puede tener efectos en la permeabilidad del suelo y la infiltración de estos, además de efectos sobre cultivos sensibles.

Los Coliformes Fecales presentan altos niveles en la época estival en los tres puntos muestreados, sobrepasando la NCh 1.333 en las dos estaciones de más aguas abajo. En la época invernal sin embargo no presentan límites llamativos, y bastante alejados del valor de la norma. Se puede suponer que la causa de esto es la presencia de ganado a lo largo del cauce, cuya actividad aumenta en el verano, o bien, alguna descarga irregular de aguas servidas, más no se puede asegurar. Por otro lado, en la época invernal existe un mayor caudal, el cual ayuda a disminuir la concentración de coliformes.

El Manganeseo, sólo sobrepasa la norma en E2 en la época estival, sin presentar valores preocupantes en el resto de los puntos y época invernal.

El Molibdeno, iguala el límite establecido por la norma en la época invernal en los 2 puntos ubicados más aguas arriba, lo cual podría deberse a algún proceso de arrastre suscitado por el aumento de caudal, el cual vuelve a abatirse naturalmente a la altura de E3, posiblemente por depositación y dilución.

En cuanto a la calidad del agua para la vida acuática, en el cuadro 4.1.2.4-3, se presentan los valores muestreados, los cuales son comparados con la norma chilena NCh 1.333, estándares para aguas destinadas a la vida acuática.

CUADRO 4.1.2.4-3

RESULTADOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA PARA VIDA ACUÁTICA

Parámetro	Unidad	Campaña de Verano			Campaña de Invierno			NCh 1.333
		E1	E2	E3	E1	E2	E3	
pH (in situ)	-	8,33	7,62	7,89	8,26	7,58	7,91	6,0-9,0
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/l	74,83	75,45	53,4	46,56	25,06	31,4	>20
Color	-	Transparente, fondo limoso	Café, algo turbio	Café-verdoso	Transparente fondo limoso	Café verdoso	Café transparente	Ausente
Oxígeno disuelto	mg/l	9,9	5,7	8,2	99%	96.2%	93,4%	>5,00
Petróleo e hidrocarburos	-	No	No	No	No	No	No	³
Sólidos flotantes visibles	-	Hojas, troncos	Hojas, troncos	Hojas	Hojas, espumas naturales	Hojas	Hojas	Ausentes
Espumas no naturales	-	No	No	No	No	No	No	Ausentes
Sólidos sedimentables	mg/l	<0,2	<0,2	6,77	<0,2	<0,2	<0,2	< V.N. ⁴
Temperatura en flujo de agua corriente	Grados	25,9	23,3	23,6	10,3	11	11,5	V.N. + 3
Turbiedad debido a descargas	NTU	3,24	5,84	53,4	20,4	20,2	6,84	V.N. + 30

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros cumplen con la NCh 1.333 a excepción del color y sólidos flotantes visibles, sin embargo no se consideran relevantes debido a que no representan condiciones ajenas al sistema natural.

4.1.2.5. Conclusión y determinación de Sensibilidad Ambiental

Ya habiendo jerarquizado las Alternativas (Anexo EAA-0), en la presente etapa se re-evalúa el componente, pero esta vez no en términos relativos, o con fines comparativos entre alternativas, sino que en términos absolutos o con el fin de comparar la Sensibilidad con otros componentes.

³ No debe haber: olor perceptible, detección visual o cubrimiento de fondo, orilla de agua.

⁴ Valor natural.

En cuanto a la función ecológica, se ha determinado un valor “muy alto” (5), ya que la relevancia de la calidad del agua en el ecosistema es siempre significativa.

La naturalidad se ha evaluado con el valor 3.5, debido a que a pesar de que no presenta parámetros con valores preocupantes, es posible apreciar cierta alteración en el valor de componentes como Coliformes fecales y Sodio..

En este caso, el cauce presenta una Vulnerabilidad media, debido a que ya es posible identificar un grado de contaminación biológica, que aunque leve, tiene incidencia en la capacidad de recuperación del río frente a nuevos eventos de contaminación.

Por otro lado, se considera que la Función Ecológica de este componente es siempre “muy alta” independientemente del sector, dado que el cauce corresponde en sí mismo al hábitat en que se desarrollan las especies acuáticas de la cuenca y a la vez es parte del ecosistema terrestre, independiente de la calidad de sus aguas.

El Cuadro 4.1.2.5-1 muestra la Sensibilidad Ambiental resultante.

CUADRO 4.1.2.5-1
CÁLCULO DE SENSIBILIDAD CALIDAD DE AGUAS

FE	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
5	3.5	No presenta parámetros preocupantes que puedan ser explicados por contaminación, salvo Coliformes fecales y Sodio	4.25	3	Tiene una mayor vulnerabilidad a la contaminación biológica, dado que estas sustancias ya se encuentran presentes en el cauce.	3.625

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

Fuente: Elaboración propia

4.2. MEDIO BIÓTICO

4.2.1. Flora y Vegetación Terrestre

4.2.1.1. Antecedentes Generales

El presente componente fue descrito por el Biólogo Cristian Villalobos a partir de un reconocimiento en terreno realizado durante la primera quincena de marzo de 2012. El

informe original se encuentra en el Anexo EAA-2, junto con su registro fotográfico. Los objetivos del levantamiento realizado en terreno fueron:

- Describir la vegetación terrestre del área de estudio
- Describir la flora terrestre del área de estudio
- Determinar las especies de flora en estado de amenaza

4.2.1.2. Área de Influencia

El Área de Influencia Directa definida para este componente está dada por la zona de inundación de las distintas alternativas. El Área de Influencia Indirecta está dada por la zona de riego futura.

4.2.1.3. Metodología

Revisión bibliográfica

El marco biogeográfico, vegetacional y florístico se obtuvo a partir de una revisión bibliográfica para el área de influencia del proyecto. Se revisó Luebert y Pliscoff (2006) y Gajardo (1994).

Trabajo de Terreno

Vegetación

Las unidades vegetacionales presentes en el Área de Influencia del Proyecto fueron establecidas previamente mediante la interpretación de imágenes satelitales contenidas en Google Earth.

La vegetación terrestre se caracterizó de acuerdo a la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) (Etienne y Prado, 1982), definiendo los tipos biológicos, la cobertura vegetal y las especies dominantes presentes.

La metodología de la COT considera a la vegetación como el factor integrador de las variaciones naturales del medio y de las modificaciones debidas a la acción del hombre; y pretende, mediante el uso de la cartografía, lograr una representación de la vegetación actual a una escala de trabajo dada. Esta representación se obtiene por la evaluación de tres variables: formación vegetal, especies dominantes y grado de artificialización.



La formación vegetal corresponde a aquel conjunto de plantas, pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento, constituyéndose en un enfoque eminentemente fisonómico el cual, basado en los conceptos de estratificación y cobertura, permite dar una imagen de la disposición vertical y horizontal de la vegetación *in situ*. De acuerdo con ello se puede clasificar la vegetación en cuatro tipos biológicos fundamentales:

- Herbáceos: son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas).
- Leñosos bajos (arbustivos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura (en casos excepcionales pueden llegar a medir hasta cuatro metros de altura).
- Leñosos altos (arbóreos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura.
- Suculentos (cactus y chaguales): bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y bromeliáceas.

Las formaciones vegetales pueden ser simples o complejas de acuerdo a la dominancia de uno o más tipos biológicos. El criterio de dominancia está dado por un umbral de densidad, cuyo valor varía según la región ecológica considerada (Di Castri, 1968).

En este caso, tanto el área de influencia del proyecto se encuentra dentro de una zona considerada árida de acuerdo a la clasificación de Di Castri (1968). Con esto, el umbral de densidad mínimo es menor al 10% para los tipos biológicos leñoso bajo y herbáceo.

La cobertura o cubrimiento representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical. Este criterio da una idea de la abundancia de los diferentes tipos biológicos y se expresa en porcentaje global o por estratos, para cada unidad identificada en terreno. Todo ello se entrega en cuadros resumidos y se explica en términos generales para cada formación vegetacional segregada en el área prospectada.

Los índices y códigos empleados en el presente estudio, así como las coberturas y densidades respectivas se presentan en el Cuadro 4.2.1.3-1.

CUADRO 4.2.1.3-1

CATEGORÍAS DE CUBRIMIENTO Y CODIFICACIÓN

Cobertura (%)	Densidad	Código	Índice
1 - 5	muy escasa	me	1
5 - 10	escasa	e	2
10 - 25	muy clara	mc	3
25 - 50	Clara	c	4
50 - 75	poco densa	pd	5
75 - 90	densa	d	6
90 - 100	muy densa	md	7

Fuente: Modificado de Etienne y Prado (1982)

Las especies dominantes corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisonómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal (Cuadro 4.2.1.3- 1).

CUADRO 4.2.1.3- 1

CODIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DOMINANTES.

Tipo biológico	Código	
	Género	Especie
Leñoso alto	MAYÚSCULA	MAYÚSCULA
Leñoso bajo	MAYÚSCULA	minúscula
Herbáceo	minúscula	minúscula
Suculento	minúscula	MAYÚSCULA

Fuente: Modificado de Etienne y Prado (1982)

CUADRO 4.2.1.3- 2

CATEGORÍAS DE GRADO DE ARTIFICIALIZACIÓN PARA LAS FORMACIONES VEGETALES

Grado de artificialización	Código
Vegetación en estados sucesionales tardíos	1
Vegetación en estados sucesionales intermedios	2
Terrenos de pastoreo/Bosque nativo manejado	3
Cultivos anuales de secano/Bosque artificial abandonado	4
Cultivos anuales de riego y cultivos perennes de secano	5
Cultivos perennes de riego	6
Cultivos intensificados	7
Invernaderos y parques	8
Zonas edificadas	9

Fuente: Etienne y Prado, 1982

Flora

La evaluación de la flora vascular en el área de estudio se realizó por medio de parcelas de muestreo. Este método considera la elaboración de un listado de especies presentes en un área limitada, homogénea y representativa de cada tipo de vegetación (Steubing et al. 2002).

Los tamaños de las parcelas varían de acuerdo al tipo de vegetación a muestrear, de esta forma, en áreas con vegetación herbácea se definieron parcelas de 25 m², con vegetación arbustiva las parcelas fueron de 100 m² de acuerdo a lo descrito por Steubing et al. (2002).

Las especies que no pudieron ser identificadas en terreno fueron colectadas e identificadas por medio de claves taxonómicas y referencias bibliográficas pertinentes (Hoffmann, 1997, Hoffmann 1998; Riedemann et al., 2008).

Todas estas especies fueron sistematizadas en un listado, de acuerdo a la taxonomía actual, jerarquizado en: división, clase, familia y especie. Se agregó además el origen de cada especie y su categoría de conservación.

La categoría de conservación de la flora fue determinada de acuerdo a lo señalado en la clasificación de especies del reglamento de la Ley de Bases de Medio Ambiente, establecida en los Decretos Supremos N° 151 (MINSEGPRES, 2007), N° 50 (MINSEGPRES, 2008), N° 51 (MINSEGPRES, 2008) y N° 23 (MINSEGPRES, 2009). Para aquellas especies

no consideradas en estos decretos se recurrió a lo mencionado en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) en su listado nacional y considerando las categorías “en peligro”, “vulnerable” y “rara”, en cumplimiento a lo mencionado en artículo 2° transitorio de la Ley 20.283, excluyendo las especies que en este documento se catalogan a nivel regional, y considerando como válidos los listados de las conclusiones 1, 2 y 3 de dicha fuente, según lo normado en Resolución N° 586 emitida por la Dirección Ejecutiva de la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2009).

4.2.1.4. Resultados

Vegetación

Según Luebert y Plissock (2006), el área de estudio se encuentra al interior del piso de vegetación “Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus*. Este piso está formado por bosque esclerófilo dominado por *Lithraea caustica* y *Peumus boldus* en el dosel superior con presencia más ocasional de *Quillaja saponaria* y *Cryptocarya alba*, pero que generalmente asume la forma de un matorral arborescente producto de la fuerte extracción que ha sufrido. La estrata arbustiva está conformada por *Satureja gilliesii*, *Podanthus mitiqui*, *Colletia hystrix* y *Retanilla trinervia*, Gramíneas y algunas geófitas en la estrata herbácea. Los mismos autores indican que la corta reiterada y la quema de la vegetación produce un cambio en la fisonomía de la vegetación, desde un bosque a un matorral esclerófilo, donde el rebrote de las especies arbóreas dominantes con capacidad de regeneración vegetativa cambian de un hábito arbóreo a uno arbustivo, lo que va acompañado por la invasión de especies arbustivas propias de ambientes más secos (Armesto y Picket, 1985). La presión de pastoreo de estos ambientes lleva progresivamente a la pérdida de los elementos arbóreos característicos y a la incorporación de elementos del Bosque espinoso de *Acacia caven* (Donoso, 1988). Se ha planteado que la exclusión del pastoreo puede permitir la recuperación del bosque esclerófilo (Armesto y Picket, 1985).

Según Gajardo (1994) el área de estudio está al interior de la formación vegetal Matorral Espinoso del Secano Interior, la cual está al interior de la Sub-Región del Matorral y Bosque Espinoso y que, a su vez, se encuentra dentro de la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo. Esta formación es la máxima expresión de desarrollo de los espinales, ubicado en un sector interior de la Cordillera de la Costa, sobre amplias planicies de suelos aluviales. Es una comunidad característica por la presencia de arbustos altos, casi arbóreos, de espino (*Acacia caven*), que muestran una repartición agrupada o dispersa, llegando a veces a constituir doseles cerrados. Es típica la presencia de una pradera muy diversificada y con mucho desarrollo. En sectores montañosos se presentan a menudo renovales de los bosques esclerófilos. Algunas Comunidades Vegetales presentes en esta formación y que coinciden con lo observado en el área de estudio son las siguientes: Comunidad Vegetal *Acacia caven-Maytenus boaria* y Comunidad Vegetal *Lithrea caustica-Peumus bodus*. La primera se caracteriza por estar constituida por una estrata de plantas leñosas altas más o



menos esparcidas y una densa estrata herbácea. Se ubica de preferencia en lugares planos o de pendiente suave y generalmente corresponde a una etapa sucesional. La segunda Comunidad corresponde al monte bajo del bosque esclerófilo original. Tiene la fisonomía de un matorral de densidad variable, alcanzando en algunos puntos el estado arbóreo.

En función de lo observado en terreno, la vegetación del área de estudio se constituye como un mosaico de formaciones vegetacionales diversas, existiendo formaciones con grados de artificialización altos, como los campos de cultivo, y otras donde existe mayor nivel de conservación. Se observa un patrón de gradiente de perturbación asociado a la altitud y a las pendientes. De esta manera, los terrenos más bajos y con pendientes mínimas son las que muestran mayor grado de perturbación y, por el contrario, los terrenos más altos, y con mayores pendientes, son donde se registran menores niveles de perturbación y degradación. Una situación intermedia son las plantaciones forestales, ya que estas se presentan en los terrenos altos y con pendientes considerables, sin embargo son suelos donde se ha reemplazado la vegetación natural por arborización artificial.

En función de la fisonomía general y del grado de artificialización de la vegetación del área de estudio las formaciones vegetacionales existentes se pueden agrupar en cinco tipos principales.

Terrenos de cultivo con presencia de matorral esclerófilo fragmentado y espinal

En este tipo de vegetación predominan los terrenos de cultivo, principalmente viñedos. Separando un terreno de otro se observan delgados fragmentos con vegetación nativa del tipo matorral esclerófilo con densidades variables, los que son dominados por litre (*Lithraea caustica*) y boldo (*Peumus boldus*) con coberturas poco densas y densas. En algunos campos abandonados se verifica la presencia de praderas de hierbas anuales y perennes con cobertura densa con presencia de espino (*Acacia caven*) con cobertura muy clara. Este último tipo de formación constituida por praderas naturales y espino se le conoce con el nombre de espinal. Las formaciones vegetacionales descritas para este grupo se muestran en el Cuadro 4.2.1.4- 4.

CUADRO 4.2.1.4- 4.
FORMACIONES VEGETACIONALES REGISTRADAS EN EL GRUPO (I)

Nº	Descripción	Tipo biológico	FVS	CIS	Nombre formación	ED	GA
1	Terrenos de cultivo	-	-	-	Terrenos de cultivo	-	5
2	Matorral arborescente de <i>Lithraea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	LA ₆ LB ₄ H ₅	LA ₆	LAd	Leñosa alta densa	LC, PB, Co, Bd, ce, ps	3
3	Matorral arborescente de <i>Lithraea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	LA ₅ LB ₃ H ₅	LA ₅	LApd	Leñosa alta poco densa	LC, PB, Bd, ce, ps	3
4	Espinal con pradera de <i>Cynosurus echinatus</i> y <i>Nasella sp.</i>	LA ₃ H ₆	H ₆	Hd	Herbácea densa	Ac, ce, ns	3

FVS: Formación vegetal simplificada

CIS: Código de información sintetizada

ED: Especies dominantes

GA: Grado de artificialización

Fuente: Elaboración propia

Espinal con presencia de matorral esclerófilo fragmentado

Este tipo de vegetación presenta una matriz de espinal que es interrumpida por franjas delgadas y parches de matorral esclerófilo fragmentado con coberturas poco densas y densas. Nuevamente el matorral esclerófilo está dominado por litre y boldo. Las formaciones vegetacionales descritas para este grupo se muestran en el Cuadro 4.2.1.4- 5.

CUADRO 4.2.1.4- 5.
FORMACIONES VEGETACIONALES REGISTRADAS EN EL GRUPO (II).

N°	Descripción	Tipo biológico	FVS	CIS	Nombre formación	ED	GA
5	Pradera de inundación temporal de <i>Cyperus odoratus</i>	H ₆	H ₆	Hd	Herbácea densa	co, lp	3
6	Pradera de <i>Lotus pedunculatus</i> y <i>Cynosurus echinatus</i>	H ₆	H ₆	Hd	Herbácea densa	ce, lp, ji	3
7	Matorral arborescente de <i>Lithraea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	LA ₆ LB ₄ H ₅	LA ₅	LAd	Leñosa alta densa	LC, PB, Co, Bd, ce, ps	3
8	Matorral arborescente de <i>Lithraea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	LA ₅ LB ₃ H ₅	LA ₅	LApd	Leñosa alta poco densa	LC, PB, Bd, ce, ps	3
9	Espinal con pradera de <i>Cynosurus echinatus</i> y <i>Nasella sp.</i>	H ₆	H ₆	Hd	Herbácea densa	AC, ce, ns	3

FVS: Formación vegetal simplificada

CIS: Código de información sintetizada

ED: Especies dominantes

GA: Grado de artificialización

Fuente: Elaboración propia

Vegetación riparia

Este tipo de vegetación se presenta asociado a los cursos de agua del área de estudio. Está constituida por formaciones de matorral arborescente y arbustivo. En las formaciones de matorral arborescente dominan el sauce llorón (*Salix babylonica*) y el sauce amargo (*Salix humboldtiana*), acompañados de otros árboles exóticos como el álamo (*Populus nigra*), el aramo (*Acacia dealbata*) y el aramo australiano (*Acacia melanoxylon*). El matorral arbustivo está dominado alternadamente por formaciones muy densas de zarzamora (*Rubus ulmifolius*), otras de zarzamora, quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) y culén (*Otholobium glandulosum*) con cobertura densa. Las formaciones vegetacionales descritas para este grupo se muestran en el Cuadro 4.2.1.4- 6.

CUADRO 4.2.1.4- 6

FORMACIONES VEGETACIONALES REGISTRADAS EN EL GRUPO (III).

N°	Descripción	Tipo biológico	FVS	CIS	Nombre formación	ED	GA
10	Matorral arborescente ripario de <i>Salix babylonica</i> y <i>Salix humboldtiana</i>	LA ₅ LB ₄ H ₅	LA ₅	LApd	Leñosa alta poco densa	SB, SH, Ru, Og, pp, lp	3
11	Matorral arbustivo ripario de <i>Rubus ulmifolius</i>	LB ₇	LB ₇	LBmd	Leñosa muy densa	Ru	3
12	Matorral arbustivo ripario de <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Muehlenbeckia hastulata</i> y <i>Otholobium glandulosum</i>	LB ₆	LB ₆	LBd	Leñosa baja densa	Ru, Mh, Og	3

FVS: Formación vegetal simplificada

CIS: Código de información sintetizada

ED: Especies dominantes

GA: Grado de artificialización

Fuente: Elaboración propia

Matorral y bosque esclerófilo

Este grupo es una unidad de vegetación nativa más pura. En esta unidad el matorral esclerófilo arborescente de litre y peumo mencionado arriba ya no ocupa delgadas franjas, sino que se extiende en superficies más amplias y cuando está presente en coberturas densas, se considera como bosque esclerófilo. Hay presencia de árboles exóticos como el pino insigne (*Pinus radiata*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*). También está presente una formación dominada por espinos - huigán (*Schinus molle*) y litre con cobertura clara. Las formaciones vegetacionales descritas para este grupo se muestran en el Cuadro 4.2.1.4- 7.

CUADRO 4.2.1.4- 7

FORMACIONES VEGETACIONALES REGISTRADAS EN EL GRUPO (IV).

N°	Descripción	Tipo biológico	FVS	CIS	Nombre formación	ED	GA
13	Bosque de <i>Lithraea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	LA ₆ LB ₄ H ₅	LA ₆	LAd	Leñosa alta densa	LC, PB, Co, Bd, ce, ps	2
14	Matorral arborescente de <i>Lithraea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	LA ₅ LB ₃ H ₅	LA ₅	LApd	Leñosa alta poco densa	LC, PB, Bd, ce, ns	3
15	Matorral arborescente de <i>Acacia caven</i> y <i>Schinus polygamus</i>	LA ₄ LB ₃ H ₅	LA ₄	LAc	Leñosa alta clara	AC, SP, LC, Ru, ce, ns	3

FVS: Formación vegetal simplificada

CIS: Código de información sintetizada

ED: Especies dominantes

GA: Grado de artificialización

Fuente: Elaboración propia

Plantaciones forestales

Esta unidad está formada por plantaciones de pino insignie o eucaliptus, ya sea que estén en pie o hayan sido cosechadas. Los atributos pertinentes de mostrar para esta unidad se muestran en el Cuadro 4.2.1.4- 8.

CUADRO 4.2.1.4- 8

FORMACIONES VEGETACIONALES REGISTRADAS EN EL GRUPO (V)

N°	Descripción	Tipo biológico	FVS	CIS	Nombre formación	ED	GA
16	Plantaciones forestales	-	-	-	-	-	3 y 5

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 4.2.1.4- 9 se muestran los códigos de las especies dominantes de cada formación.

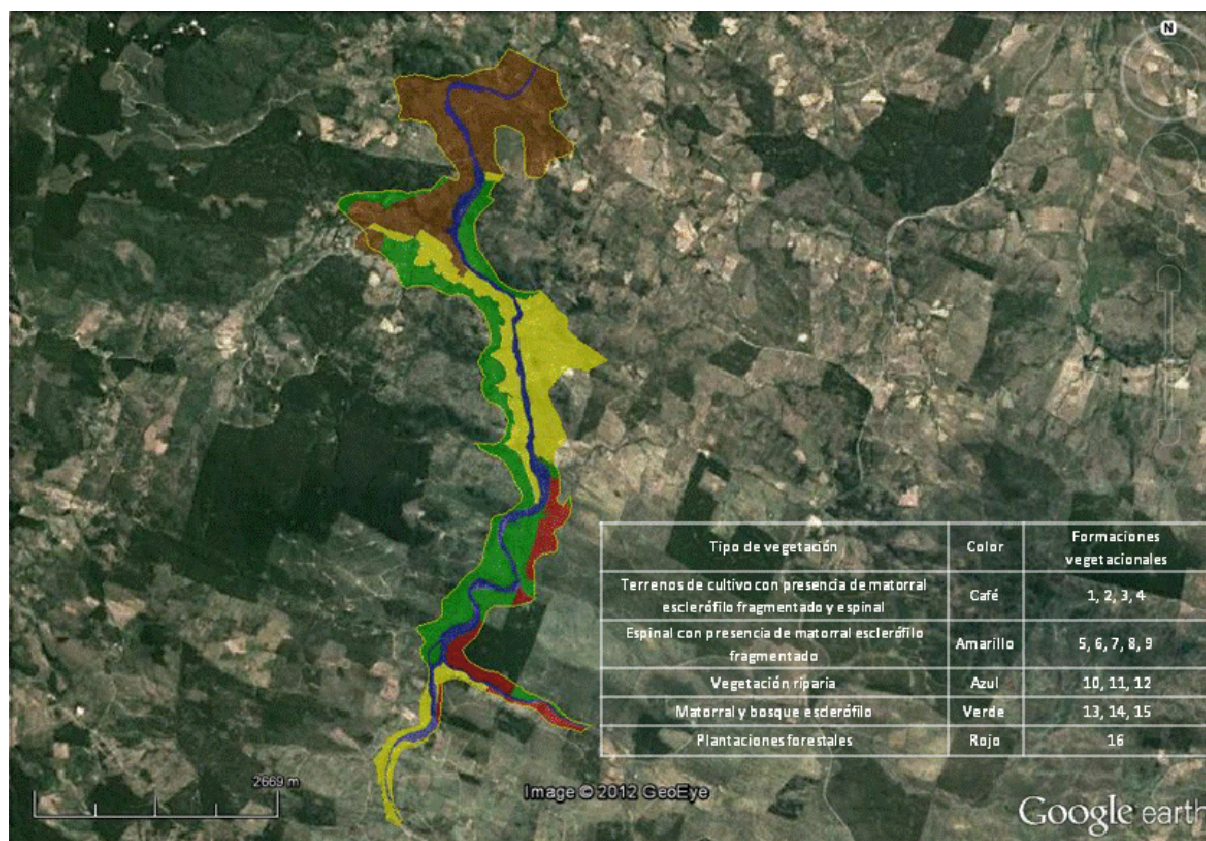
CUADRO 4.2.1.4- 9
CÓDIGOS DE LAS ESPECIES DOMINANTES DE CADA FORMACIÓN.

Código	Nombre científico	Forma de vida
AC	<i>Acacia caven</i>	Árbol
LC	<i>Lithraea caustica</i>	Árbol
SB	<i>Salix babylonica</i>	Árbol
SH	<i>Salix humboldtiana</i>	Árbol
Bd	<i>Berberis darwini</i>	Arbusto
Co	<i>Colliguaja odorifera</i>	Arbusto
Mh	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Arbusto
Og	<i>Otholobium glandulosum</i>	Arbusto
Ru	<i>Rubus ulmifolius</i>	Arbusto
ce	<i>Cynosurus echinatus</i>	Hierba
co	<i>Cyperus odoratus</i>	Hierba
ji	<i>Juncus imbricatus</i>	Hierba
lp	<i>Lotus pedunculatus</i>	Hierba
ns	<i>Nasella sp.</i>	Hierba
pp	<i>Polygonum persicaria</i>	Hierba
ps	<i>Piptochaetium stipoides</i>	Hierba

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.2.1.4-1 se muestra la distribución de los distintos tipos de vegetación registrados en el área de estudio.

FIGURA 4.2.1.4-1
DISTRIBUCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEGETACIÓN



Fuente: Elaboración propia

Flora

La flora total del área de estudio está compuesta por 58 especies repartidas en 3 clases, 23 familias y 52 géneros. La familia más numerosa fue Poaceae con 11 especies. Se verificó predominancia de los elementos alóctonos, completando 30 especies. La flora autóctona correspondió a 23 especies siendo 20 de ellos, de origen endémico de Chile. Para cinco especies no pudo ser determinado su origen. Las hierbas fue el hábito más frecuente con 33 especies, seguido de 12 arbustos y 12 árboles.

En el Cuadro 4.2.1.4-10 se presenta el listado florístico del área de estudio.

No se registran especies en alguna categoría de amenaza en la flora registrada en el área de estudio.

CUADRO 4.2.1.4- 10. LISTADO DE LA FLORA REGISTRADA EN EL ÁREA D ESTUDIO

CLASE	FAMILIA	NOMBRE	ORIGEN	HÁBITO
LILIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Hypochaeris glabra</i> L.	Alóctono	Hierba
LILIOPSIDA	CYPERACEAE	<i>Carex</i> sp.	nd	Hierba
LILIOPSIDA	CYPERACEAE	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Alóctono	Hierba
LILIOPSIDA	JUNCACEAE	<i>Juncus imbricatus</i> La Harpe	Autóctono	Hierba
LILIOPSIDA	JUNCACEAE	<i>Juncus procerus</i> E. Meyer	Autóctono	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Agrostis capillaris</i> L.	Alóctono	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Briza maxima</i> L.	Alóctono	Arbusto
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Alóctono	Arbusto
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Digitaria aequiglumis</i> (Hack. & Arechav.) Parodi	Alóctono	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Graminea</i> sp.	nd	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Hordeum</i> sp.	nd	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Nassella</i> sp.	nd	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Piptochaetium stipoides</i> (Trin. & Rupr.) Hack. ex Arechav.	Autóctono	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Polygonum persicaria</i> L.	Alóctono	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Polypogon australis</i> Brongn.	Autóctono	Hierba
LILIOPSIDA	POACEAE	<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	ANARCADIACEAE	<i>Lithraea caustica</i> (Molina) Hook. & Arn.	Endémico	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	ANARCADIACEAE	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	Autóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Autóctono	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Carthamus lanatus</i> L.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Gochnatia foliolosa</i> (D. Don) D. Don ex Hook. & Arn.	Endémico	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	ASTERACEAE	<i>Symphyotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L. Nesom	Autóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	BERBERIDACEAE	<i>Berberis darwinii</i> Hook.	Autóctono	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia pulverulenta</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Endémico	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	EUPHORBIACEAE	<i>Colliguaja salicifolia</i> Gillies & Hook.	Endémico	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Autóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Acacia dealbata</i> Link	Alóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br	Alóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Galega officinalis</i> L.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Genista monspessulana</i> (L.) L.A.S. Johnson	Alóctono	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Melilotus albus</i> Desr.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Otholobium glandulosum</i> (L.) J.W. Grimes	Endémico	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	FABACEAE	<i>Sophora macrocarpa</i> Sm.	Endémico	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	IRIDACEAE	<i>Olsynium junceum</i> (E. Mey. ex C. Presl) Goldblatt	Autóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	LAMIACEAE	<i>Mentha aquatica</i> var. <i>citrata</i> (Ehrh.) Fresen.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	LAMIACEAE	<i>Mentha pulegium</i> L.	Alóctono	Hierba



CLASE	FAMILIA	NOMBRE	ORIGEN	HÁBITO
MAGNOLIOPSIDA	LAMIACEAE	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	LYTHRACEAE	<i>Lythrum hyssopifolia</i> L.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	MONIMIACEAE	<i>Peumus boldus</i> Molina	Endémico	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	Alóctono	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	PINACEAE	<i>Pinus radiata</i> D. Don	Alóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	POACEAE	<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Sm.) I.M. Johnst.	Autóctono	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	QUILLAJACEAE	<i>Quillaja saponaria</i> Molina	Endémico	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	RANUNCULACEAE	<i>Aquilegia</i> sp.	Alóctono	Hierba
MAGNOLIOPSIDA	ROSACEAE	<i>Rosa moschata</i> Herrm.	nd	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	ROSACEAE	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Alóctono	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	SALICACEAE	<i>Azara dentata</i> Ruiz & Pav	Endémico	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	SALICACEAE	<i>Populus nigra</i> L.	Alóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	SALICACEAE	<i>Salix babylonica</i> L.	Alóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Autóctono	Árbol
MAGNOLIOPSIDA	SOLANACEAE	<i>Cestrum parqui</i> L Hér.	Autóctono	Arbusto
MAGNOLIOPSIDA	SOLANACEAE	<i>Datura stramonium</i> L.	Alóctono	Hierba
POLYPODIOPSIDA	PTERIDACEAE	<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var <i>scabrum</i> (Kaulf.) Hicken	Autóctono	Hierba

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

En función de la fisonomía general y del grado de artificialización de la vegetación del área de estudio, las formaciones vegetacionales existentes se pueden reunir en cinco grupos principales, a saber, Terrenos de cultivo con presencia de matorral esclerófilo fragmentado y espinal, Espinal con presencia de matorral esclerófilo fragmentado, Vegetación riparia, Matorral y bosque esclerófilo y Plantaciones forestales. Cada uno de esos grupos contiene distintas formaciones vegetacionales características, que suman un total de 16 formaciones para toda el área.

La flora total del área de estudio está compuesta por 58 especies repartidas en 3 clases, 23 familias y 52 géneros. La familia más numerosa fue Poaceae con 11 especies. Se verificó predominancia de los elementos alóctonos, completando 30 especies. La flora autóctona correspondió a 23 especies siendo 20 de ellos, de origen endémico de Chile. Para cinco especies no pudo ser determinado su origen. Las hierbas fue el hábito más frecuente con 33 especies, seguido de 12 arbustos y 12 árboles.

No se registran especies en alguna categoría de amenaza en la flora registrada en el área de estudio.

La Naturalidad se consideró como media (valor 3) ya que las formaciones vegetacionales poseen un alto nivel de artificialización y por ende una menor naturalidad, habiendo eso si zonas de baja intervención dentro de la misma área de influencia directa. Respecto de la Función Ecológica se observan algunas especies endémicas, pero por otro lado con gran presencia de especies alóctonas, se le asigna también una categoría media (valor 3), dando como resultado una Importancia Ecológica de de valor 3 (media).

Respecto de su vulnerabilidad, hay formaciones vegetales de amplia distribución y buena tasa de regeneración (espinal, matorral esclerófilo), de vulnerabilidad relativamente baja, también existen plantaciones forestales las cuales no son vulnerables en lo absoluto, sin embargo existe bosque esclerófilo, el cual corresponde a una formación con baja capacidad de regeneración y propagación, por lo tanto muy vulnerable. En resumen se otorga una vulnerabilidad total de categoría “alta” al componente (valor 4), obteniéndose así una Sensibilidad Ambiental con valor 3.5 (media-alta). El Cuadro 4.2.1.5-1 resume la Sensibilidad Ambiental del componente.

CUADRO 4.2.1.5-1 SENSIBILIDAD AMBIENTAL

FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
3	Se observan algunas especies endémicas pero por otro lado, gran presencia de especies alóctonas	3	Las formaciones vegetacionales poseen un alto nivel de artificialización	3	4	Hay formaciones vegetales de amplia distribución y buena tasa de regeneración (espinal, matorral esclerófilo), de vulnerabilidad relativamente baja, pero también existen plantaciones forestales las cuales no son vulnerables. Por otro lado existe bosque esclerófilo, formación con baja capacidad de regeneración y propagación, por lo tanto muy vulnerable. En resumen se otorga una vulnerabilidad total de categoría “alta”	3.5

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Fauna Terrestre

4.2.2.1. Antecedentes generales

El presente componente fue descrito por el Biólogo Cristian Villalobos a partir de un reconocimiento en terreno realizado durante la primera quincena de marzo de 2012. El informe original se encuentra en el Anexo EAA-2 junto con su registro fotográfico. Los objetivos del levantamiento realizado en terreno fueron:

- Describir la fauna vertebrada terrestre del área de estudio.
- Determinar las especies de fauna vertebrada terrestre en estado de amenaza.

4.2.2.2. Área de influencia

El Área de Influencia Directa definida para este componente está dada por la zona de inundación de las distintas alternativas. El Área de Influencia Indirecta está dada por la zona de riego futura.

4.2.2.3. Metodología

Se realizó una campaña de prospección en terreno los días 13 y 18 de marzo del 2011, la que consistió en un recorrido a pie y en vehículo por el área del proyecto en el cual se fueron llevando a cabo los distintos muestreos dirigidos correspondientes a cada grupo de vertebrados, a saber, reptiles, aves y mamíferos.

Se utilizaron distintas metodologías específicas para el levantamiento de la información de cada grupo de vertebrados, las cuales se describen a continuación:

Reptiles

Para la detección de este grupo se utilizarán evidencias directas (observación de individuos) como indirectas (restos de pieles, fecas, huellas y madrigueras). Se definirán una serie de transectos de longitud variable, los que abarcarán una amplitud de observación de 1,5 m. a ambos lados (adaptación CONAMA, 1996).

Aves

Para inventariar la avifauna se utilizó el método de transecto en franjas (Ralph *et al.*, 1996), efectuándose el reconocimiento de todas las aves avistadas y escuchadas mientras se caminaba por el área del proyecto.

Mamíferos

Para la localización e identificación de los mamíferos se recurrió al empleo de técnicas de detección indirectas y directas. Las primeras están basadas en la interpretación de los indicios de estos animales en su ambiente natural, tales como restos óseos, madrigueras, fecas y huellas (Rau & Muñoz-Pedrerros, 2009). Las segundas se refieren a la utilización de trampas de captura vida tipo Sherman. Se instalaron dos grillas de 17 trampas y una de 16 trampas. Fueron cebadas con avena y se revisaron en la mañana del día anterior. Adicionalmente se instalaron 3 estaciones olfativas, cebadas con cada una con una trampa-cámara StealthCam I540IR. Con esto, el animal registrado es determinado a través de las fotografías obtenidas.

Los puntos de muestreo prospectados en el trabajo de terreno se muestran en el Cuadro 4.2.2.3- 1.

CUADRO 4.2.2.3- 1

PUNTOS DE MUESTREOS PROSPECTADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Punto de muestreo	Coordenadas UTM (WGS 84)		Tipo de ambiente
	Este	Norte	
1	724938	6003380	Ecotono campos de cultivo-matorral ripario
2	725208	6002809	Ecotono campos de cultivo-matorral ripario
3	724184	6002398	Ecotono campos de cultivo-matorral esclerófilo
4	724418	6001802	Matorral esclerófilo
5	724825	6001983	Ecotono campos de cultivo-espinal
6	725307	6001368	Ecotono espinal-matorral esclerófilo
7	725630	6000768	Matorral ripario
8	725594	6000368	Espinal
9	725431	5999698	Matorral esclerófilo
10	725363	5998887	Bosque esclerófilo
11	725793	5998605	Ecotono matorral esclerófilo-plantación forestal
12	724960	5998051	Matorral esclerófilo
13	724779	5997606	Matorral ripario

Fuente: Elaboración propia

El origen se determinó a partir de la procedencia biológica de los taxa catastrados, considerando si corresponden a entidades nativas del país (distribuidas naturalmente en Chile) o exóticas (especies foráneas que han sido introducidas y cuyo origen natural concierne a otra parte del mundo).

La condición de endemismo se evaluó en base a la distribución geográfica conocida de cada especie inventariada, asignándole esta categoría sólo a las entidades cuya ocurrencia se circunscribe exclusivamente al territorio chileno (endemismo a nivel nacional).

Para establecer el estado de conservación de la fauna se revisaron dos fuentes de información. La primera de ellas correspondió al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (D.S. N°75/2005), considerando los D.S. N° 151/2007 (1° Proceso de Clasificación), D.S. N° 50/2008 (2° Proceso), D.S. N° 51/2008 (3° Proceso) y D.S. N° 23/2009 (4° Proceso), del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. También se revisaron los estados de conservación establecidos en el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N°5/98 del Ministerio de Agricultura) (SAG, 2012).

4.2.2.4. Resultados

Durante la campaña de terreno se logró el registro de 37 especies de vertebrados terrestres, agrupados en 24 familias y 34 géneros. La clase aves fue la con mayor riqueza, incluyendo 30 especies. A este grupo le siguieron los mamíferos con 4 y/o 5 especies

(debido a que *Pseudalopex sp.*, podría ser *P. culpaeus* o *P. griseus*) y los reptiles con 3 especie. En términos del origen 35 especies son nativas, 2 exóticas y 4 endémicas. Desde el punto de vista del grado de amenaza y según el Reglamento de la Ley de Caza, la lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*) y la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) están en categoría Vulnerable. El lagarto llorón (*Liolaemus chiliensis*), el ratoncito lanudo (*Abrothrix lingipilis*) y ambas especies de zorro (*P. culpaeus* y *P. griseus*) están en categoría Inadecuadamente Conocida, y la garza cuca (*Ardea cocoi*) está en categoría Rara.

En el Cuadro 4.2.2.4- 2 se muestra el listado de fauna registrado en el área de estudio, junto a los demás campos de información de la caracterización del grupo.

El ambiente “ecotono espinal-matorral esclerófilo” fue el que presentó el mayor valor de riqueza de fauna. Esto es esperable, ya que los ecotonos son la intersección de dos tipos de ambientes distintos, esto produce que las comunidades de cada tipo de ambiente se mezclen, aumentando los niveles de riqueza de ese espacio de intersección. A la inversa el ambiente con menor riqueza fue el “espinal”. También es esperable, dado que la vegetación presente en este tipo de ambiente tiene una estructura más pobre, ofreciendo menos recursos (alimento y refugio, por ej.) para la fauna. En el Cuadro 4.2.2.3- 3 se muestra la distribución de la fauna registrada.

CUADRO 4.2.2.3- 2

LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	GRADO DE AMENAZA
REPTILES	Squamata	Tropiduridae	<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	E	Vulnerable*
REPTILES		Tropiduridae	<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto llorón	N	Inadecuadamente conocida*
REPTILES		Tropiduridae	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	N	Vulnerable*
AVES	Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	N	-
AVES		Falconidae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	N	-
AVES		Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila chilena	N	-
AVES	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	N	-
AVES	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium nanum</i>	Chucncho	N	-
AVES		Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	N	-
AVES	Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula melanops</i>	Tagüita	N	-
AVES	Pelecaniformes	Aredeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	N	-
AVES		Aredeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	N	Rara*
AVES	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	N	-
AVES	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	N	-
AVES		Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	N	-
AVES	Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	Ex	no aplica
AVES	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	N	-
AVES	Apodiformes	Trochilidae	<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico	N	-
AVES	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	Chercán	N	-
AVES		Emberizidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	N	-
AVES		Emberizidae	<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	N	-
AVES		Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	N	-
AVES		Emberizidae	<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	N	-
AVES		Furnariidae	<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	Colilarga	N	-
AVES		Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	N	-
AVES		Furnariidae	<i>Asthenes humicola</i>	Canastero	E	-
AVES		Icteridae	<i>Sturnella loyca</i>	Loica	N	-
AVES		Icteridae	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	N	-
AVES		Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	E	-
AVES		Rhinocryptidae	<i>Scytalopus fuscus</i>	Churrín del norte	E	-
AVES		Turdidae	<i>Turdus falklandii</i>	Zorzal	N	-
AVES		Tyrannidae	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	N	-
AVES		Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	N	-

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	GRADO DE AMENAZA
MAMÍFEROS	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratoncito oliváceo	N	-
MAMÍFEROS		Cricetidae	<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratoncito lanudo	N	Inadecuadament e conocida*
MAMÍFEROS	Rodentia	Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Ex	no aplica
MAMÍFEROS	Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex sp.</i>	Zorro	N	Inadecuadament e conocida*

G.A: Grado de amenaza

E: Endémico

N: Nativo

Ex:Exótico

*: Según Reglamento de la Ley de Caza

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.2.2.3- 3

DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

PUNTO DE MUESTREO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Clase REPTILES													
<i>Liolaemus chiliensis</i>				X		X	X						X
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Lioaemus tenuis</i>				X					X	X			
Clase AVES													
<i>Milvago chimango</i>	X	X		X		X	X			X	X		X
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>				X		X				X	X		X
<i>Parabuteo unicinctus</i>				X				X		X	X	X	
<i>Cathartes aura</i>	X	X			X		X	X	X	X			
<i>Glaucidium nanum</i>						X			X	X		X	X
<i>Tyto alba</i>						X				X	X	X	
<i>Gallinula melanops</i>	X	X					X						
<i>Ardea alba</i>							X						X
<i>Ardea cocoi</i>	X	X											
<i>Vanellus chilensis</i>	X		X	X	X								
<i>Zenaida auriculata</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Columbina picui</i>			X	X			X			X		X	
<i>Callipepla californica</i>			X	X		X	X		X	X		X	
<i>Colaptes pitius</i>				X					X	X	X		X
<i>Sephanoides sephanioides</i>	X	X		X		X			X	X		X	X
<i>Troglodytes musculus</i>	X	X		X		X		X	X	X		X	X
<i>Turdus falklandii</i>		X	X	X		X	X	X	X			X	
<i>Xolmis pyrope</i>			X				X		X	X	X	X	X
<i>Mimus thenca</i>		X		X	X	X		X			X		X
<i>Diuca diuca</i>	X		X		X	X	X	X				X	
<i>Scytalopus fuscus</i>									X	X		X	X
<i>Sturnella loyca</i>	X		X	X	X	X						X	
<i>Curaeus curaesus</i>	X		X			X	X				X		X
<i>Sicalis luteola</i>	X	X			X	X	X		X	X		X	
<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>						X							X
<i>Anairetes parulus</i>	X		X		X	X	X		X	X		X	
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>		X				X				X	X	X	X
<i>Zonotrichia capensis</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phrygilus gayi</i>			X					X			X		X
<i>Asthenes humicola</i>			X		X	X	X		X	X	X		
Clase MAMÍFEROS													
<i>Abrothrix longipilis</i>													X

PUNTO DE MUESTREO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Abrothrix olivaceus</i>							x						x
<i>Rattus rattus</i>						x	x						
<i>Pseudalopex sp.</i>				x		x					x		x
Riqueza por punto muestreo	15	12	14	17	11	23	19	9	16	21	15	18	21

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.5. Conclusiones y Determinación de Sensibilidad Ambiental

En general, la zona de estudio corresponde a un área de medianamente intervenida por la actividad agrícola y forestal principalmente, no obstante lo cual, sigue siendo un entorno natural con gran abundancia de fauna terrestre asociada a aquellos parches de vegetación menos intervenidos.

La Función Ecológica de este componente adquiere importancia al poseer especies endémicas (4) y un alto porcentaje de especies nativas, todo lo cual contribuyen a asignar un valor de función ecológica Muy Alta (valor 5). La Naturalidad viene explicada, principalmente por la naturalidad del hábitat y el entorno, que en este caso depende directamente de la naturalidad de la Vegetación, es decir, una Naturalidad Media (valor 3).

La Vulnerabilidad de la Fauna terrestre, explicada principalmente por la presencia de especies con problemas de conservación (3) es considerada en categoría Alta (valor 4), considerando además que la vegetación también fue valorada con vulnerabilidad Alta (valor 4) y que está estrechamente vinculada con la fauna por cuanto determina su hábitat.

Finalmente, la Sensibilidad Ambiental resultante para este componente es de categoría Alta (valor 4). El Cuadro 4.2.2.5-1 muestra en resumen de la Sensibilidad Ambiental de este componente.

CUADRO 4.2.2.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL

FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
5	Por poseer 4 especies endémicas y un alto porcentaje de especies nativas	3	Es equivalente a la Naturalidad del componente vegetación	4	4	Explicada principalmente por la presencia de 3 especies con problemas de conservación	4

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

Fuente: Elaboración propia



4.2.3. Flora y Fauna acuática

4.2.3.1. Antecedentes generales

El presente componente ha sido descrito por ICNOVA ING, consultores en biota acuática. En base a información existente y reconocimiento en terreno, se caracterizó la biota acuática presente en el área de influencia del proyecto, considerando sus 3 Alternativas de muro. Se realizó una campaña de terreno en 8 estaciones de muestreo para describir la abundancia, riqueza y diversidad de peces, anfibios y flora acuática, junto con el levantamiento de datos sobre el ambiente físico y condiciones físicas-químicas del agua. El informe original presentado por ICNOVA ING se adjunta como Anexo EAA-3. En él se incluye los contenidos detallados y el álbum fotográfico.

4.2.3.2. Área de Influencia

El área de Influencia directa corresponde a la zona de inundación del embalse y al cauce del río desde la cola del mismo hasta la confluencia con el río Cauquenes. No se plantea área de influencia indirecta para este componente. Se define como límite inferior del área de influencia la confluencia con el río Cauquenes, ya que al recibir los aportes de éste el componente recupera parte de su merma y continúa mejorando de forma gradual a medida que avanza hacia aguas abajo. Si bien el efecto no se recupera en su totalidad, se considera como límite teórico al ser el primer cauce significativo en aportar sus aguas.

4.2.3.3. Metodología

Levantamiento de información bibliográfica

Se levantó información sobre flora y fauna acuática asociada al área de estudio y otros sistemas similares en la Región del Maule (cuenca del río Maule). La búsqueda se basó en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), publicaciones de carácter nacional e internacional, libros de Limnología de Chile, tesis y documentos técnicos. La recopilación se centró en la presencia de especies con problemas de conservación.

Levantamiento de información en terreno

Se levantó información sobre el hábitat físico, variables físicas-químicas del agua, y riqueza, diversidad y abundancia de especies de flora acuática, peces y anfibios, en ocho estaciones de muestreo (Cuadro 4.2.3.3-1; Figura 4.2.3.3-1). La campaña de terreno se realizó entre el 29 y 31 de Enero del 2012, previo aviso al Servicio Nacional de Pesca de la Región del Maule (de acuerdo al permiso de Pesca que se adjunta en Anexo C).

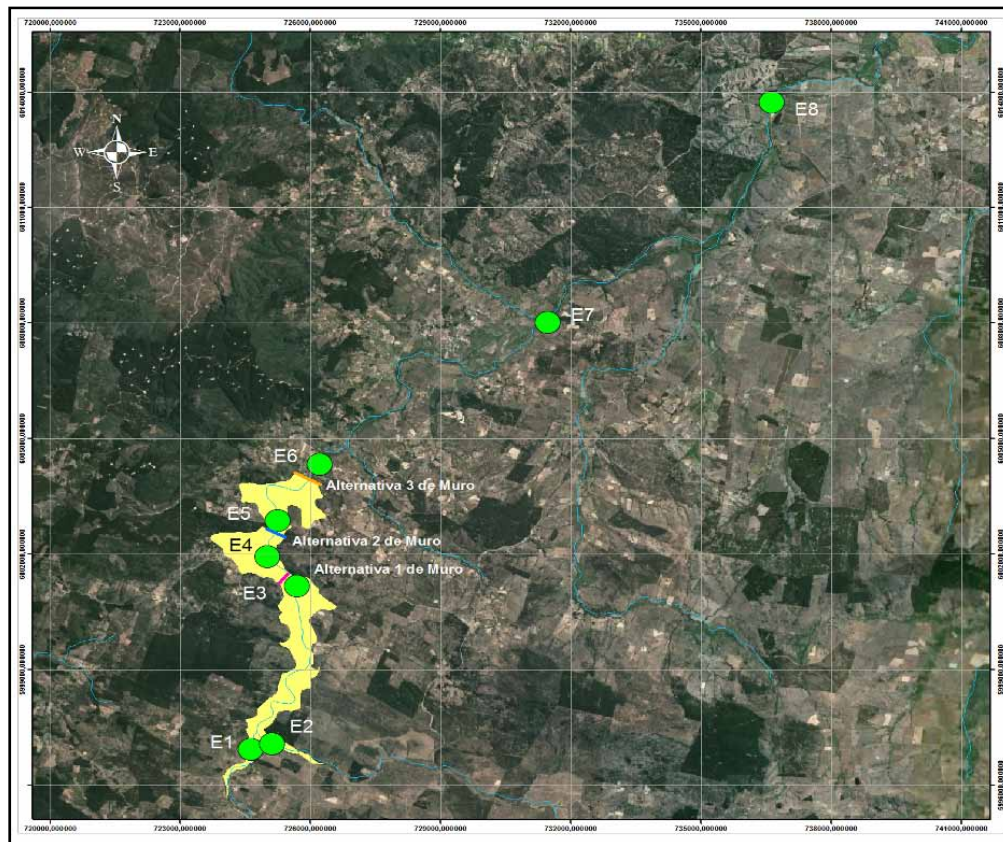
CUADRO 4.2.3.3-1 ESTACIONES DE MUESTREO

ID	Nombre	Coordenadas*	
		E	N
E1	Río Huedque en la cola del embalse	724.618	5.996.935
E2	Estero La Raya	725.114	5.997.085
E3	Río Huedque en cubeta del embalse 1	725.684	6.001.176
E4	Río Huedque en cubeta del embalse 2	724.998	6.001.934
E5	Río Huedque en puente huedque	725.236	6.002.870
E6	Río Huedque aguas abajo de muro alt. 3	726.205	6.004.330
E7	Río Huedque en Fundo Los Álamos	731.462	6.008.027
E8	Río Huedque en Fundo El Ensueño	736.631	6.013.740

*UTM WGS 84, Huso 18

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.2.3.3-1 UBICACIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO



Fuente: Elaboración propia

Hábitat y variables físicas-químicas

Para caracterizar los ambientes donde se encontraban los organismos de interés, se midieron variables sobre el hábitat físico y la física-química del agua en las ocho estaciones antes mencionadas. En Cuadro 4.2.3.3-2 se muestra la metodología aplicada.

CUADRO 4.2.3.3-2

METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT Y FÍSICA-QUÍMICA DEL AGUA

Tipo	Variable	Metodología
Hábitat físico	Clasificación general	Clasificación del tipo de sistema (crenón, epiritrón, metapotamón, etc), según Illies (1961).
	Observaciones generales	Tipo de cauce, porcentaje de sombra, etc.
	Tipo de cauce	Recto, con meandros, zonas de empozamiento, sinuoso, etc.
	Ancho mojado y ancho del cauce	Se midió en 3 puntos en un tramo perpendicular al cauce.
	Velocidad de escurrimiento	Se tomaron tres mediciones de la velocidad del cauce. Las mediciones de interés fueron: velocidad máxima y media
	Profundidad	Se utilizó una barra graduada en mm para la medición de cinco profundidades. Las variables de interés son profundidad máxima y media.
	Tipo de sustratos	Se utilizó la escala de Wentworth para la caracterización cualitativa de los sustratos (limo, arcilla, arena, clastos, rocas, etc)
	Porcentaje de cobertura vegetación acuática	Cobertura de vegetación de plantas acuáticas en el cauce.
	Otras observaciones	Caracterización de la condición meteorológica, uso del entorno y presencia de basuras o contaminantes. Color del cauce, espumas no naturales, sólidos flotantes visibles, etc.
Físico-Química del agua	pH	Medidor Hanna de pH / CE / TDS. Modelo HI 98130.
	Temperatura (°C)	Medidor Hanna de pH / CE / TDS. Modelo HI 98130.
	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Medidor Hanna de pH / CE / TDS. Modelo HI 98130.
	Sólidos Disueltos Totales (ppt)	Medidor Hanna de pH / CE / TDS. Modelo HI 98130.
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Sonda Hanna, medidor de oxígeno disuelto. Modelo Oxycheck. HI 9147
	Parámetros Visuales Norma Ch. 1333 para estándares de vida acuática	Establecidos mediante apreciación visual

Fuente: Elaboración propia

Flora acuática

Se determinó la flora acuática (definida como aquella que vive asociada exclusivamente al cuerpo de agua) a través de un muestreo de la totalidad de especies y porcentajes de cobertura. Junto con ello, se caracterizó la vegetación en la zona ripariana, que se definió como el área inundable en las crecidas periódicas. Se definieron transectos de ancho variable para cada una de las estructuras vegetacionales encontradas. Con esta metodología se obtuvieron las coberturas de las unidades vegetacionales acuáticas presentes y dominancia de la vegetación ripariana. Además del inventario de la flora acuática en las estaciones de muestreo.

Las especies fueron identificadas y listadas en terreno. Sin embargo, todas aquellas plantas difíciles de identificar, fueron prensadas y llevadas a laboratorio para su posterior identificación bajo lupa estereoscópica. La flora se identificó utilizando las claves y descripciones de Teillier y col. (2005) y Ramírez & San Martín (2006).

Fauna acuática

Peces

El muestreo de peces se realizó mediante pesca eléctrica utilizando un equipo SAMU. El elemento de captura es una red tipo chinguillo o una red de arrastre de marco metálico rectangular que fijada al fondo del cauce con una malla de entre 10 y 30 mm de apertura. El muestreo se estandarizó por esfuerzo de captura (CPUE), considerando un tiempo de pesca de 60 minutos. Se recorrieron como mínimo 100 metros cuadrados de área por estación de muestreo. Los ejemplares fueron identificados mediante las claves y descripciones de Arratia (1981) y Ruiz & Marchant (2004). Las especies fueron clasificadas por categoría de conservación de acuerdo al DS 51/2008.

Previo al trabajo de terreno se tramitó y publicó el Permiso de Pesca de Investigación mediante la Subsecretaría de Pesca (Anexo C), y se dio oportuno aviso de la ejecución de la campaña de terreno al Servicio Nacional de Pesca de la Región del Maule.

Anfibios

Se prospectaron ambientes adecuados para la supervivencia de anfibios, registrándose la presencia de larvas, organismos post-metamórficos y adultos. No se utilizaron técnicas de captura o trampeo directo, solamente de prospección de ambientes, mediante de una búsqueda activa ("Visual Encounter Survived") durante el día y al atardecer. Junto con ello, se grabaron los cantos nocturnos para su identificación utilizando el CD de



Voces de Anfibios de Chile (Penna, 2005). Los ejemplares fueron identificados mediante las claves y descripciones de Celis-Díez y col. (2001), y Rabanal y Nuñez (2011).

Otros organismos

Adicionalmente, a través de información directa e indirecta, se registraron otras especies que se encontraban o que podrían encontrarse en las estaciones estudiadas (p.e. crustáceos, mamíferos acuáticos, etc.).

4.2.3.4. Resultados

Levantamiento de información bibliográfica

Los resultados de la revisión bibliográfica pueden verse en el Anexo EAA-3.

Levantamiento de información en terreno

Hábitat y variables físicas-químicas del agua

Como se muestra en el Cuadro 4.2.3.4-1, el sistema de estudio presenta fuerte intervención en su entorno, que van desde un uso preferentemente forestal (e incendios recientes) en la parte superior, a un uso más bien agrícola en los sectores de menor altitud. Además, se presentan diversas intervenciones puntuales y/o alteraciones del hábitat, como zonas de empozamiento tipo piscinas (para fines recreativos), puentes y socavamiento de la ribera.

El río Huedque es preferentemente recto con profundidades bajas (prof. promedio = 35 cm), sin embargo, presenta una serie de empozamientos donde la profundidad puede llegar a más de 1 m. En las zonas de mayor altitud, los sistemas presentan más bien sustratos rocosos (presencia de roca madre) y mayores velocidades que las estaciones aguas abajo del proyecto, las que además se caracterizan por presentar fondos con mayor cantidad de limo.

Las aguas presentan alta temperatura (campaña de verano, temp. promedio = 23,9°C), y valores de oxígeno que promedian los 7,8 mg/L. Son aguas más bien alcalinas (pH promedio = 7,78), de bajo contenido de sólidos disueltos (promedio SDT = 0,05 ppt) y de alta turbiedad.

CUADRO 4.2.3.4-1
RESULTADOS HÁBITAT Y FÍSICA-QUÍMICA DEL AGUA

Variables	Estaciones de muestreo							
	E1	E2 *	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Clasificación general	hiporitrón	-	Hiporitrón-epipotamón	Hiporitrón-epipotamón	Hiporitrón-epipotamón	epipotamón	epipotamón	epipotamón
Tipo de cauce	recto	-	recto con empozamientos	recto con empozamientos	recto	recto con empozamientos	recto con empozamientos	recto con empozamientos
Altura (msnm)	171	183	169	165	158	149	141	138
Velocidad media cauce (m/s)	0,39	-	0,26	0,1	0,41	0,39	0,16	0,25
Velocidad máx. cauce (m/s)	0,55	-	0,35	0,14	0,56	0,7	0,18	0,27
Profundidad media (cm)	20,7	-	27,6	78,4	20,4	27	45,8	24,3
Profundidad máx. (cm)	40	-	70	>100	50	>100	70	>100
Ancho mojado (m)	14 a 16	-	7 a 8	12 a 13	8 a 10	10 a 12	8 a 10	7 a 12
Ancho cauce (m)	11 a 12	-	15 a 17	15	14 a 16	14 a 15	12 a 13	14 a 16
Tipo de sustrato	limo, arena, grava, guijarros, bloques, roca madre	-	limo, arena, grava, guijarros, bloques, roca madre	limo, arena	limo, arena, bloque, roca madre	limo, arena, grava, bloques	limo, arena, bloques	limo, arena, guijarros
Sustrato dominante	guijarros, roca madre	-	guijarros, limo	limo	guijarros, bloques	limo, guijarros	limo, guijarros	limo, guijarros
pH	8,33	-	7,64	7,62	7,77	7,42	7,8	7,89
Conductividad (mS/cm)	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,07	0,08
SDT (ppt)	0,05	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,04
Temperatura (°C)	25,9	-	22,9	23,3	24,1	23,6	23,6	24,1
Oxíg.	9,9	-	8,1	5,7	7,9	6,4	8,2	8,1

Variables	Estaciones de muestreo							
	E1	E2 *	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Disuelto (mg/L)								
Tiempo meteorológico	despejado con nubes aisladas	-	despejado con nubes aisladas	despejado	despejado	despejado con nubes aisladas	despejado	despejado con nubes aisladas
Uso del entorno	forestal	-	forestal, agrícola	forestal, agrícola	forestal	forestal	forestal, agrícola	agrícola
Alteración de hábitat	No	-	incendio reciente, riberas socavadas	incendio reciente, riberas socavadas	punto	empozamiento aguas arriba	empozamiento aguas arriba	punto aguas arriba

*La estación E2 se encontraba seca al momento del muestreo

Fuente: Elaboración propia

Flora acuática

Se muestrearon siete especies de flora acuática, 4 introducidas y 3 nativas (Cuadro 4.2.3.4-2). Ninguna especie se encuentra clasificada de acuerdo a los listados oficiales.

CUADRO 4.2.3.4-2
LISTADO DE FLORA ACUÁTICA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación	
				Decretos CONAMA*	Libro Rojo (1989)
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	Nativo	Sin Clasificación	Sin Clasificación
Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>	Ritrú	Nativo	Sin Clasificación	Sin Clasificación
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton hidropiperoides</i>	Huiro	Nativo	Sin Clasificación	Sin Clasificación
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i>	Clavito de agua	Introducido	-	-
Hydrocotylaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Tembladera	Introducido	-	-
Polygonaceae	<i>Polygonum hidropiperoides</i>	Duraznillo	Introducido	-	-
Cladophoraceae	<i>Cladophora aegagropila</i>	Lamilla	Introducido	-	-

* Se refiere a los Decretos Supremos N° 23, 51, etc

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones E5 y E6 presentaron mayor riqueza (4 especies) mientras que en E3, 7 y E8 la riqueza fue de sólo dos especies (Cuadro 4.2.3.4-3). La especie con mayor distribución fue *Ludwigia peploides* (introducida), seguida de *Cyperus eragrostis* (nativa). En general, la cobertura de la flora acuática es menor al 5%, a excepción de E6, donde *Potamogeton sp.* (especie sumergida) cubre aproximadamente el 30% del lecho del río; y en E4, donde su cobertura llega al 30% en orillas.

CUADRO 4.2.3.4-3
DISTRIBUCIÓN Y RIQUEZA DE FLORA ACUÁTICA

Flora acuática	Presencia/Ausencia							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<i>Schoenoplectus californicus</i>	X	-						
<i>Cyperus eragrostis</i>		-		X	X	X	X	X
<i>Potamogeton hidropiperoides</i>		-		X		X	X	
<i>Ludwigia peploides</i>	X	-	X	X	X	X		X
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	X	-			X			
<i>Polygonum hidropiperoides</i>		-	X		X			
<i>Cladophora aegagropila</i>		-				X		
Riqueza	3	-	2	3	4	4	2	2

Fuente: Elaboración propia

En relación a la vegetación de ribera, se observa que ésta se encuentra poco desarrollada en algunas estaciones con erosiones evidentes en las orillas del cauce (E3, E4 y E8). En general, dominan especies de árboles y arbustos introducidos (sauces, álamos, eucaliptus, etc.), y gramíneas (pastos) en el estrato herbáceo (Cuadro 4.2.3.4-4).

CUADRO 4.2.3.4-4

DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA

Estación	Vegetación de ribera
E1	Se presenta una estrata herbácea y otra arbustiva-arbórea. La estrata arbustiva-arbórea está dominada por especies de sauce (introducido), espinos y baccharis. Se observa además plantaciones de pinos. La estrata herbácea está dominada por gramíneas y plántulas de galegas y sauce.
E2	-
E3	Las riberas socavadas impiden un desarrollo de la vegetación de ribera propiamente tal. En zonas bajas del lecho del río dominan algunas gramíneas, y se observan algunos sauces dispersos.
E4	Las riberas socavadas impiden un desarrollo de la vegetación de ribera propiamente tal. En zonas bajas del lecho del río dominan algunas gramíneas. Se observan de manera dispersa algunos álamos, zarzamora, y algunas especies nativas como boldo, huingán y mirtáceas.
E5	Se presenta una estrata herbácea y otra arbustiva-arbórea. La estrata arbustiva-arbórea está dominada por especies de álamo, sauces, culén, acacias (introducidas), zarzamora. La estrata herbácea está dominada por gramíneas y plántulas de galegas y sauce.
E6	Se presenta una estrata herbácea y otra arbórea. La estrata arbórea está dominada por especies de sauce, acacias introducidas, zarzamora, pino, álamo, culén. En la estrata herbácea dominan los pastos (gramíneas),
E7	Se presenta una estrata herbácea y otra arbustiva-arbórea. La estrata arbustiva-arbórea está dominada por especies de espino, zarzamora, rosa mosqueta y sauce. La estrata herbácea está dominada por gramíneas y plántulas de galegas y sauce.
E8	Las riberas presentan un grado intermedio de socavación, que junto con el nivel d intervención (plantaciones), impide el desarrollo de vegetación de ribera propiamente tal. Se presenta una estrata arbórea y otra herbácea muy poco desarrollada. En la estrata arbórea dominan las pseudoacacias, sauces, álamos y eucaliptus. En la estrata herbácea se observan algunas plántulas dispersas y gramíneas.

Fuente: Elaboración propia

Fauna acuática

Peces

Se colectaron cinco especies de peces (Cuadro 4.2.3.4-5), dos nativas en estado Vulnerable (*Trichomycterus areolatus* y *Cheirodon pisciculus*), una nativa Sin Clasificación (*Percilia gillissi*) y dos especies Introducidas (*Gambusia affinis* y *Cyprinus carpio*).

CUADRO 4.2.3.4-5 LISTADO DE PECES

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación *
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagre	Nativo	Vulnerable
Characidae	<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Nativo	Vulnerable
Percichthyidae	<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Nativo	Sin Clasificación
Cyprinodontiformes	<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Introducido	-
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Introducido	-

* Decreto Supremo N° 51/2008

Fuente: Elaboración propia

La mayor riqueza y diversidad de especies de peces se encontró en E1 y E5, mientras que los menores valores se encontraron en las estaciones de menor altura (E7, E8) (Cuadro 4.2.3.4-6). Las especies nativas y con problemas de conservación (bagre, carmelita) se encuentran en E1, E3, E5 y E6. En cambio, en E7 y E8 se concentran las especies introducidas (carpa, gambusia).

CUADRO 4.2.3.4-6 ABUNDANCIA, RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE PECES

Peces		Estaciones de muestreo							
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Abundancia por especies (CPUE)	<i>Trichomycterus areolatus</i>	1	-	26	-	4	-	-	-
	<i>Cheirodon pisciculus</i>	4	-	-	-	5	5	-	-
	<i>Percilia gillissi</i>	12	-	15	14	1	2	3	-
	<i>Gambusia affinis</i>	10	-	18	36	13	86	57	20
	<i>Cyprinus carpio</i>	-	-	-	-	14	5	2	1
Abundancia total		27	-	59	50	37	98	62	21
Riqueza (S)		4	-	3	2	5	4	3	2
Diversidad (H')		1,13	-	1,07	0,59	1,34	0,50	0,33	0,19

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, cabe destacar la presencia de alevines (gambusias principalmente) en zonas de aguas estancadas, lo que generaba ambientes propicios para su asentamiento.

Anfibios

Se registraron tres especies de anfibios: uno endémica y otro nativo, ambos clasificados como Vulnerable (*Rhinella arunco* y *Pleurodema thaul*, respectivamente), y un tercero clasificado como Insuficientemente Conocida y Vulnerable (*Batrachyla taeniata*) (ver detalles en Cuadro 4.2.3.4-7).

CUADRO 4.2.3.4-7
LISTADO DE ANFIBIOS

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación	
				DS N° 50/08 CONAMA	DS N° 5/98
Leptodactylidae	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	Nativo	No clasificado	Vulnerable
Bufo	<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo	Endémico	No clasificado	Vulnerable
Ceratophryidae	<i>Batrachyla taeniata</i>	Ranita de antifaz	Nativo	Insuficientemente conocida	Vulnerable

Fuente: Elaboración propia

La única estación que presentó las tres especies de anfibios fue E8, con una diversidad máxima de 0,96. Luego, en E1 se presentaron dos especies (sapito de 4 ojos y sapo de rulo), con una diversidad de 0,64. En las estaciones E3, E4 y E5 se registró la presencia de sapito de 4 ojos (Cuadro 4.2.3.4-8).

CUADRO 4.2.3.4-8
ABUNDANCIA, RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ANFIBIOS

Anfibios		Estaciones de muestreo							
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Abundancia por especies	<i>Pleurodema thaul</i>	4	-	3	4	2	-	-	4
	<i>Rhinella arunco</i>	2	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Batrachyla taeniata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1
Abundancia total		6	-	3	4	2	0	0	7
Riqueza (S)		2	-	1	1	1	-	-	3
Diversidad (H')		0,64	-	-	-	-	-	-	0,96

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, cabe destacar la presencia de gran cantidad de larvas y post-metamórficos de *R. arunco* en la estación E8 (densidades aproximadas de 10 ind./m² en orillas), y numerosas vocalizaciones de *P. thaul* en la zona de la cubeta del embalse (E3, E4 y E5).



Otras especies

Junto con las especies de anfibios, peces y flora acuática antes descritas, cabe destacar que lugareños advirtieron de la presencia de coipos en E1 y E8, que pese a ser buscados no se encontraron. Además se avistaron aeglas (pequeños cangrejos) en E4 y E5 y camarón de río en E5, E6 y E8. Estas tres especies podrían ser relevantes para evaluar su potencial uso en la determinación del caudal ecológico (junto con anfibios y peces), así como también de medidas de manejo (p.e. planes de rescate de fauna acuática).

4.2.3.5. Conclusión y determinación de Sensibilidad Ambiental

De acuerdo a los antecedentes del estudio, el Área de Influencia Directa, se encuentra en una zona de transición entre sistemas hiporitrónicos a epipotamónicos (Illies, 1961), lo que genera alta variabilidad de ambientes a micro y a meso escala. Esta variabilidad de ambientes permitiría la existencia de un mayor número de especies de flora y fauna nativa (y con categoría de conservación oficial) para las tres alternativas de embalse proyectadas.

En base a los antecedentes señalados, se estima que la obra significaría pérdidas de ejemplares de peces y anfibios que se encuentran en estado de conservación, de acuerdo a los listados oficiales. Consecuentemente, se estima que el impacto sobre peces y anfibios es significativo.

De acuerdo a estos resultados, se asigna a este componente, una valoración de Naturalidad de 3 (media) dada la presencia de especies introducidas, y una Función Ecológica de 5 (muy alta) dada la importancia de las interacciones que se sustentadas a partir de este componente en todo el ecosistema y el endemismo de algunas especies. La Vulnerabilidad por su parte se considera con valor 5 al presentarse especies con problemas de conservación en el caso de anfibios y peces (categorías vulnerables). De este modo se obtiene una sensibilidad de 4.5. El Cuadro 4.2.3.5-1 resume la evaluación de la Sensibilidad Ambiental de este componente.

CUADRO 4.2.3.5-1 SENSIBILIDAD AMBIENTAL

FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
5	Dada la importancia de las interacciones que se sustentadas a partir de este componente en todo el ecosistema y el endemismo de algunas especies	3	Dada la presencia de especies introducidas	4	5	Por presentarse especies con problemas de conservación en el caso de anfibios y peces (categorías vulnerables)	4.5

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad
Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Biodiversidad

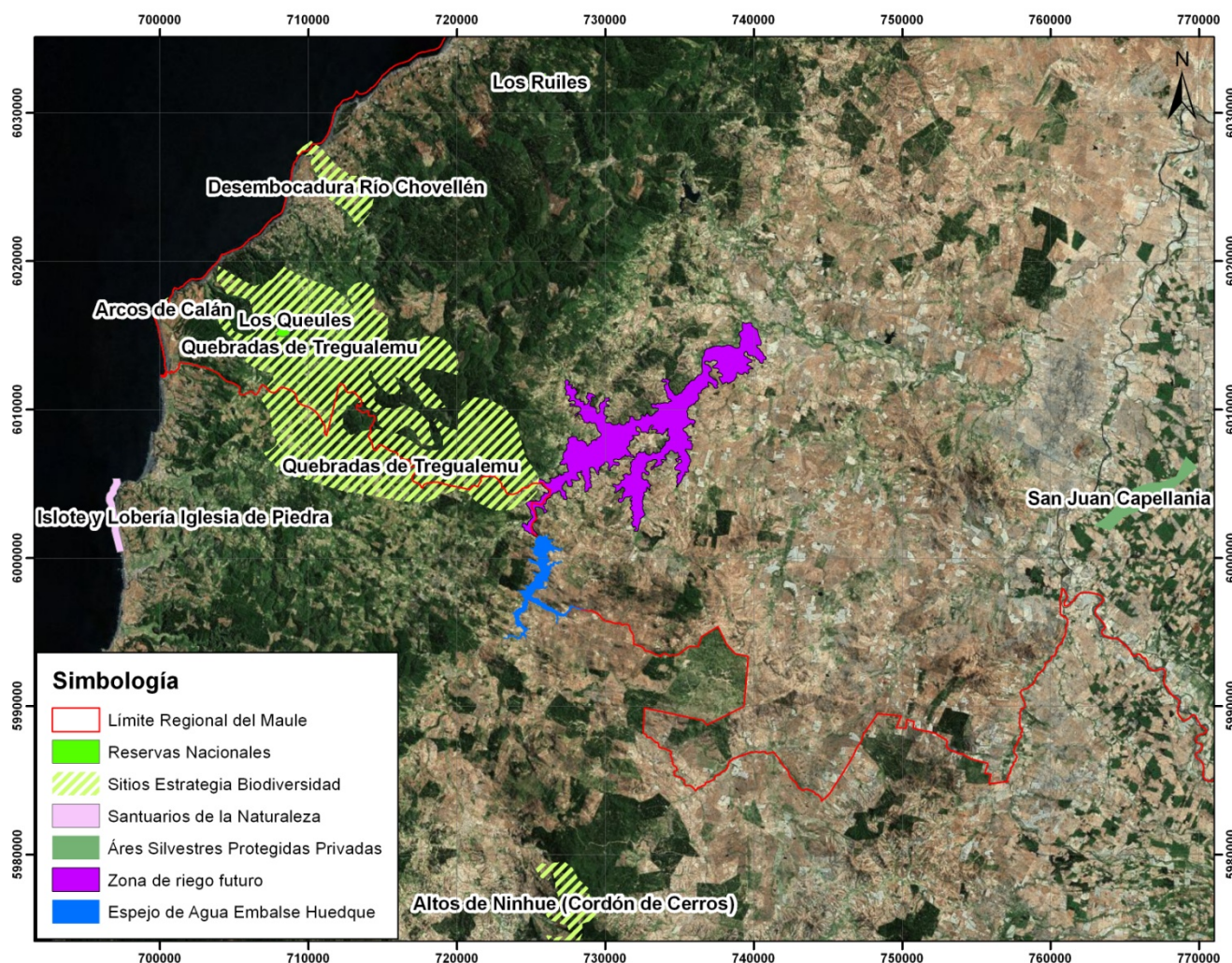
En las inmediaciones del área de estudio no existe presencia de áreas protegidas por el Estado (SNASPE), siendo la más cercano la Reserva Nacional Los Queules (a 22 km aproximadamente medidos en línea recta hacia el nor oeste del embalse), seguido de la Reserva Nacional Los Riles (ubicada aproximadamente a 30 km hacia el norte del embalse). Respecto de los Santuarios de la Naturaleza, al oeste del embalse, en la costa e ubica el Santuario Islote y Lobería Iglesia de Piedra (a 30 km). Sobre las áreas protegidas provadas, la única presente en la zona, sin embargo bastante lejana es la del predio “San Juan Capellanía, ubicada 40 km al este del embalse.

Ahora bien, respecto de los sitios de Biodiversidad definidos en la “Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad en la VII Región del Maule (CONAMA VII, 2002), existe un sitio cercano en la zona contigua al sector de riego futuro. Dicho sitio corresponde a “Quebradas de Tregualemu”, considerado como prioritario en dicho documento. Este sitio es importante por concentrar una gran cantidad de especies arbóreas en peligro de extinción (keule, pitao, citronella, etc), además aún existen evidencias de los ecosistemas originales del bosque costero maulino, además es uno de los únicos parches de suficiente tamaño que tiene una calidad de hábitat adecuada para guña, felino en peligro de extinción.

Otros sitios de Biodiversidad relativamente cercanos vendrían siendo “Arcos de Calán”, “Desembocadura Río Chovellén” y Altos de Ninhue (Región del Bío Bío), ubicados a 30, 27 y 22 km respectivamente.

A continuación se presenta la Figura 4.2.4-1, donde se puede ver la ubicación de los distintos sitios mencionados. Las cartografías fueron obtenidas directamente desde el servidor del SINIA (www.sinia.cl).

FIGURA 4.2.4-1
UBICACIÓN ESPACIOS PROTEGIDOS



Fuente: Elaboración propia a partir de SINIA

Con respecto del sitio “Quebradas de Tregualemu”, se debe destacar que si bien existe un pequeño traslape cartográfico de 3.3 ha entre el sitio prioritario y la zona de riego, dicha condición no constituye necesariamente una interferencia preocupante en términos del potencial impacto ambiental, ya que en primer lugar el límite del sitio prioritario está trazado a una escala de 1:50.000, mientras que la potencial zona de riego futuro fue elaborada en escala 1:5.000 a partir de la restitución aerofotogramétrica. Ello quiere decir que el límite del sitio prioritario pasa a ser indicativo si se compara con el de la zona de riego, pudiendo incluso no existir traslape en la realidad del terreno. En segundo lugar, el límite propuesto para la zona de riego futuro consiste en una envolvente máxima, que en ningún caso asegura que toda la superficie al interior de este límite sea transformado a riego, en este sentido, este límite también es meramente indicativo.

No obstante lo anterior, este consultor considera que los límites de estos sitios prioritarios no obedecen a cambios abruptos del paisaje sino más bien graduales, ya que corresponden a ecosistemas de gran extensión, por lo tanto y con el fin de resguardar su importancia y sensibilidad, se propone una zona de restricción (ver apartado 6 del presente informe) ubicada en el contorno del sitio prioritario, con lo cual se recomienda adoptar en dicha zona, un manejo ambiental riguroso.

4.3. MEDIO SOCIAL Y CULTURAL

4.3.1. Asentamientos Humanos

4.3.1.1. Antecedentes Generales

Las comunidades humanas presentes en el área del proyecto, son los principales protagonistas y receptores de sus impactos, ya sean negativos y positivos, por tanto deben conocerse sus actores sociales, desde la perspectiva cultural y social. Este componente ha sido descrito mediante análisis de variables sociales generales a nivel comunal y otros estudios atingentes.

4.3.1.2. Área de Influencia

El área de influencia directa corresponde a las zonas agrícolas ubicadas en el valle del río Huedque, donde se concentra la población que se vería beneficiada por la obra en estudio, o que se encuentren aledañas a los caminos de acceso a las obras. No se plantea área de influencia indirecta para este caso.

4.3.1.3. Metodología

El componente se describe mediante una revisión de fuentes secundarias y bibliográficas disponibles. Dichas fuentes son:

- **Censos de población (INE, 1992-2002)**
- **Encuesta CASEN (2006, 2009)**
- **Plan de Desarrollo Comunal Cauquenes 2008-2012 (PLADECO)**
- **Plan Regulador Comunal de Cauquenes (2012)**

Además, se considera información recogida en las distintas visitas a terreno efectuadas por el equipo consultor, incluyendo la confección en terreno de fichas socio económicas para aquellas viviendas ubicadas al interior de la zona de inundación.

4.3.1.4. Resultados

Asentamientos Humanos

La caracterización general de los asentamientos humanos se realiza a nivel comunal, abarcando temáticas como demografía, educación, salud, vivienda, servicios, condición socioeconómica, entre otros.

a) Demografía

De acuerdo con los datos del Censo del año 2002, en la Región del Maule residen 908.097 personas, equivalente al 6% de la población del país. La Región del Maule, se encuentra dentro de las cinco regiones con mayor población del país, pero con una densidad muy por debajo de los territorios más poblados (29,97 Hab/Km²). Igualmente, la región del Maule presenta el índice más alto de población rural del país.

La provincia de Cauquenes, integrada por la comuna en estudio, más las comunas de Chanco y Pelluhue, contiene en su territorio al 6,3% de la población regional. En comparación a las provincias de Talca, que concentra el 38,9%, Linares el 28% y Curicó 26,9%; es la provincia con menor población de la Región

CUADRO 4.3.1.4-1

POBLACIÓN URBANO-RURAL A NIVEL REGIONAL, PROVINCIAL Y COMUNAL

	Total 2002	%	Urbano	%	Rural	%
Región del Maule	908.097		603.020	66	305.077	34
Provincia Cauquenes	57.088	100	38.660	100	18.428	100
Comuna de Cauquenes	41217	72.1	30771	79.5	10446	56.6

Fuente: Elaboración en Base a Antecedentes del Censo de Población de 2002, INE (2002)

b) Educación

Con respecto al área de educación, se realiza a continuación una descripción del sector en la comuna de Cauquenes realizada por el Pladeco 2008-2012 a partir de datos e informaciones proporcionados por documentos de diferentes fuentes, principalmente las proporcionadas por la municipalidad y el Ministerio de Educación.

La gestión de los establecimientos municipalizados está a cargo del Departamento Administrativo de Educación Municipal a cargo de proveer de recursos humanos, financieros y materiales necesarios para el normal desarrollo de las actividades educativas.

Este ha llevado a cabo un plan de perfeccionamiento que ha cubierto a todos los funcionarios de su población objetivo. Se consiguió terminar con la deuda histórica. Hoy la situación financiera está prácticamente saneada.

En la comuna de Cauquenes existen 46 establecimientos educacionales con distintos sostenedores, públicos o privados, localizados en la zona urbana y en la rural, que imparten educación pre-básica, básica, media, especial, de adultos, y profesional. Entre ellos, se encuentran 35 municipalizados y 11 privados subvencionados. El total de docentes contratados para desarrollar los distintos niveles de enseñanza alcanza a 478, siendo 344 en el sector municipalizado y 134 en el privado subvencionado.

Los datos del MINEDUC no coinciden con los que trabaja el DAEM en el caso de las cifras referidas a la enseñanza Científica Humanista y la Técnico Profesional. La cifra total de la enseñanza media es la misma. El total de niños matriculados en todos los establecimientos de la zona urbana fue de 9.440 niños y 376 adultos., La Comuna de Cauquenes cuenta con una filial del Centro de Formación Técnica “San Agustín”, en el cual se imparten carreras del área técnica, y una Sede de la Universidad Bolivariana, que imparte carreras profesionales.

En la zona rural sólo existen establecimientos municipalizados que imparten enseñanza básica y en tres de ellos también educación pre básica. Esto debido a una tendencia a la disminución de la población rural, así como la población en edad de asistir a la educación formal en la comuna en general. Esto lleva a cuestionar el sistema de educación comunal para que tome debida cuenta de estas variables.

c) Salud

Con respecto al área de la salud, antecedentes recopilados por el Pladeco 2008-2012 para la comuna de Cauquenes, indican que solamente se brinda atención de nivel primario y de un Hospital pequeño de tipo 3, lo que obliga a que la atención de nivel secundario un poco más especializada y la de nivel terciario deba ser prestada por centros asistenciales de mayor porte como el Hospital Regional del Maule, o bien de otras comunas de la región, lo que depende de la cercanía del centro hospitalario con la asistencia o urgencia requerida.

Algunas fuentes de información base para los datos presentados son el plan comunal de salud 2007, datos del Ministerio de Salud, del Instituto Nacional de Estadísticas, INE, de MIDEPLAN y entrevistas a autoridades del sector en la comuna.

La tasa de natalidad según estas fuentes llega a 14,5 por mil habitantes, muy parecida a la tasa que presenta el país y la región. La tasa de mortalidad general fue de 8,3



por mil habitantes, contra 5,3 por mil habitantes a nivel del país. La de mortalidad infantil es extremadamente baja, 3,3 por mil nacidos vivos contra 7,9 a nivel de país. Dicha tasa debe ser tratada con mucho cuidado, pues las tasas anuales para poblaciones tan pequeñas como la de Cauquenes son muy volátiles y cambian bruscamente, fluctuando de un año al otro.

Las enfermedades con mayor incidencia son ampliamente las correspondientes al sistema respiratorio, que tienen que ver principalmente con las problemáticas medioambientales, climáticas y de polución intradomiciliaria que existen en la comuna. Esta información asegura que la mayor causa de consulta por morbilidad la constituyen las patologías respiratorias, representando un 44% del total en los establecimientos de salud de la comuna entre los años 2004-2005, seguidos de las cardiovasculares con un 24%, 11 y 2% para osteoartritis y trauma respectivamente. No se han presentado casos de cáncer hasta el momento.

El 66% de la población en la comuna es adulta según el Pladeco 2008-2012, por lo que las principales causas de enfermedad, muerte y discapacidad tenderán a estar dadas por las llamadas enfermedades no transmisibles (ENT), entre las que se encuentran las enfermedades cardiovasculares, que corresponden efectivamente a la segunda causa con demanda por consulta médica durante el año 2007, a la primera causa con mayor prevalencia en Cauquenes y a la segunda como causa de mortalidad.

El sistema público de salud de la provincia consta de un Hospital de tipo 3, con las cuatro especialidades básicas y 144 camas, más un servicio de urgencia, SAMU, que atiende a toda la provincia. Además, este hospital presta servicios de atención primaria a través de un Consultorio Adosado.

d) Vivienda

Respecto al tema de vivienda, según información contenida en el Censo 2002 recopilada por el Pladeco 2008-2012, en la comuna de Cauquenes hay en total 13.558 viviendas de las cuales 9.602 corresponden a zona urbana y 3.956 a zona rural, hay 11.933 viviendas ocupadas y 1.625 desocupadas.

Entre los tipos de vivienda en la comuna existe un total de 12.646 casas; 308 departamentos; 189 piezas en casa antigua o conventillo; 205 mejora, mediagua; 100 rancho o choza; 7 móvil (carpa, vagón, container, bote o lancha); 61 otro tipo de vivienda particular y 42 viviendas colectivas.

e) Estructura de Servicios

En relación a los servicios básicos, la energía eléctrica es proporcionada a la provincia de Cauquenes por la empresa EMELECTRIC S.A. que pertenece al grupo EMEL S.A. En todos los sectores existe tendido eléctrico y suministro en forma permanente todo el año. La cobertura domiciliaria de la red pública en la Comuna de Cauquenes es de 95.4%, siendo 98.9% para la población urbana de la Comuna y 85.4% la cobertura rural.

El agua potable es abastecida por la concesión de la empresa Aguas Nuevo Sur, el cual aborda un 79.8% a nivel comunal. En el Cuadro 4.3.1.4-2 se presenta el detalle de esta información, en el cual queda de manifiesto que a nivel rural existe un déficit de abastecimiento por la red pública haciéndose más fuerte el uso de pozos o norias.

CUADRO 4.3.1.4-2
PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN ORIGEN DE AGUA.
POR ZONAS URBANA Y RURAL

Tipo	Total	Urbana	Rural
Red Pública	79,8	99,3	23,6
Pozo o Noria	14,0	0,4	53,2
Río o Vertiente	6,2	0,3	23,2

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002

La calidad del servicio y su confiabilidad son normales, puesto que se tiene un suministro obtenido de captaciones subterráneas con buen estado de calidad, por lo que la planta de tratamiento de agua potable, actúa de refuerzo para el mejoramiento de la calidad.

La cobertura de alcantarillado se expresa a través de colectores públicos localizados en zonas urbanas, correspondiendo su recolección a la empresa Aguas Nuevo Sur Maule S.A. La cobertura del servicio a nivel comunal corresponde al 80,3% de la población. En el cuadro 4.3.1.4-3 se aprecia la cobertura de este servicio, dejando de manifiesto que existe un déficit importante de red de alcantarillado en el área rural, utilizando en mayor medida el sistema de pozos negros.

CUADRO 4.3.1.4-3
SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE EXCRETAS. POR ZONAS URBANA Y RURAL

Tipo	Total	Urbana	Rural
Alcantarillado	80,3	98,4	28,7
Fosa Séptica	0,2	0,0	0,7
Pozo Negro	17,6	1,4	64,6
Sin Servicio	1,9	0,2	6,1

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002



f) Telecomunicaciones

Con respecto a comunicaciones y según información recogida por Pladeco 2008-2012, la comuna tiene acceso a la señal de televisión abierta de los principales canales nacionales y al servicio particular de cable, excepto en algunas zonas dada la aislación geográfica producida por el relieve.

Además cuenta con radioemisoras locales instaladas en Cauquenes que cumplen con una misión comunitaria de servicio a las localidades rurales que es ampliamente reconocida y que viene a suplir su aislamiento en materia de comunicaciones.

En cuanto a la telefonía de red fija de la comuna esta fuente dice que en el sector urbano existe el sistema de comunicación otorgado por la empresa Telefónica CTC Chile, con un total de 6.026 líneas telefónicas, lo que representaría una cobertura de 52 por ciento de las viviendas, mientras que la telefonía de red fija rural, territorio cuenta con presencia de la empresa CTR, con sede en la comuna de Linares.

La telefonía celular en la actualidad puede ser utilizada en gran parte de la comuna a excepción de algunos sectores que por orografía y número reducido de población, no tienen una buena señal o no poseen antenas. Tal como en el resto del país, en la comuna están presentes los diversos servicios de telefonía móvil.

g) Actividad Económica

Según el PLADECOC 2008-2012 la zona destaca por su producción de arroz, remolacha y porotos. El aporte de la región al PIB nacional el año 2002 fue de 3,4%. La estructura regional del PIB para 2002, en lo fundamental, está representada por el aporte de 20,5% del sector Industria Manufacturera; 17,3% de Silvoagrícola; y 13,2% de Electricidad, Gas y Agua. Los sectores Servicios Personales y Comercio aportan 10,8% y 8,4%, respectivamente.

Según esta fuente En la región del Maule la actividad económica se caracteriza por un significativo desarrollo del sector silvoagropecuario. Este las ha evolucionado en los últimos años, incrementando la producción de madera y sus derivados. También por su parte el sector frutícola ha experimentado un significativo crecimiento, debido principalmente a las exportaciones.

La comuna de Cauquenes, según el Pladeco 2008-2012, durante los últimos años ha experimentado un desarrollo sostenido de su agricultura y comercio cercano al 60% del aporte al desarrollo económico en la comuna. Ambos sectores se perfilan como los más desarrollados. A su vez los sectores turismo y servicios componen el 25% aproximadamente

de las actividades desarrolladas a nivel comunal, restando solamente un 15% que se distribuye entre los sectores industrial, construcción y otros.

Los rubros económicos más desarrollados según el Pladeco 2008-2012 para la comuna de Cauquenes son el sector forestal e industria secundaria de la madera, la viticultura / fruticultura y el sector comercial. A continuación se realiza una descripción de la situación de cada sector en la comuna:

Forestal / Industria secundaria de la Madera: En el área forestal destacan las empresas Termac, Forestal León y Celco. Ambas concentran una parte importante de la fuerza laboral en la comuna. Dentro de este rubro se consideran además las barracas y cualquier otra empresa en cuya línea productiva se incluya la manufactura de la madera en alguna de sus formas.

Viticultura / Hortifruticultura: En esta área destacan la Cooperativa Lomas de Cauquenes y un gran número de pequeños productores de uva, de los cuales no todos pertenecen a dicha cooperativa. Este rubro ha tenido un sostenido crecimiento en los últimos años por lo que un área con grandes proyecciones económicas. Podemos destacar dos agricultores de vid Lomas de Bellavista e INIA. En este rubro se incorporan empresas o agricultores relacionados con la fruticultura, como los productores de olivos, frutillas y arándanos. Estos cultivos comparten la característica de estacionalidad y comercialización.

Comercial: En este rubro se consideran las Grandes tiendas y los supermercados además de las pequeñas tiendas y locales como librerías, panaderías, farmacias, fuentes de soda, botillerías, que pese a no tener gran cantidad de trabajadores, las que podemos denominar como comercio tradicional. Este sector se caracteriza por tener baja contratación de personal, sin embargo, la concentración de todos ellos pudiera representar un importante porcentaje de la fuerza de trabajo activa. Podemos observar además, la actividad en áreas tradicionales específicas, como la elaboración de ladrillos y tejas (característico de la zona) y la inserción de otros rubros de tipo artesanal representados por agrupaciones de micro empresarios de tejedoras, loceras y artesanos en madera y cerámica, entre los más destacados.

De acuerdo a los resultados del censo 2002, la fuerza de trabajo comunal a ese año era de 13.757 personas, llegando la tasa de participación al 44,9%. Dentro de este grupo, la tasa de desocupación alcanzaba 16,3%, siendo mayor en hombres que en mujeres. Esta información es posible de observar en forma resumida en el Cuadro 4.3.1.4-4.

CUADRO 4.3.1.4-4
POBLACIÓN SEGÚN TIPO Y CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA
COMUNA DE CAUQUENES
CENSO 2002 Y PROYECCIÓN 2012

Tipo de Condición Económica		2002			2012		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Población de 15 años o más		30.608	14.742	15.866	31.331	15.017	16.314
ECONOMICAMENTE ACTIVA (FUERZA DE TRABAJO)	Total	13.757	9.508	4.249	14.054	9.686	4.369
	Ocupados	11.521	7.849	3.672	11.771	7.996	3.776
	Cesantes	1.776	1.392	384	1.813	1.418	395
	Buscando trabajo por primera vez	460	267	193	470	272	198
NO ECONOMICAMENTE ACTIVA (FUERA DE LA FUERZA DE TRABAJO)	Total	16.851	5.234	11.617	17.276	5.332	11.945
	En quehaceres de su hogar	8.702	569	8.133	8.942	580	8.362
	Estudiando	2.562	1.342	1.220	2.621	1.367	1.254
	Jubilado o rentista	3.249	1.895	1.354	3.323	1.930	1.392
	Incapacitado permanentemente para trabajar	442	286	156	452	291	160
	Otra situación	1.896	1.142	754	1.939	1.163	775
Tasa de Participación		44,9%	64,5%	26,8%	44,9%	64,5%	26,8%
Tasa de Ocupación		37,6%	53,2%	23,1%	37,6%	53,2%	23,1%
Tasa de Desocupación		16,3%	17,4%	13,6%	16,2%	17,4%	13,6%

Fuente: Elaboración propia a partir de Censo 2002

Por otra parte, de acuerdo con la encuesta CASEN 2006, la fuerza de trabajo comunal fue 48,4% y la tasa de desocupación un 5,1%, valor que muestra una mejoría importante con respecto a los registrados los años 2000 (10,3%) y 2003 (7,6%).

La visión más actualizada de la realidad laboral se puede encontrar en la Encuesta Nacional de Empleo del INE, cuya última publicación corresponde al trimestre Julio-Septiembre de 2011 para la provincia de Cauquenes, la que se ve influenciada en forma sustancial por la comuna en estudio. Para este periodo, la fuerza de trabajo alcanzó el 52,2%, de la cual el 61,6% corresponde a hombres y el 38,4% a mujeres.

Además, según la misma fuente, la tasa de desocupación de la Provincia alcanzó 7,2%, lo que se traduce en una variación negativa de 0,2 puntos porcentuales respecto del mismo trimestre del año 2010 y una disminución de 1,45% en comparación al trimestre móvil julio-septiembre de 2011. Además se encuentra 0,3 puntos porcentuales por debajo de la tasa regional que fue de 7,5% para el período.

Con respecto a la importancia de las diferentes ramas de la actividad económica, el Censo 2002 indicó que la comuna de Cauquenes se especializa en la labor agrícola/silvícola, con un 24,8% del total de los ocupados, seguida por el comercio (16,7%) y la industria manufacturera (12,8%).

Si se comparan las estadísticas de la mano de obra en la comuna entre los censos de 1992 y 2002 se identifica una disminución del sector agrícola/silvícola cercano a un 4%, independiente del hecho de ser uno de los sectores que más aporta al PIB comunal. Por otro lado existe un aumento en el rubro de comercio de 7,4%.

Finalmente, la Encuesta Nacional de Empleo muestra que para la Provincia de Cauquenes los ocupados en la agricultura y silvicultura en el trimestre Julio-Septiembre de 2011 han disminuido con respecto al mismo periodo del año 2010, pero siguen siendo claramente la actividad predominante de la zona.

Caracterización zona de inundación

La zona del estudio se caracteriza por ser un área de secano, con una escasa actividad agrícola y donde no existen áreas de riego tecnificado. Queda ubicada en el límite entre las regiones del Maule y del Bío Bío, abarcando una pequeña porción de esta última.

Actualmente se realiza pastoreo de ganado en las praderas naturales, y se ubican plantaciones forestales.

En este sector predomina el “Fundo Huedque”, que tuvo un periodo de mayor actividad agrícola, en que se regaba a través de un canal matriz; se cultivaba trigo, maíz, vides y frutales, además de praderas para ganado. Como indicador de la baja en la actividad agrícola, se puede presenciar el canal matriz actualmente “borrado” por falta de mantención.

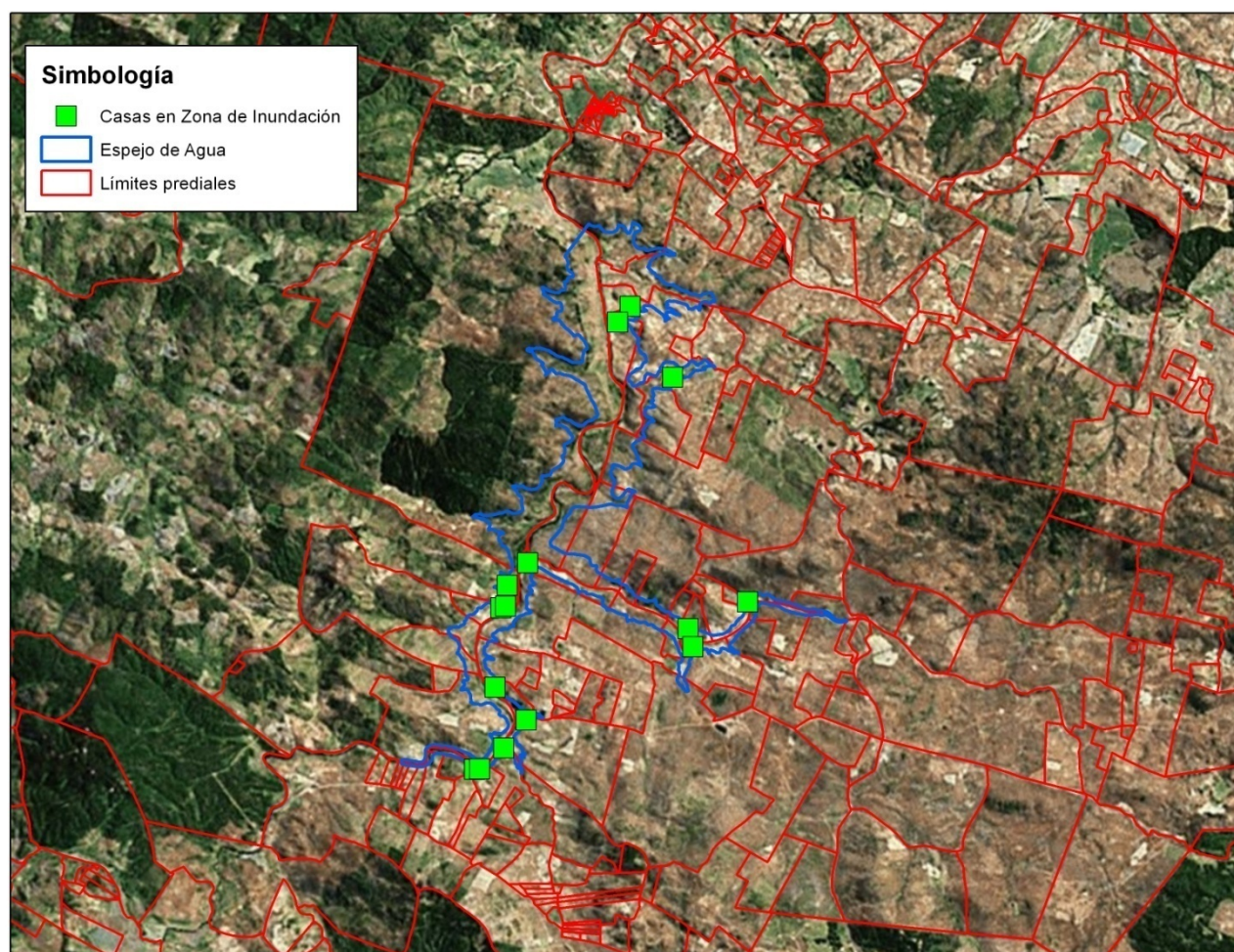
Recientemente la zona se vio afectada por un incendio forestal de mayor magnitud que dejó grandes pérdidas, ya que afectó una amplia zona de plantaciones de pino.

La ubicación del muro en la zona del Fundo Huedque, generaría una zona de expropiación (espejo de agua más una faja de margen) de aproximadamente 650 ha (pudiendo ser menos dependiendo del resultado del estudio). La zona de expropiación y los predios afectados se presentan en la Figura 4.3.1.4-1.

El área de expropiación afectaría a 45 predios (o menos según si se mantiene o no la altura de muro), todos ellos en forma parcial. El que se ve mayormente afectado es el Fundo Huedque, con aproximadamente 190 ha inundadas.

No se afectan aldeas o poblados, sin embargo, se detectan 17 construcciones aisladas (casas, galpones, bodegas u otros). Para cada una de estas construcciones se ha realizado una encuesta en terreno con el fin de caracterizarla social y económicamente. El resultado de dicha actividad puede verse en el Anexo EAA-4.

FIGURA 4.3.1.4-1
PREDIOS AFECTADOS POR LA ZONA DE INUNDACIÓN Y PRESENCIA DE CASAS O CONSTRUCCIONES



Fuente: Elaboración propia, basada en información de CIREN-SII y Geoeye Images

El Cuadro 4.3.1.4-5 indica el detalle de los predios afectados.

CUADRO 4.3.1.4-5
PREDIOS AFECTADOS POR LA ZONA DE EXPROPIACIÓN

Nº ROL DE AVALUO SEGUN SII	NOMBRE DEL PROPIETARIO SEGÚN SII	SUPERFICIE TOTAL EXPROPIACIÓN (ha)	SUPERFICIE PREDIAL TOTAL (ha)
311-110	FUND DE BENEFICENCIA HOGAR DE CRIS	7.22	131.46
314-95	YANEZ VASQUEZ GABRIEL	189.78	1543.76
315-100	HERNANDEZ BUSTOS TRINIDAD	0.18	63.32
315-166	MOLINA MOLINA ROSALBE Y OTROS	3.71	124.86
315-43	GARRIDO BUSTOS DEYANIRA DEL CARM	5.21	41.45
315-55	MOLINA MOLINA RAUL	0.01	8.10
315-57	MOLINA BUSTOS PEDRO	0.45	39.78
315-71	BUSTOS HERNANDEZ LUIS EDUARDO	5.11	33.35
315-75	RIVAS CRISOSTO TRINIDAD Y OTROS	0.98	13.09
315-91	ESCALONA GALLARDO HECTOR	0.10	2.27
315-92	ESCALONA GALLARDO HECTOR	0.21	2.25
315-93	TORRES HIPOLITO DEL CARMEN	0.25	3.62
315-99	MOLINA CISTERNA PORFIRIA MERCEDE Y	6.54	32.85
316-100	YEVENES CARMONA MANUEL JESUS	7.71	14.93
316-101	YEVENES CANALES NICOLAS	3.95	4.51
316-102	HERNANDEZ YEVENES RAMIRO	0.24	9.83
316-106	MOLINA BUSTOS MARTA Y OT	2.96	68.15
316-11	BARRERA RIVAS CRESCENTE	0.27	10.52
316-23	VERA DE LA PORTE CARLOS HUGO Y	26.80	154.86
316-50	MOLINA MOLINA RAUL	11.42	187.83
316-51	ARAVENA INOSTROZA MANUEL ANTONIO	5.95	14.60
316-59	HERNANDEZ MOLINA JUAN ESTEBAN	1.29	30.11
316-91	MOLINA CISTERNA CEFERINO DEL CAR Y	42.66	198.32
529-79	AGRICOLA Y FORESTAL AGUA BUENA I	4.18	141.94
531-10	ROCHA REYES ABELARDO ANTONIO	1.45	17.94
531-14	VELSQUEZ HOTUS ALICIA LORENA	19.28	361.83
531-153	SUC. RETAMAL MOLINA EDUARDO A	0.46	5.06
531-24	SANHUEZO SALGADO GERARDO ENRIQUE	10.88	45.03
531-262	SUCESION LUIS VERA	9.29	116.12
531-263	SUC. URRUTIA VERA JULIO CESAR	58.99	169.50
531-267	CISTERNA JUAN Y OT	35.00	47.45
531-268	MOLINA CISTERNAS JOSE L Y OT	23.86	66.65
531-273	MEDINA BUSTOS MARCELO ANDRES	27.38	30.14
531-292	RETAMAL MOLINA ARMANDO	3.11	15.68
531-531	RETAMAL MOLINA SARA AYDEE	2.03	8.89
531-532	VERA RETAMAL EBERTO A	6.22	15.36

Nº ROL DE AVALUO SEGUN SII	NOMBRE DEL PROPIETARIO SEGÚN SII	SUPERFICIE TOTAL EXPROPIACIÓN (ha)	SUPERFICIE PREDIAL TOTAL (ha)
531-533	VERA RETAMAL MARISOL	4.72	31.12
531-63	CASTILLO DIAZ SONIA Y OTS	33.96	144.96
531-73	SUC.BUSTOS VERA JUAN RAUL	0.04	34.86
531-76	DIAZ LOPEZ CARMEN ROSA	27.28	155.02
SR	Sin Información	22.06	22.06
VP-A	Sin Información	1.47	357.82
VP-B	Sin Información	13.00	8794.99
VP-C	Sin Información	17.70	24.85
VP-E	Sin Información	4.71	10.00

Fuente: Elaboración propia a partir de SII

4.3.1.5. Conclusión y determinación de Sensibilidad Ambiental

Ya habiendo jerarquizado las Alternativas (Anexo EAA-0), en la presente etapa se re evalúa el componente, pero esta vez no en términos relativos, o con fines comparativos entre alternativas, sino que en términos absolutos o con el fin de comparar la Sensibilidad con otros componentes.

Dado que los atributos de Importancia Ecológica no son aplicables a este componente, la Sensibilidad está dada únicamente por la Vulnerabilidad, la cual a su vez fue evaluada a través de 3 criterios que se explican a continuación:

- C1. Cantidad de predios en la zona de inundación
- C2. Construcciones e infraestructura (distintas de casas/viviendas) en el área de inundación
- C3. Superficie total de expropiación
- C4. Cantidad de viviendas, aldeas o caseríos en el área de inundación (la presencia de casas aisladas es menos vulnerable que la presencia de aldeas o caseríos).
- C5. Valor productivo de los predios a inundar.

CUADRO 4.3.1.5-1 VULNERABILIDAD/SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Criterio	Dato observado	Valoración	Justificación
C1	45 predios	5	Si se compara con otros embalses de riego de similares características, éste interviene un mayor número de predios
C2	8 construcciones	3	Las construcciones son de tipo casas abandonadas, galpones y una iglesia. Objetivamente se consideran de un valor medio a excepción de la iglesia.
C3	650 ha	5	Se considera una superficie alta si se compara con otros embalses de riego de similares características
C4	9 viviendas	5	Se asigna alto valor a la vivienda por lo que implica en términos de bienestar social
C5	Actividad silvoagropecuaria de baja intensidad y baja producción	3	En general se observa actividad extensiva y en bajo nivel de producción. Se asigna una valoración media.
Sensibilidad Ambiental		4.2	

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Patrimonio Arqueológico y Cultural

4.3.2.1. Antecedentes generales

El presente componente fue descrito por la arqueóloga Nuriliuz Hermosilla los días 26 a 28 de enero de 2012. A continuación se presenta un extracto de la información entregada, mientras que el informe original se presenta en el Anexo EAA-5.

En la Región del Maule, la investigación arqueológica se ha centrado fundamentalmente en la costa de la región (Gaete et al 1994 y 1997; Rees et al 1994) y en las riberas del río Maule (Seelenfreund et al 1991, Rees et al 1993), lo cual ha dado como resultado una imagen de una zona poco poblada en tiempos prehistóricos. Dados los estudios publicados hasta ahora, el patrón de asentamiento local tiende a preferir la instalación en localidades cercanas a los cursos de agua permanente, y los sitios de extracción de materias primas. Según Sanhueza (Sanhueza et al 1994), en los períodos de Conquista y Colonia, los asentamientos de la cuenca media y baja del Maule, se restringieron a la ribera sur de este río. Con relación a la relativa ausencia de antecedentes sobre monumentos arqueológicos para el área, ésta se debe en parte a la falta de investigaciones arqueológicas científicas.

Estudios anteriores en las localidades de Empedrado y Lonquén (Hermosilla 2007 y 2011), muestran la presencia de un asentamiento poco denso. Las piezas ubicadas en museos locales son bastantes escasos, indicando un posible asentamiento no agrupado en



tiempos prehispánicos tardíos. Se menciona el hallazgo de piedras horadadas, piedras tacitas y fragmentería cerámica. Estas ocupaciones tardías, se continúan en un asentamiento de tipo campesino disperso en tiempos históricos, con una gran riqueza en prácticas culturales tradicionales, como la fabricación de cerámica para uso doméstico. Los sitios arqueológicos encontrados corresponden a sitios habitacionales abiertos, con baja densidad de artefactos en superficie (Hermosilla 2011).

En tiempos históricos, estas localidades se habrían integrado a la ruta colonial “de la Costa”, la cual comunicaba de Norte a Sur en la Cordillera de la Costa las localidades de Curepto – Nirivilo - Empedrado – Cauquenes - Quirihue. Según versiones locales, los indígenas locales “eran tribus pacíficas que vivían junto a ríos o corrientes de agua. Otros grupos del sector fueron los Loncomillas, los Purapeles y los Cauquenes, nombres que han perdurado...” (Arellano, 2003: 10).

El registro de Monumentos Nacionales (Cabeza 1997, CMN 2005, www.monumentos.cl), no incluye sectores o inmuebles que hayan sido declarados bajo la protección de la ley en la comuna de Empedrado.

4.3.2.2. Área de Influencia

El Área de Influencia Directa definida para este componente está dada por la zona de inundación de las distintas alternativas. No se define área de influencia indirecta.

4.3.2.3. Metodología

Se recorrió de manera general la totalidad del AID de proyecto. Dada la baja visibilidad del terreno, resultó de sumo interés la conversación con habitantes de la localidad en busca de testimonio de posibles hallazgos realizados en el área. Se detectó por este medio un fuerte arraigo en la zona, con rasgos culturales propios de la localidad.

4.3.2.4. Resultados

Se considera satisfactorio el recorrido de terreno, a pesar de haberse encontrado baja visibilidad en algunas áreas. No se encontraron sitios arqueológicos. Sin embargo, se consideran recursos con valor patrimonial aquellos elementos de asentamiento tradicional y prácticas culturales características de la localidad. En el Cuadro 4.3.2.4-1, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los diferentes sitios visitados.

CUADRO 4.3.2.4-1

RESUMEN RESULTADOS LEVANTAMIENTO ARQUEOLÓGICO

Sitio	Descripción entorno natural	Descripción de sitio	Carácter del sitio
Área inundación alternativa 1 Fundo Huedque – Estero La Raya	En el lugar es posible encontrar presencia de matorrales y arboles, además de una zona abierta y despejada. Por recientes incendios, se observan amplias zonas con algunos árboles quemados, en una matriz de maicillo y piedras.	En este lugar se encuentran las ruinas de una gran bodega de adobe. Al interior del fundo hay instalaciones agropecuarias sencillas, como cercados, corrales, los restos de canales de regadío. Todo parece tener no más de 100 años de antigüedad.	Patrimonial
Área inundación alternativa 2 Puente Huedque y Sector Las Higueras.	Zona de pocos cultivos, no poblada, perteneciente a un solo dueño. Hay presencia de matorrales y arboles, zona abierta y despejada	En el área existen ruinas de algunas casas y según lo que informan los habitantes del lugar, en el sector Las Higueras existía antiguamente un cementerio, del cual no se encontraron vestigios en la visita.	Patrimonial
Área inundación alternativa 3 Puente Huedque y Sector El Pilme	Existen pocos cultivos, es una zona poblada (casas particulares), perteneciente a un varios dueños. Hay presencia de matorrales y arboles, zona abierta y despejada.	Los entrevistados hacen mención a la existencia de un cementerio, el cual no fue localizado e indican conocer restos precolombinos pero en el lugar no han encontrado nada. Se encontró una tortera de piedra y una piedra horadada. Sin embargo, estas fueron fabricadas hace mucho tiempo por los mismos habitantes.	Patrimonial

Fuente: Elaboración propia

El Proyecto desarrolla sus obras en terrenos muy bajos, propios de la ocupación reciente del río, donde hay muy baja probabilidad de hallazgo de instalaciones antiguas. Del mismo modo, muchas de las áreas resultan bastante inundadizas, por lo cual difícilmente habrían conservado depósitos ocupacionales antiguos. Sin embargo, estos resultados son incongruentes con dos referencias al hallazgo de restos con valor patrimonial según versiones locales. Como ellas son tan vagas, valga tenerlas como una referencia de alerta.

Es posible plantear como hipótesis que la ocupación del área de origen mapuche, claramente detectable en la toponimia, pueda deberse a poblaciones llegadas de manera contemporánea con los primeros pobladores hispánicos.

Es importante destacar que la ocurrencia de sitios arqueológicos en la Región del Maule está directamente referida a los avances de la investigación científica arqueológica en la zona. Ésta, a pesar de haber recibido especial atención en la zona cordillerana y en la costa, en general ha tenido una muy baja producción de resultados, especialmente en relación con otras regiones del país. Es por ello que resulta de gran importancia que no se

considere la ausencia de sitios arqueológicos en la zona de Huedque equivalente a que ellos son inexistentes. Más aún, las áreas que aparecen libres, podrían indicar ausencia de prospecciones y no necesariamente ausencia de sitios con valor patrimonial.

4.3.2.5. Conclusión y determinación de Sensibilidad Ambiental

Esta zona, con su gran variedad de ambientes y recursos pudieron ser un lugar importante de vida de muchos pueblos a lo largo de la Prehistoria, desde sus inicios. Ellos pueden haber dejado huellas materiales que aún esperan por ser descubiertas y que deben ser protegidas en el marco de nuestra legislación patrimonial.

Debe considerarse también que una zona tan tradicional en su asentamiento, como ésta, continuamente está siendo revisada para la declaratoria de monumentos nacionales, por lo cual este registro debe ser actualizado periódicamente, ante la posibilidad de que surjan zonas de interés patrimonial protegidas por la ley.

Es importante destacar que este desconocimiento amerita la prospección arqueológica minuciosa tanto del área de inundación como de caminos y canales de regadío. Finalmente, se sugiere la implementación de un sistema de monitoreo arqueológico de obras.

De esta forma, la Sensibilidad ambiental del componente queda definida según se indica en el Cuadro 4.3.2.5-1, basándose únicamente en Vulnerabilidad, ya que los atributos de importancia ecológica no son aplicables en este caso.

CUADRO 4.3.2.5-1

SENSIBILIDAD AMBIENTAL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y CULTURAL

Sensibilidad Ambiental	Justificación
2	Si bien no se encontraron restos arqueológicos en ninguna alternativa, sí existe presencia de elementos de carácter patrimonial. De acuerdo a los resultados, la AID involucra una menor presencia de elementos o manifestaciones de sistemas de vida tradicionales o de carácter patrimonial.

Fuente: Elaboración propia

4.4. SÍNTESIS SENSIBILIDAD AMBIENTAL

El Cuadro 4.4-1 muestra el resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de la Sensibilidad Ambiental asociada a cada componente.

CUADRO 4.4-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Componente Ambiental	Abreviación	Sensibilidad Ambiental
Hidrología	Hi	4.25
Calidad de aguas	Ca	3.63
Vegetación y flora terrestre	FVt	3.50
Fauna terrestre	FAt	4.00
Flora y Fauna Acuática	FFa	4.50
Asentamientos humanos	AH	4.20
Patrimonio Arqueológico y cultural	PAr	2.00

Fuente: Elaboración propia

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. AGRESIVIDAD DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el Cuadro 5.1-1, el cual expone el conjunto de actividades principales que son comunes a cualquier Embalse de riego, y que fueron agrupadas y sistematizadas por Barros (2008).

CUADRO 5.1-1

ACTIVIDADES CONSIDERADAS PARA LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

Etapa	Actividades	Código
Construcción	Instalación de faenas	C-1
	Habilitación o construcción de caminos de acceso	C-2
	Movimiento de tierra, construcción de la presa	C-3
	Construcción de obras de seguridad y protección de la presa	C-4
	Construcción de obras de conducción y distribución	C-5
	Operación y transporte de maquinarias, equipos, personal, materiales peligrosos, empréstitos, insumos, desechos no peligrosos, etc.	C-6
	Construcción de obras de desvío, desviación de cauces, construcción de túnel de desviación	C-7
	Expropiación de terrenos	C-8
	Operación de botaderos	C-9
	Perforaciones y Tronaduras	C-10
	Actividades de término de faenas	C-11
Operación	Llenado	O-1
	Operación	O-2

Fuente: Elaboración propia a partir de Barros (2008)

A cada una de las actividades expuestas, se calculó la Agresividad de acuerdo a la metodología planteada en el apartado 3 del presente informe. El Cuadro 5.1-2 detalla el cálculo de la Agresividad a partir de los criterios utilizados.

CUADRO 5.1-2
AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE ACTIVIDADES

Código Actividad	Extensión (E)	Alteración (A)	Duración (D)	Reversibilidad (R)	Agresividad (A)
C-1	1	1	2	1	1.25
C-2	4	4	3	3	3.50
C-3	4	5	5	5	4.75
C-4	2	4	5	5	4.00
C-5	5	3	5	5	4.50
C-6	5	3	2	1	2.75
C-7	2	5	5	5	4.25
C-8	4	5	5	5	4.75
C-9	3	5	3	2	3.25
C-10	1	5	1	1	2.00
C-11	1	2	2	1	1.50
O-1	5	5	5	5	5.00
O-2	3	5	5	5	4.50

Fuente: Elaboración propia

Tal como puede apreciarse, las actividades de mayor Agresividad Ambiental corresponden a C-3 y C-8, estas son “Movimiento de tierras y Construcción de la presa” y “Expropiación de terrenos” respectivamente, seguido de “Obras de conducción y distribución” (C-5), todas de las Etapa de Construcción. Por su parte las 2 actividades de la Etapa de Operación poseen un valor de 5 y 4,5 (entre Alto y Muy Alto).

En los Cuadros 5.1-3 y 5.1-4, se detalla a modo de ejemplo el análisis desarrollado para obtener la agresividad ambiental de las actividades C-3 y O-1, correspondiente a las etapas de Construcción y Operación respectivamente.

CUADRO 5.1-3
ANALISIS AGRESIVIDAD ACTIVIDAD C-3

Actividad	Criterio	Valor	Justificación
C-3: Movimiento de tierras y Construcción de la presa	E	4	Los trabajos que se relacionan con esta actividad, la circulación de vehículos, la instalación de faenas, etc. abarcan un área de gran extensión, pero menor al área total de la obra.
	A	5	Esta actividad modifica de forma permanente la condición natural del área.
	D	5	Los efectos de esta actividad son permanentes en el tiempo, específicamente se refiere al muro de la presa.
	R	5	El cambio que genera esta actividad es irreversible.

Nota: E: Extensión; A: Alteración; D: Duración; R: Reversibilidad.

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 5.1-4
ANALISIS AGRESIVIDAD ACTIVIDAD C-3

Actividad	Criterio	Valor	Justificación
O-1: Llenado de la presa	E	5	Esta actividad abarca la totalidad del área calculada para el proyecto, es decir, la totalidad del área estimada de inundación.
	A	5	Esta actividad modifica de forma permanente la condición natural existente producto de la inundación de los terrenos.
	D	5	El resultado y los efectos de esta actividad sobre el entorno son permanentes en el tiempo.
	R	5	Los resultados de esta actividad son irreversibles.

Nota: E: Extensión; A: Alteración; D: Duración; R: Reversibilidad.

Fuente: Elaboración propia

5.2. INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES

Tal como se indica en la metodología, las distintas actividades generan diferentes impactos en los distintos componentes, cuya intensidad está dada por el promedio entre la Sensibilidad Ambiental y la Agresividad de la Actividad. El Cuadro 5.2-1 muestra los impactos identificados en cada componente.

CUADRO 5.2-1
IMPACTOS AMBIENTALES

Componente	Impacto Ambiental
FVt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora
	Pérdida de Vegetación
FAt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna
	Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación
FFa	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática
	Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación
Hi	Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río
AH	Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres
PAr	Pérdida de patrimonio arqueológico
Ca	Alteración de la calidad de las aguas

Fuente: Elaboración propia a partir de Barros (2008)

Para determinar la intensidad de las actividades sobre los componentes analizados, es decir, la intensidad de los impactos, se realiza un análisis en que se evalúa a partir de la agresividad de cada una de las actividades (determinada en el punto 5.1) y de la Sensibilidad Ambiental de cada uno de los componentes (estimada en el acápite 4.4) el efecto estimado de cada una de las actividades, traducido en un valor de intensidad de impacto ambiental potencial. El resultado de este análisis se presenta en el Cuadro 5.2-2, en el cual además de la intensidad del impacto individual de cada actividad por componente, se puede apreciar el impacto total sobre cada componente evaluado.

CUADRO 5.2-2

DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

Etapa	Actividad	Agresividad	Sensibilidad Ambiental Componentes						
			Hi	Ca	FVt	FAt	FFa	AH	PAr
			4.25	3.63	3.50	4.00	4.50	4.20	2.00
Construcción	C-1	1.25	2.75	2.44	2.38	2.63	2.88	2.73	1.63
	C-2	3.50	3.88	3.57	3.50	3.75	4.00	3.85	2.75
	C-3	4.75	4.50	4.19	4.13	4.38	4.63	4.48	3.38
	C-4	4.00	4.13	3.82	3.75	4.00	4.25	4.10	3.00
	C-5	4.50	4.38	4.07	4.00	4.25	4.50	4.35	3.25
	C-6	2.75	3.50	3.19	3.13	3.38	3.63	3.48	2.38
	C-7	4.25	4.25	3.94	3.88	4.13	4.38	4.23	3.13
	C-8	4.75	4.50	4.19	4.13	4.38	4.63	4.48	3.38
	C-9	3.25	3.75	3.44	3.38	3.63	3.88	3.73	2.63
	C-10	2.00	3.13	2.82	2.75	3.00	3.25	3.10	2.00
	C-11	1.50	2.88	2.57	2.50	2.75	3.00	2.85	1.75
Operación	O-1	5.00	4.63	4.32	4.25	4.50	4.75	4.60	3.50
	O-2	4.50	4.38	4.07	4.00	4.25	4.50	4.35	3.25
Intensidad de Impacto por Componente			3.89	3.58	3.52	3.77	4.02	3.87	2.77

Fuente: Elaboración propia

A forma de ejemplo, se puede apreciar en el cuadro precedente, que el impacto de la actividad C-3, sobre los recursos hídricos, alcanza un valor de 4.5 y sobre la Flora y Fauna Acuática tiene un valor de impacto potencial de 4.63. Estos valores se respaldan a partir de la misma naturaleza de la actividad C-3, que corresponde al "Movimiento de tierras y Construcción de la presa", actividad que altera de forma significativa y permanente la dinámica natural del cauce (caudal, régimen de sedimentos, profundidad, etc.) lo que tiene directa influencia sobre las especies de flora y fauna que forman parte del ecosistema que este río sostiene y cuyo hábitat se ve fuertemente alterado de manera permanente e irreversible.

Finalmente, se presenta el Cuadro 5.2-3, el cual resume los impactos identificados por componente y sus intensidades.

CUADRO 5.2-3
RESUMEN INTENSIDAD DE IMPACTOS POR COMPONENTES

Componente	Impacto Ambiental	Intensidad de Impacto
FVt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora	3.52
	Pérdida de Vegetación	
FAt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna	3.77
	Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación	
FFa	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	4.02
	Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	
Hi	Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río	3.89
AH	Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	3.87
PAr	Pérdida de patrimonio arqueológico	2.77
Ca	Alteración de la calidad de las aguas	3.58

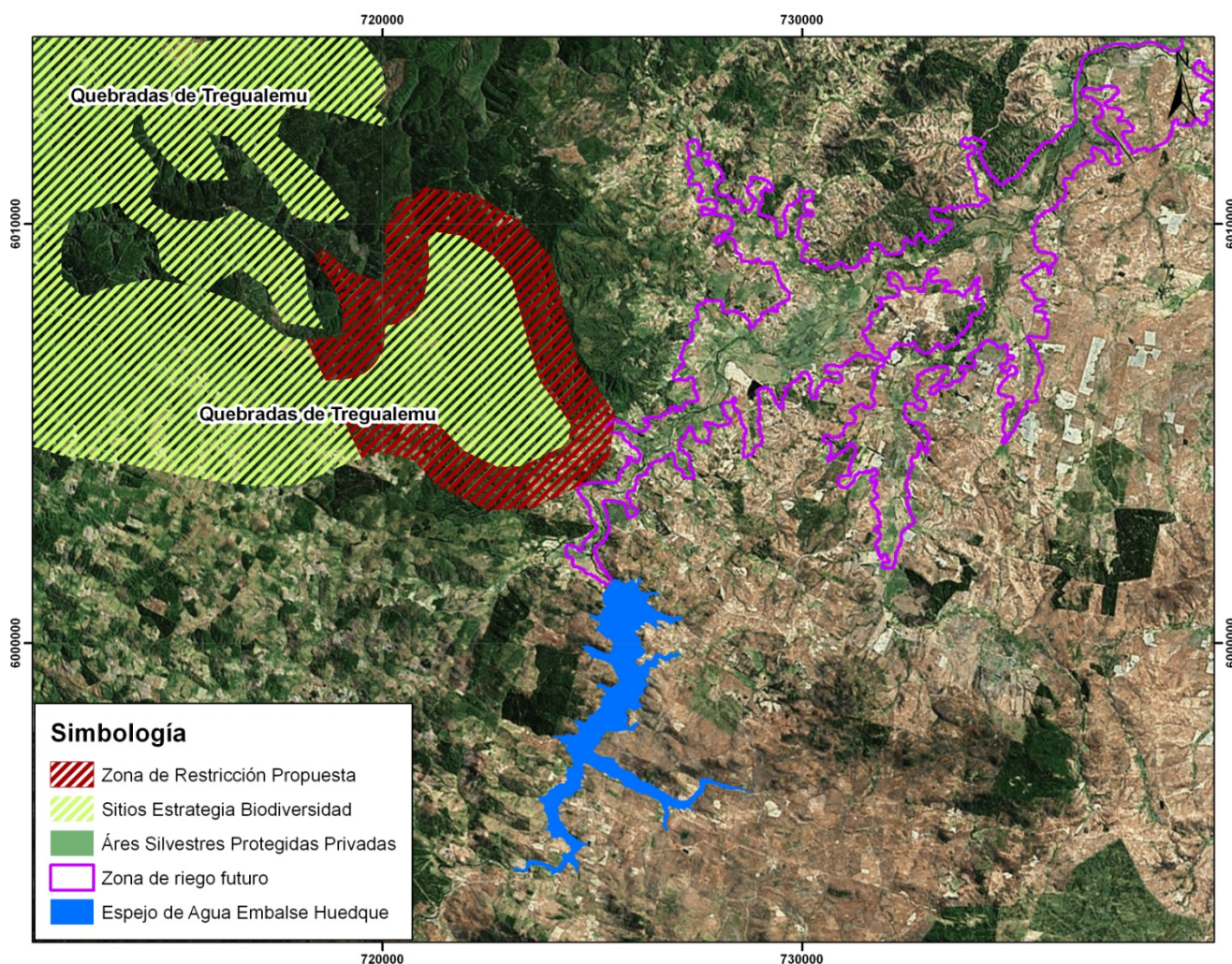
Fuente: Elaboración propia

Tal como es habitual en un proyecto de embalses, los impactos de mayor significancia se encuentran asociados al componente hídrico, en este caso Flora y Fauna Acuática en primer lugar, seguido de Hidrología. Le siguen Calidad de Aguas y Medio biótico en general, y por último el medio social y cultural.

6. ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL

Tal como se indica en el apartado de Biodiversidad (numeral 4.2.4 del presente informe), se propone una zona de restricción en el sector límite del Sitio prioritario “Quebradas de Tregualemu”. Esta zona de restricción tiene como objetivo resguardar la Sensibilidad ambiental del sitio prioritario, ante lo cual se haría necesario un manejo ambiental de mayor rigurosidad que en el resto de los sectores. Dado que esta zona de restricción ha sido delimitada a partir de la cartografía regional de sitios prioritarios (escala 1:50.000), sus límites no son precisos ni comparables con las coberturas generadas por el estudio (1:5.000), por lo cual se haría necesario, en las siguientes fases del proyecto (ej.: factibilidad) afinar los límites de la zona propuesta de acuerdo a la realidad de terreno con el ajuste de escala correspondiente. La zona de restricción propuesta puede verse en la Figura 6-1.

FIGURA 6-1
ZONA DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL PROPUESTA



Fuente: Elaboración propia

7. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL

El presente marco legal analiza la normativa ambiental general y específica aplicable al proyecto. Estas normas se asocian a las obras y acciones que se definen para el proyecto, de forma que, se conozcan los aspectos específicos que esta normativa conlleve, para el desarrollo futuro de las mismas.

7.1. NORMATIVA AMBIENTAL GENERAL⁵

7.1.1. Constitución Política de la República de Chile. Decreto N° 100/05

a) Identificación de cuerpo legal: Constitución Política de la República de Chile. Decreto N° 100/05

b) Materia Regulada: Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile

c) 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 éste 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.

d) 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.

f) Organismo fiscalizador: Los organismos del Estado con competencia ambiental (Municipal, Servicio Salud, CONAF, SAG, Consejo de Monumentos Nacionales, entre otros).

7.1.2. Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones

a) Identificación del cuerpo legal: Ley 19.300. Ley de Bases del Medio Ambiente, modificada por ley 20.417

b) Materia Regulada: Ley Marco que establece la Bases Generales del Medio Ambiente

c) Relación con el Proyecto: En virtud de profundizar lo estipulado en la Constitución, y de darle un marco jurídico apropiado, se promulgó en 1994 la Ley 19.300. En su Artículo 1° establece que el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación, la

⁵ La Normativa Ambiental específica se encuentra en el Anexo EAA-6



protección de medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia. 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.

d) Forma de Cumplimiento: El cumplimiento de la Ley 19.300 y sus 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.

e) Organismo Fiscalizador: Los organismos del Estado con competencia ambiental (Municipal, Servicio Salud, CONAF, SAG, Consejo de Monumentos Nacionales, entre otros).

7.1.3. DS N° 95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

a) Identificación del cuerpo legal: D. S. N° 95/02. Reglamento del SEIA Ministerio Secretaría General de la República.

b) Materia Regulada: Establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

c) Relación con el Proyecto: El DS N° 95/01 se relacionará con las obras, en cuanto se trate de proyectos tipificados en el Art. 3.

d) Forma de Cumplimiento: El cumplimiento de la norma se produce por la vía del ingreso al SEA de acuerdo a lo tipificado en el al Art. 3°.

e) Organismo Fiscalizador: Corresponderá a la COREMA Región del Maule, velar por el cumplimiento de esta normativa.

7.2. ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA

7.2.1. Análisis de Legislación pertinente

7.2.1.1. Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

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:

Letra a): Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura.

De acuerdo a las características de la obra estudiada en la presente consultoría, el proyecto cumple con lo dispuesto en el Artículo 10 de la Ley General Sobre Bases del Medio Ambiente, por lo cual debe ingresar el SEIA.

7.2.1.2. Decreto Supremo N° 30 de 1997 y su modificación Decreto Supremo N° 95 de 2001, ambos de Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Reglamento del SEIA)

Este Reglamento en su Art. 3 presenta la tipología de proyectos a considerar con un mayor grado de detalle que lo indicado por la Ley 19.300 y sus modificaciones. De éste, interesa destacar la letra a.1):

Artículo 3: “Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Servicio de Evaluación 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 agua. Se entenderá que esto proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:

a.1. Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros (5 m) o que generen un embalse con una capacidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000m³)”

Respecto de lo señalado anteriormente, las obras contempladas en el proyecto a través de la construcción de un embalse y sus obras anexas, poseen las características que determinan obligación de ingreso al SEIA, dado que cumple con el artículo 3, letra “a.1)” del DS 95/2001 de MINSEGPRES.

7.2.2. Conclusiones Análisis de Pertinencia de Ingreso del EAA

Dado lo antes expuesto se concluye que el proyecto debe ingresar al SEIA. El modo de ingreso al SEIA de acuerdo a los análisis realizados en conformidad a la Ley y las posibles consecuencias a los componentes ambientales, se detallan a continuación.

Los impactos identificados y valorados, presentan a lo menos uno de los efectos, características o circunstancias de acuerdo al artículo 11 de la Ley 19.300 y su modificación establecida en la Ley 20.417 y en el Artículo 6 del Reglamento del SEIA.

Artículo 11°. Los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;

El proyecto deberá someterse al SEIA como un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), por cuanto el emplazamiento de las alternativa propuesta generaría impactos ambientales relevantes y que determinan el modo de ingreso como un EIA de acuerdo al Artículo 11 de la Ley 19.300, sus modificaciones (Ley 20.417) y sus especificaciones en el Artículo 6 (letras m y p) del Reglamento del SEIA. Aquellos impactos significativos y relevantes que determinan el ingreso vía EIA se explican a continuación a modo de adelanto preliminar ya que la totalidad de impactos identificados se incluirán en las siguientes entregas:

- Alteración y/o destrucción del hábitat de fauna acuática con problemas de conservación.
- Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río
- Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres

7.3. PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

En el Cuadro 7.3-1, se listan los permisos ambientales establecidos en el Título VII del Reglamento del SEIA, indicando si son o no aplicables a la obra proyectadas en el marco de la presente consultoría.

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.

CUADRO 7.3-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES APLICABLES

Artículo N°	Extracto de los Permisos	Aplica	Ley Afecta
68	Arrojar lastre, escombros o basuras al agua.	No	Art. 142, DFL 2.222/78
69	Vertimiento en agua desde naves.	No	Art. 108 y 109, DTO. 1/92
70	Recepción y mezcla oleosas en puertos.	No	Art. 113, DTO. 1/92
71	Descarga de aguas que contengan mezclas oleosas.	No	Art. 116, DTO. 1/92
72	Instalar y operar Terminal marítimo.	No	Art. 117, DTO. 1/92
73	Introducir o descargar en aguas materias, energía o sustancias nocivas.	No	Art. 140, DTO. 1/92
74	Cultivos y producción de recursos hidrobiológicos	No	DTO. 430/92
75	Realizar trabajos de conservación, reparación o restauración de monumentos históricos.	No	Art. 11 y 12, Ley 17.288
76	Excavaciones de carácter arqueológico	No	Art. 22 y 23, Ley 17.288
77	Construcciones nuevas en zona declarada típica o pintoresca.	No	Art. 30, Ley 17.288
78	Alteración de Santuarios de la Naturaleza	No	Art. 31, Ley 17.288
79	Exploraciones de aguas subterráneas.	No	Art. 58, DFL 1.122/81
80	Explotación de aguas subterráneas en zona de prohibición.	No	Art. 63, DFL 1.122/81
81	Construcción instalaciones nucleares	No	Art. 4, Ley 18.302
82	Centrales nucleares de potencia	No	Art. 4, Ley 18.302
83	Transporte material radioactivo	No	Art. 1, D.S 12/85

Artículo N°	Extracto de los Permisos	Aplica	Ley Afecta
84	Construcción tranques de relave	No	Art. 47, DTO. 86/70
85	Ejecución de labores mineras en ciudad o población	No	Art. 17, N°1 Ley 18.248
86	Ejecución labores mineras en Parques Nacionales	No	Art. 17, N°26 Ley 18.248
87	Ejecución labores mineras en lugares declarados de interés histórico o científico	No	Art. 17, N°6, Ley 18.248
88	Establecer botaderos en minas a tajo abierto	No	Art. 233 y 318 DTO. 72/85
89	Extracción de ripio y arena en cauces, de ríos y esteros.	Si.	Art. 11, Ley 11.402
90	Construcción y ampliación obras de evacuación, tratamiento o disposición final residuos industriales o mineros	No	Art. 71, DFL 725/67
91	Construcción y ampliación obras de evacuación, tratamiento o disposición final desagües y aguas servidas	Si	Art. 71, DFL 725/67
92	Ejecución labores mineras en zonas de afloramiento de aguas subterráneas	No	Art. 74, DFL 725/67
93	Construcción, modificación y ampliación planta tratamiento de basuras; instalación de lugares para acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras	Si	Art. 79 y 80, DFL 725/67
94	Instalación o traslado de industrias o bodegaje	No	DTO. 47/92
95	Pesca para investigación	Si	DTO. 430/92
96	Subdividir y urbanizar terrenos rurales	No	Art. 55, DFL 458/75
97	Instalación de cementerios o crematorios	No	Art. 5, DTO. 357/70
98	Recolección de crías o huevos para fines científicos o de reproducción	No	Art. 5, Ley 4.601
99	Caza o captura de especies protegidas	Si	Art. 9, Ley 4.601
100	Introducción al territorio nacional de especies vivas	No	Art. 25, Ley 4.601
101	Construcción de obras de captación de aguas	Sí	Art. 294, DFL 1.122/81
102	Corta o explotación de bosque nativo	No	Art. 21, DFL 701/74
103	Corta o explotación de especie Alerce	No	DTO. 490/76
104	Corta o explotación de especie Pehuén - Araucaria	No	DTO. 13/95
105	Corta o explotación de otras especies arbóreas	No	DTO. 13/95
106	Modificación del cauce para la construcción del embalse de riego	Si	Art. 171.DFL 1.122/81

Fuente: Reglamento del SEIA

8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es un instrumento que busca definir las medidas que permiten evitar, atenuar, reparar y/o compensar los impactos ambientales ocasionados en el medio ambiente producto de la intervención por la construcción y operación del embalse.

El Plan de Manejo Ambiental, tiene como objetivo cumplir con lo establecido en el artículo 12, párrafo 2º, título II (letra f) de la Ley 19.300, en el cual se indica que deberá formar parte de los Estudios de Impacto Ambiental, el conjunto de “medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de reparación que se realizarán cuando ello sea procedente” (letra e), y “un plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes que dan origen al Estudio de Impacto Ambiental”

El Plan de Manejo Ambiental, en su estructura se encuentra compuesto por subplanes, que se pueden considerar como etapas del mismo Plan, estos son:

- Plan de Medidas de Mitigación (PMM)
- Plan de Medidas de Restauración o Reparación (PMR)
- Plan de Medidas de Compensación (PMC)

8.1. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN (PMM)

El PMM es un conjunto de medidas de mitigación, compuestas por diferentes tipos de acciones, que tienen como objetivo disminuir el efecto de los impactos ambientales negativos o directamente evitarlos.

En este documento, se presenta una lista de medidas de mitigación, sin embargo una vez aprobado el proyecto y previo a su puesta en marcha, éstas deberán ser revisadas y complementadas en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, además de adicionar medidas para nuevos impactos que sean identificados. Todo esto con la finalidad de cumplir con la normativa vigente.

Las medidas de mitigación se presentan agrupadas por componente: Medio físico, Medio Biótico y Medio Social y Cultural.

8.1.1. Medio Físico

8.1.1.1. Hidrología

El impacto sobre este componente, se produce por las actividades que implican intervención del cauce, que corresponden en sí mismas a la construcción del muro, las obras de desviación, la extracción de materiales, etc. En el Cuadro 8.1.1.1-1 se presentan las medidas de mitigación para estos impactos.

CUADRO 8.1.1.1-1

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LA HIDROLOGÍA

Impacto	Etapas	Medida
Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río	Construcción	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales
		Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal.
	Operación	Establecimiento de Caudal Ecológico para asegurar la conservación de la flora y fauna aguas abajo del embalse.

Fuente: Elaboración Propia

8.1.1.2. Calidad de Agua

Este componente se ve afectado en diversas formas durante la ejecución del proyecto, por una parte, las aguas superficiales sufren los efectos de la remoción de materiales y una vez en funcionamiento aparece el efecto de eutrofización producto de la acumulación del agua en el embalse. Por otra parte, se deben evaluar los efectos del embalsamiento de las aguas del cauce sobre el sistema hídrico subterráneo.

Durante la construcción, los impactos sobre la calidad del agua son producto principalmente de: las intervenciones en el cauce requeridas para la edificación del muro, la explotación potencial de yacimientos de áridos en la zona de inundación y las emisiones asociadas a las instalaciones de faenas.

En cuanto a los impactos generados en la etapa de operación, éstos se encuentran asociados al efecto barrera que provoca el embalsamiento. Las medidas de mitigación para estos efectos deben ser consideradas en el diseño y aplicadas en la etapa de construcción del embalse. Las medidas propuestas para este componente se presentan en el Cuadro 8.1.1.2-1

CUADRO 8.1.1.2-1

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CALIDAD DEL AGUA

Impacto	Etapas	Medida
Alteración de la calidad del agua	Construcción	Programa de intervención del cauce

Fuente: Elaboración Propia

8.1.2. Medio Biótico

8.1.2.1. Flora y vegetación terrestre

Este componente se ve afectado específicamente en la Etapa de Construcción, puesto que las actividades correspondientes a la construcción de caminos, establecimiento de faenas y obras requiere de un trabajo de corte de las especies presentes en el área a utilizar, lo que conlleva desde la alteración de la calidad del componente hasta una pérdida de vegetación. Las medidas necesarias para mitigar estos impactos se presentan en el Cuadro 8.1.2.1-1.

CUADRO 8.1.2.1-1

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

Impacto	Etapas	Medida
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora	Construcción	Rescate de especies con estado de conservación ubicadas en el área de la obra
Pérdida de Vegetación		Definición de un Plan de Manejo de la vegetación, en caso de ser necesario.
		Prohibición de corte y quema de vegetación nativa

Fuente: Elaboración Propia

8.1.2.2. Fauna Terrestre

Las actividades anteriormente mencionadas durante la etapa de construcción, no sólo tienen impactos sobre la vegetación terrestre, sino que como consecuencia de esto y del tránsito de personas y vehículos y de la intervención del terreno, altera el hábitat de la fauna terrestre produciendo llegar a producir incluso la desaparición de una especie en el espacio aledaño a las obras de embalse. Las medidas de mitigación propuestas para estos impactos, se presentan en el Cuadro 8.1.2.2-1

CUADRO 8.1.2.2-1

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LA FAUNA TERRESTRE

Impacto	Etapas	Medida
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna	Construcción y Operación	Prohibición de caza y captura de especies
		Implementación de señalética en sectores identificados como hábitat de especies de interés
Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación	Construcción	Rescate de ejemplares de especies con categoría de conservación

Fuente: Elaboración Propia

Para que las medidas propuestas tengan la efectividad deseada, deben ser implementadas previamente al inicio de las actividades relacionadas con la etapa de construcción del proyecto, con el fin de internalizar en todo el equipo de trabajo lo importante de este componente y de cumplir con las medidas anteriormente señaladas.

8.1.2.3. Flora y Fauna Acuática

Dada la naturaleza de las obras, directamente relacionadas con la alteración del cauce, los impactos sobre estos componentes son permanentes tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación, teniendo como efectos la pérdida de biodiversidad acuática. Las medidas de mitigación se presentan en el Cuadro 8.1.2.3-1.

CUADRO 8.1.2.3-1

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

Impacto	Etapas	Medida
Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	Construcción	Rescate de ejemplares con categorías de conservación
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	Construcción	Programa de intervención adecuada del río
	Operación	Establecimiento de caudal ecológico

Fuente: Elaboración Propia

8.1.3. Medio Social y Cultural

8.1.3.1. Asentamientos Humanos

Con la construcción de una obra de las proporciones de un embalse, es casi inevitable el impacto sobre la calidad de vida de la población ubicada en sectores cercanos a la ubicación de las obras o vecinos a los caminos que conducen a estas, lo que se debe al

incremento de la circulación de vehículos y maquinaria pesada desde y hacia el lugar de las faenas. Las medidas propuestas para mitigar estos impactos se presentan en el Cuadro 8.1.3.1-1.

CUADRO 8.1.3.1-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

Impacto	Etapas	Medida
Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	Construcción	Riego de superficie de tránsito de vehículos
		Mantenimiento periódico de la maquinaria.
		Restricción velocidad de circulación
		Disposición de señalética
		Reuniones informativas con la comunidad

Fuente: Elaboración Propia

8.2. PLAN DE MEDIDAS DE RESTAURACIÓN O REPARACIÓN

Este Plan, tiene como objetivo principal lograr reponer los componentes ambientales que han sido afectados por las actividades desarrolladas en alguna de las etapas del proyecto, para devolverlos a una calidad o estado similar al que tenían previamente al desarrollo del proyecto. Para esto se deben implementar medidas de restauración (acciones) a las áreas intervenidas temporalmente por la construcción del proyecto, así como a las áreas aledañas a las obras.

A continuación se presenta un listado medidas de Restauración o Compensación genéricas para este tipo de proyectos, las cuales al igual que las medidas de mitigación del PMM deberán ser revisadas y complementadas durante la realización del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.

- Programa de restauración de vegetación, en los lugares que hayan sido intervenidos temporalmente para las actividades de construcción.
- En la etapa de construcción se debe establecer un plan de limpieza con el fin de eliminar cualquier material residual de construcción.
- Medidas de prevención y control de la erosión: esto incluye un Programa de restauración de cauces, para aquellos cursos superficiales intervenidos por las obras del proyecto, y las acciones necesarias de realizar en áreas

intervenidas cuya pendiente pueda favorecer el desarrollo de procesos erosivos.

- Plan de cierre de las faenas, que contiene todas las medidas necesarias para volver a las condiciones originales las áreas intervenidas temporalmente para la instalación de campamentos y patios de maquinarias.

8.3. PLAN DE COMPENSACIÓN

El Plan de Compensación es una herramienta utilizada para generar un impacto positivo equivalente al efecto de los impactos producidos por el proyecto. Este Plan puede incluir diversas medidas entre las cuales se pueden mencionar de forma general restauración del medio natural, mejora en infraestructura, etc. En general, las medidas de compensación además consideran las demandas de la población afectada por las obras del proyecto y deben ser definidas por las partes de forma conjunta. Dado lo anterior, y considerando que habitualmente las medidas de compensación son propuestas en los procesos de PAC propios de un EIA, para efectos del presente informe no serán propuestas medidas de compensación de forma explícita.

9. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PSA)

Tal como lo indica su nombre, el PSA tiene como objetivo controlar, vigilar y lógicamente hacer seguimiento, del cumplimiento de las medidas de mitigación que se establecen en el Plan de Monitoreo Ambiental.

Esta herramienta debe asegurar que todas las variables ambientales que han sido catalogadas como de importancia y/o que implican su ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de un Estudio de Impacto Ambiental, mantengan las características que fueron identificadas previo a la ejecución del estudio; todo esto a través de la aplicación de las medidas de mitigación en todas las etapas del Proyecto.

El PSA en su diseño, debe considerar todos los impactos que fueron declarados como relevantes, y dependiendo de su naturaleza y etapa de aparición, definir las variables e indicadores para realizar el seguimiento, plazos, etc. La construcción del PSA se realiza a partir del Estudio de Impacto Ambiental asociado al Proyecto.

En el presente capítulo, se indicará en qué consiste el PSA, sus instrumentos y se presentará un PSA a nivel general para la el estudio de la presente consultoría.

9.1. INSTRUMENTOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO

El PSA tiene dos instrumentos para cumplir con el objetivo que plantea y estos son los Informes de Inspección Ambiental y los Informes de Monitoreo Ambiental. A continuación se detalla en qué consiste cada uno de estos informes.

9.1.1. Informes de Inspección Ambiental

Corresponde a un conjunto de procedimientos cuya finalidad es asegurar que las acciones ejecutadas durante las diferentes etapas del proyecto se encuentran en concordancia con lo que se plantearía en el Estudio de Impacto Ambiental y en la respectiva Resolución de Calificación Ambiental. De este modo, el Informe de Inspección Ambiental se constituirá en el instrumento del Plan de Seguimiento durante la etapa de construcción y operación.

Tal como lo indica su nombre, cada informe debe contener los resultados de las inspecciones realizadas por cada factor ambiental que recibe impactos y por ende se le aplican medidas de mitigación, reparación o compensación.

En el Cuadro 9.1.1-1, se presenta lo que correspondería a los contenidos a incorporar al Informe de Seguimiento Ambiental, con base en las medidas de mitigación propuestas en el PMA.

CUADRO 9.1.1-1

EJEMPLO DE CONTENIDOS Y MEDIDAS DEL INFORME DE INSPECCIÓN AMBIENTAL

Informe de Inspección Ambiental	
Contenido	Medida
Hidrología	<u>Mitigación</u> Reducir la intervención de cauces naturales Prevención y Control de derrames Establecimiento del Caudal Ecológico
Calidad del Agua	<u>Mitigación</u> Programa de intervención adecuada del río Huedque
Flora y Vegetación Terrestre	<u>Mitigación</u> Rescate de especies con estado de conservación Prohibición de corta y quema de vegetación nativa Implementación de señalética en sectores identificados como hábitat de especies de interés
Fauna Terrestre	<u>Mitigación</u> Prohibición de caza y captura de especies Implementación de señalética
Flora y Fauna Acuática	<u>Mitigación</u> Traslado de ejemplares con estado de conservación Programa de intervención adecuada del río Huedque Establecer régimen de Caudal Ecológico
Asentamiento Humanos	<u>Mitigación</u> Riego de superficies como caminos y patios Mantenimiento periódico de maquinaria Restricción velocidad de circulación

Fuente: Elaboración propia

9.1.2. Informes de Monitoreo Ambiental

En el caso de los Informes de Monitoreo Ambiental, estos buscan dar cuenta de los resultados de las mediciones periódicas realizadas para controlar que cada una de las variables ambientales relevantes identificadas, se mantengan en un estado similar al levantado en la línea de base durante las diferentes etapas del proyecto.

En el Cuadro 9.1.2-1, se presentan los contenidos potenciales del Informe de Monitoreo Ambiental, considerando las medidas de control y las variables necesarias de evaluar en el Proyecto.

CUADRO 9.1.2-1

CONTENIDOS POTENCIALES DEL INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL

Informe de Monitoreo Ambiental	
Variable	Medida de Control
Hidrología	Monitoreo de regímenes de caudales ecológicos
Calidad de aguas	Monitoreo de calidad del agua
Flora y Vegetación Terrestre	Monitoreo de la sobrevivencia, colonización y desarrollo de la vegetación
Fauna Terrestre	Monitoreo de micromamíferos, reptiles y aves
Flora y Fauna acuática	Monitoreo de biota acuática
Patrimonio arqueológico y cultural	Monitoreo arqueológico de obras

Fuente: Elaboración propia

10. IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES RECOMENDADOS

Respecto de los estudios recomendados para las etapas posteriores, si bien ya se ha establecido que el proyecto debe ingresar al SEIA mediante la realización de un EIA (con todo lo que ello involucra), debe ponerse especial énfasis a aquellos componentes del medio biótico en que existe evidencia sobre existencia de especies con problemas de conservación. Otro aspecto de importancia debe ser el establecimiento de un caudal ecológico acorde con las características del medio biótico asociado al río Huedque.

A continuación se enlistan aquellos estudios que, se propone, deben profundizarse y/o agregarse para la etapa de Factibilidad.

- Actualización de la línea de base del medio biótico en todos sus componentes, con especial énfasis en el medio acuático, con el fin de complementar la información que se ha levantado en el presente estudio y poder compararla para conocer la evolución temporal de las comunidades bióticas al interior del ecosistema.
- Estudio para la determinación de un caudal ecológico, idealmente basado en criterios tanto biológicos, físicos (geomorfología fluvial) como hidrológicos.
- Profundización de la línea de base arqueológica en zona de obras y canales trazados. Dadas las recomendaciones del arqueólogo del estudio, se estima que si bien no se han encontrado sitios arqueológicos, existen argumentos y documentación suficiente como para considerar el sector como zona de potenciales hallazgos en el futuro.



- Línea de base de la Calidad del Aire. Debe incluir monitoreos/mediciones de la calidad del aire en puntos estratégicos que se deberán definir en conjunto con la inspección fiscal del futuro estudio.
- Línea de base de Ruido y Vibraciones. Debe incluir monitoreos/mediciones de los niveles sonoros y de vibraciones en puntos estratégicos que se deberán definir en conjunto con la inspección fiscal del futuro estudio.

11. APROXIMACIÓN DE LOS COSTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL PROYECTO

El presente apartado, busca estimar en términos generales, los costos de las medidas ambientales asociadas al proyecto, que fueron mencionadas en los apartados 8 y 9 del presente informe, diferenciando el tipo de medida, el componente y año. Se ha optado por estimar también aquellos componentes no analizados en el presente EAA, Suelo, Aire y Ruido, ya que una adecuada cuantificación de los costos ambientales ante una eventual ejecución del proyecto, requiere considerar la totalidad de componentes ambientales principales que son atingentes a un EIA (tal como se concluye en el análisis de pertinencia del apartado 7 del presente informe). Además se ha incluido un margen del 30% de imprevistos y “otros”, dentro de los cuales se pueden considerar otros componentes ambientales no mencionados explícitamente.

Es necesario tener en cuenta que las costeadas corresponden a medidas sugeridas a priori, y que las medidas de mitigación, reparación y/o compensación definitivas deben ser obtenidas como resultado de la realización del Estudio de Impacto Ambiental que es pertinente a este proyecto.

El Cuadro 11-1 muestra el detalle de los costos estimados para las medidas propuestas, mientras que los Cuadros 11-2 a 11-5 muestran resúmenes de los mismos costos agrupados por tipo de medida, componente y etapa, tanto en pesos como en UF⁶.

⁶ Valor UF al 1 de marzo de 2012 de 22.463 pesos.

CUADRO 11-1. COSTOS MEDIDAS AMBIENTALES^(*)

Etap	Tipo de Medida	Componente	Medida	Pesos chilenos			UF (Valor UF al 1 de marzo de 2012; 22.463 pesos)		
				Año 0 (Construcción)	Año 1 (Operación)	Total parcial	Año 0 (Construcción)	Año 1 (Operación)	Total parcial
Construcción	Mitigación	Hidrología	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales						
Construcción	Mitigación	Hidrología	Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal						
Operación	Mitigación	Hidrología	Establecimiento de Caudal Ecológico						
Construcción	Mitigación	Calidad de Aguas	Programa de intervención del cauce	3,645,215	0	3,645,215	162	0	162
Construcción	Mitigación	Flora y Vegetación Terrestre	Rescate de especies con estado de conservación ubicadas en el área de la obra	45,565,184	0	45,565,184	2,028	0	2,028
Construcción	Mitigación	Flora y Vegetación Terrestre	Definición de un Plan de Manejo de la vegetación	4,556,518	0	4,556,518	203	0	203
Construcción	Mitigación	Flora y Vegetación Terrestre	Prohibición de corte y quema de vegetación nativa	2,278,259	0	2,278,259	101	0	101
Ambas	Mitigación	Fauna Terrestre	Prohibición de caza y captura de especies	1,139,130	1,139,130	2,278,259	51	51	101
Ambas	Mitigación	Fauna Terrestre	Implementación de señalética en sectores identificados como hábitat de especies de interés	1,366,956	1,366,956	2,733,911	61	61	122
Construcción	Mitigación	Fauna Terrestre	Rescate de ejemplares de especies con categoría de conservación	54,678,221	0	54,678,221	2,434	0	2,434
Construcción	Mitigación	Flora y Fauna acuática	Rescate de ejemplares con categorías de conservación	54,678,221	0	54,678,221	2,434	0	2,434
Construcción	Mitigación	Flora y Fauna acuática	Programa de intervención adecuada del río	3,645,215	0	3,645,215	162	0	162
Operación	Mitigación	Flora y Fauna acuática	Establecimiento de Caudal Ecológico	0	34,173,888	34,173,888	0	1,521	1,521
Construcción	Mitigación	Asentamientos Humanos	Riego de superficie de tránsito de vehículos	109,356,442	0	109,356,442	4,868	0	4,868
Construcción	Mitigación	Asentamientos Humanos	Mantenimiento periódico de la maquinaria	9,842,080	0	9,842,080	438	0	438
Construcción	Mitigación	Asentamientos Humanos	Restricción velocidad de circulación	524,000	0	524,000	23	0	23
Construcción	Mitigación	Asentamientos Humanos	Disposición de señalética	3,417,389	0	3,417,389	152	0	152
Construcción	Mitigación	Asentamientos Humanos	Reuniones informativas con la comunidad	4,784,344	0	4,784,344	213	0	213
Construcción	Mitigación	Flora y Vegetación Terrestre	Programa de restauración de vegetación	45,565,184	0	45,565,184	2,028	0	2,028
Construcción	Mitigación	Transversal	plan de limpieza con el fin de eliminar cualquier material residual de construcción	3,645,215	0	3,645,215	162	0	162
Construcción	Mitigación	Transversal	Programa de restauración de cauces (prevención y control de la erosión)	9,113,037	0	9,113,037	406	0	406
Construcción	Reparación	Transversal	Plan de cierre de las faenas						
Ambas	Seguimiento	Transversal	Plan de seguimiento ambiental	196,841,595	196,841,595	393,683,190	8,763	8,763	17,526
Ambas	Monitoreo	Flora y Vegetación Terrestre	Monitoreo de la sobrevivencia, colonización y desarrollo de la vegetación	63,791,258	63,791,258	127,582,515	2,840	2,840	5,680
Ambas	Monitoreo	Fauna Terrestre	Monitoreo de micromamíferos, reptiles y aves	68,347,776	68,347,776	136,695,552	3,043	3,043	6,085
Ambas	Monitoreo	Flora y Fauna acuática	Monitoreo de biota acuática	91,130,368	91,130,368	182,260,736	4,057	4,057	8,114
Ambas	Monitoreo	Calidad de Aguas	Monitoreo de calidad del agua	4,738,779	4,738,779	9,477,558	211	211	422
Construcción	Monitoreo	Patrimonio Arqueológico y cultural	Monitoreo arqueológico de las obras	109,356,442	0	109,356,442	4,868	0	4,868
Componentes no Analizados		Aire		43,742,577	43,742,577	87,485,153	1,947	1,947	3,895
Componentes no Analizados		Ruido		32,806,932	32,806,932	65,613,865	1,460	1,460	2,921
Componentes no Analizados		Suelo		22,782,592	22,782,592	45,565,184	1,014	1,014	2,028
Sub total				991,338,926	560,861,850	1,552,200,775	44,132	24,968	69,100
Total incluyendo imprevistos y otros (+30%)				1,288,740,603	729,120,405	2,017,861,008	57,372	32,459	89,830

Nota: Los colores indican que dichas medidas se encuentran valoradas en forma conjunta, razón por la cual existen celdas vacías, de este modo no se duplican las estimaciones

Fuente: Elaboración propia



CUADRO 11-2

RESUMEN COSTOS MEDIDAS AMBIENTALES POR COMPONENTE (PESOS)

Componente	Año 0 (Construcción)	Año 1 (Operación)	Total
Asentamientos Humanos	127,924,254	0	127,924,254
Calidad de Aguas	8,383,994	4,738,779	13,122,773
Fauna Terrestre	125,532,082	70,853,861	196,385,943
Flora y Fauna acuática	149,453,804	125,304,256	274,758,059
Flora y Vegetación Terrestre	161,756,403	63,791,258	225,547,661
Hidrología	(Medidas valoradas en Calidad de aguas y Flora y Fauna acuática; ver Cuadro 11-2)		
Patrimonio Arqueológico y cultural	109,356,442	0	109,356,442
Transversal	209,599,846	196,841,595	406,441,441
Componentes no analizados en el presente EAA			
Aire	43,742,577	43,742,577	87,485,153
Ruido	32,806,932	32,806,932	65,613,865
Suelo	22,782,592	22,782,592	45,565,184
Totales			
Sub Total	991,338,926	560,861,850	1,552,200,775
Total general (+30% de imprevistos y otros)	1,288,740,603	729,120,405	2,017,861,008

Fuente: Elaboración propia



CUADRO 11-3

RESUMEN COSTOS MEDIDAS AMBIENTALES POR COMPONENTE (UF)

Componente	Año 0 (Construcción)	Año 1 (Operación)	Total
Asentamientos Humanos	5,695	0	5,695
Calidad de Aguas	373	211	584
Fauna Terrestre	5,588	3,154	8,743
Flora y Fauna acuática	6,653	5,578	12,232
Flora y Vegetación Terrestre	7,201	2,840	10,041
Hidrología	(Medidas valoradas en Calidad de aguas y Flora y Fauna acuática; ver Cuadro 11-2)		
Patrimonio Arqueológico y cultural	4,868	0	4,868
Transversal	9,331	8,763	18,094
Componentes no analizados en el presente EAA			
Aire	1,947	1,947	3,895
Ruido	1,460	1,460	2,921
Suelo	1,014	1,014	2,028
Totales			
Sub Total	44,132	24,968	69,100
Total general (+30% de imprevistos y otros)	57,372	32,459	89,830

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 11-4

RESUMEN COSTOS AMBIENTALES POR TIPO DE MEDIDA (PESOS)

Tipo de Medida o Plan	Año 0 (Construcción)	Año 1 (Operación)	Total
Monitoreo	337,364,622	228,008,181	565,372,803
Mitigación	299,477,172	36,679,973	336,157,145
Reparación	58,323,436	0	58,323,436
Plan de Seguimiento	196,841,595	196,841,595	393,683,190
Componentes no Analizados	99,332,101	99,332,101	198,664,202
Sub Total	991,338,926	560,861,850	1,552,200,775
Total general (+30% de imprevistos y otros)	1,288,740,603	729,120,405	2,017,861,008

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 11-5**RESUMEN COSTOS AMBIENTALES POR TIPO DE MEDIDA (UF)**

Tipo de Medida o Plan	Año 0 (Construcción)	Año 1 (Operación)	Total
Monitoreo	15,019	10,150	25,169
Mitigación	13,332	1,633	14,965
Reparación	2,596	0	2,596
Plan de Seguimiento	8,763	8,763	17,526
Componentes no Analizados	4,422	4,422	8,844
Sub Total	44,132	24,968	69,100
Total general (+30% de imprevistos y otros)	57,372	32,459	89,830

Fuente: Elaboración propia

12. CONCLUSIONES

El proyecto analizado en el presente informe, debe someterse al SEIA mediante la elaboración de un EIA, dado que cumple con los requisitos estipulados con la Normativa Ambiental vigente en Chile (ver apartado 7.2 del presente informe).

De forma adicional, se ha realizado un análisis preliminar de impactos potenciales, en el cual se concluye inicialmente, que el componente más afectado sería el la Flora y Fauna acuática, ya que se han encontrado especies con problemas de conservación, seguido del componente Hidrología, como es de esperarse en proyectos de Embalse, ya que se vería bruscamente transformado el régimen de caudales y sedimentos del río. El componente Asentamientos Humanos, por su parte, también es altamente relevante ya que existen 17 construcciones en la zona de inundación que, en caso de ser construido el embalse, deben ser expropiadas y/o reubicadas. Todos los impactos recién mencionados son permanentes e irreversibles y son válidos tanto para las Etapas de Construcción como Operación.

Se ha propuesto considerar el borde del sitio prioritario “Quebradas de Tregualemu” (adyacente al área del proyecto) como una Zona de Restricción Ambiental con el fin de resguardar el valor ecológico asociado al ecosistema ahí representado.

Se ha recomendado además, la realización de algunos estudios ambientales específicos, actualización y seguimiento de la línea de base del medio biótico, con especial énfasis en el medio acuático, caudal ecológico basado en criterios biológicos (no sólo hidrológicos), calidad del aire y ruido, con el fin de afinar el conocimiento referente a estos temas y aumentar así el nivel de claridad y seguridad al momento de evaluar el impacto ambiental correspondiente, con todo lo que esto involucra en términos de la toma de



decisiones futuras, planificación y manejo. Estos estudios, se propone, debieran realizarse para el Estudio de Factibilidad de este mismo proyecto.

Finalmente, se han estimado los costos de las medidas ambientales por una cantidad de 2.017 millones de pesos distribuidas entre el año de construcción y el primer año de operación con fuerte énfasis en monitoreo y mitigación, pero siempre teniendo en cuenta que son sólo medidas tentativas propuestas de modo general en una prefactibilidad, y que la valoración definitiva y detallada corresponde al proceso enmarcado en el Estudio de Impacto Ambiental que debe realizarse en conjunto con una eventual Etapa Diseño de la Obra.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A continuación se enlistan las fuentes de información secundarias citadas en el presenta EAA.

- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL, 2012. Reporte estadístico Comuna de Cauquenes.
- CONAF-CONAMA, 1999 (actualizado a 2003). Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Proyecto CONAF/CONAMA/BIRF.
- CONAMA VII, 2002. Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad en la VII Región del Maule.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, CADE-IDEPE, 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad.
- GAJARDO, R. 1994. La vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Chile. 165 p.
- GOBIERNO DE CHILE, 1994. Ley N° 19300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Gobierno de Chile, Santiago. 35 p.
- GOBIERNO DE CHILE, 1994. Ley N° 20417 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Gobierno de Chile, Santiago. 35 p.
- GOBIERNO DE CHILE, 2002. DS 95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CAUQUENES, 2012. Plan Regulador Comunal de Cauquenes.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 1992, 2002. Censos de población y Vivienda.
- PLISCOF y LUEBERT, 2006. Sinopsis Bioclimática de Chile.
- GORE, UNIVERSIDAD DE CHILE, GTZ, 2002. Planificación Ecológica del Territorio, Guía Metodológica.
- Instituto Nacional de Normalización, 1978. Norma chilena sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos.
- ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CAUQUENES, 2008. Plan de Desarrollo Comunal Cauquenes (PLADECO).
- MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN, 2006, 2009. Encuesta CASEN.
- BARROS, 2008. Propuesta de Metodología para Identificación de Impactos Ambientales en Embalses de Riego. Caso de Estudio: Sistema de Riego Embalse Empedrado, Comuna de Empedrado, Provincia de Talca, VII Región. Memoria de Título Ingeniería en Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad de Viña del Mar.