

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN EMBALSE PINTANANE EN QUEBRADA DE AROMA, HUARA

INFORME FINAL

VOLUMEN 4 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

SANTIAGO, MARZO DE 2014



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego

Comisión Nacional de Riego
Gobierno Regional Tarapacá

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE PINTANANE EN QUEBRADA DE AROMA,
HUARA

INFORME FINAL

VOLUMEN 4
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

SANTIAGO, MARZO DE 2014

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Estudio Elaborado por:

ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.

Dir: María Luisa Santander 0231, PROVIDENCIA – SANTIAGO

Fono: 02 2341 4800 – e-mail: oficina@arrauingenieria.cl – www.arrauingenieria.cl

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE PINTANANE EN QUEBRADA DE AROMA, HUARA
REGIÓN DE TARAPACÁ
VOLUMEN 4: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL
TEXTO**

ÍNDICE

Acápite	Descripción	Página
1.	Introducción y Objetivos	1
1.1.	introducción	1
1.2.	Objetivos del Estudio de Análisis Ambiental	1
1.2.1.	Objetivo General	1
1.3.	Objetivos Específicos	2
2.	Antecedentes Generales del Proyecto	3
2.1.	Contexto general y justificación del Proyecto	3
2.2.	Etapas del proyecto y sincronía con el eaa	4
2.3.	Localización del Área de Estudio	5
2.4.	Descripción de las Obras y Partes del Proyecto	6
2.4.1.	Aspectos Generales	6
2.4.2.	Descripción de Alternativas de embalse	9
2.4.2.1.	Aspectos Generales	9
2.4.2.2.	Alternativa 1	12
2.4.2.3.	Alternativa 2	19
2.4.2.4.	Alternativa 3	26
2.4.3.	Obras Comunes a Todas las Alternativas	32
2.4.3.1.	Obras de Entrega y Distribución del Agua	32
2.4.3.2.	Yacimientos y Empréstitos de Material	35
2.5.	caracterización general de la zona de riego beneficiada	39
2.6.	Situación Actual de los derechos de agua	42

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE PINTANANE EN QUEBRADA DE AROMA, HUARA
REGIÓN DE TARAPACÁ**

VOLUMEN 4: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL

TEXTO

ÍNDICE

Acápite	Descripción	Página
2.7.	potenciales expropiaciones	43
3.	Metodología General del Estudio de Análisis Ambiental	44
3.1.	introducción	44
3.2.	Paso 1: Definición de la Sensibilidad Ambiental	44
3.2.1.	Aspectos Generales	44
3.2.2.	Importancia Ecológica	45
3.2.3.	Determinación de la Vulnerabilidad	45
3.3.	Paso 2. Evaluación de la Agresividad Ambiental de las actividades e identificación de impactos asociados	45
3.4.	Paso 3: Evaluación de Intensidad de Impactos Ambientales Potenciales	46
4.	Caracterización de la Línea de base del área de influencia	49
4.1.	Aspectos generales	49
4.2.	Medio físico	49
4.2.1.	Hidrología	49
4.2.1.1.	Antecedentes Generales	49
4.2.1.2.	Área de Influencia	49
4.2.1.3.	Metodología	50
4.2.1.4.	Resultados	51
4.2.1.5.	Conclusión y Definición de la Sensibilidad Ambiental	55
4.2.2.	Calidad de Aguas	56
4.2.2.1.	Antecedentes Generales	56
4.2.2.2.	Área de Influencia	56
4.2.2.3.	Metodología	56
4.2.2.4.	Resultados	58
4.2.2.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	65
4.3.	Medio Biótico	66
4.3.1.	Flora y Vegetación Terrestre	66
4.3.1.1.	Antecedentes Generales	66
4.3.1.2.	Área de Influencia	66
4.3.1.3.	Metodología	66

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE PINTANANE EN QUEBRADA DE AROMA, HUARA
REGIÓN DE TARAPACÁ**

VOLUMEN 4: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL

TEXTO

ÍNDICE

Acápite	Descripción	Página
4.3.1.4	Resultados	69
4.3.1.5	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	82
4.3.2	Fauna Terrestre	83
4.3.2.1	Antecedentes Generales	83
4.3.2.2	Área de Influencia	83
4.3.2.3	Metodología	83
4.3.2.4	Resultados	85
4.3.2.5.	Conclusiones y Determinación de Sensibilidad Ambiental	90
4.3.3.	Flora y Fauna Acuática	91
4.3.3.1.	Antecedentes Generales	91
4.3.3.2.	Área de Influencia	91
4.3.3.3.	Metodología	92
4.3.3.4.	Resultados	94
4.3.3.5.	Conclusiones y Determinación de Sensibilidad Ambiental	98
4.3.4.	Biodiversidad	99
4.3.4.1.	Antecedentes Generales	99
4.3.4.2.	Área de Influencia	100
4.3.4.3.	Metodología	100
4.3.4.4.	Resultados	101
4.3.4.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	104
4.4.	Medio social y cultural	105
4.4.1.	Asentamientos Humanos	105
4.4.1.1.	Antecedentes Generales	105
4.4.1.2.	Área de Influencia	105
4.4.1.3.	Antecedentes	105
4.4.1.4.	Antecedentes Demográficos y Socioeconómicos	106
4.4.1.5.	Descripción Socioeconómica	111
4.4.1.6.	Condiciones de Vida de la Población	114
4.4.1.7.	Tenencia de la Tierra en relación a las obras del proyecto	120
4.4.1.8.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	124

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE PINTANANE EN QUEBRADA DE AROMA, HUARA
REGIÓN DE TARAPACÁ
VOLUMEN 4: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL
TEXTO

ÍNDICE

Acápite	Descripción	Página
4.4.2.	Patrimonio Arqueológico y Cultural	125
4.4.2.1.	Antecedentes Generales	125
4.4.2.2.	Área de Influencia	125
4.4.2.3.	Metodología	125
4.4.2.4.	Resultados	126
4.4.2.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	129
5.	Identificación y evaluación de impactos ambientales	130
5.1.	Agresividad de Actividades	130
5.2.	Intensidad de Impactos potenciales	131
6.	Otros proyectos en la zona y su relación con el proyecto.	135
7.	Zonas de restricción ambiental	139
8.	Análisis de la legislación ambiental y plan de cumplimiento	141
8.1.	Normativa Ambiental General	141
8.1.1.	Constitución Política de la República de Chile. Decreto N° 100/05	141
8.1.2.	Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones	141
8.1.3.	DS N° 95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	142
8.2.	Análisis de Pertinencia de Ingreso al seia	143
8.2.1.	Análisis de Legislación pertinente	143
8.2.1.1.	Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente	143
8.2.1.2.	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)	145
8.2.2.	Pertinencia de Presentar un EIA	145
8.2.3.	Conclusiones Análisis de Pertinencia de Ingreso del EAA	148
8.3.	Permisos Ambientales Sectoriales	149
9.	Plan de Manejo Ambiental	150
9.1.	aspectos generales	150
9.2.	Plan de Medidas de Mitigación (PMM)	152
9.2.1.	Medio Físico	153
9.2.1.1.	Hidrología	153

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN EMBALSE PINTANANE EN QUEBRADA DE AROMA, HUARA
REGIÓN DE TARAPACÁ
VOLUMEN 4: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL
TEXTO

ÍNDICE

Acápite	Descripción	Página
9.2.1.2.	Calidad de Agua	153
9.2.2.	Medio Biótico	154
9.2.2.1.	Flora y vegetación terrestre	154
9.2.2.2.	Fauna Terrestre	154
9.2.2.3.	Flora y Fauna Acuática	155
9.2.3.	Medio Social y Cultural	155
9.2.3.1.	Asentamientos Humanos	155
9.2.3.2.	Patrimonio Arqueológico	156
9.3.	Plan de Medidas de Restauración o Reparación	156
9.4.	Plan de Compensación	157
10.	Plan de Seguimiento Ambiental	158
10.1.	aspectos generales	158
10.2.	Instrumentos del Plan de Seguimiento	158
10.2.1.	Introducción	158
10.2.2.	Informes de Inspección Ambiental	158
10.2.3.	Informes de Monitoreo Ambiental	159
11.	Identificación de estudios ambientales	160
12	Aproximación de los costos ambientales asociados al proyecto	162
12.	Conclusiones	168

ANEXOS

#	DESCRIPCIÓN	TIPO
1	Base de Datos Calidad de Aguas	Digital
2	Informes laboratorio Calidad de Aguas	Digital
3	Informe Icnova Ing. Flora y Vegetación Terrestre	Digital
4	Informe Icnova Ing. Fauna Terrestre	Digital
5	Informe Icnova Ing. Flora y Fauna Acuática	Digital
6	Informe Arqueológico	Digital

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

1. Introducción y Objetivos

1.1. introducción

La presente consultoría se refiere al **Estudio de Prefactibilidad del Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"**, encargado por la **Comisión Nacional de Riego**, y con financiamiento del Gobierno Regional de Tarapacá. El objetivo principal del estudio es proponer una solución al actual problema de regulación y disponibilidad del recurso hídrico, puesto que el desarrollo agrícola de los valles inferiores está fuertemente limitado por la cantidad y calidad de los recursos hídricos existentes. Para ello, se considerarán a nivel de Prefactibilidad los aspectos técnicos, económicos, legales y ambientales asociados a la construcción de este tipo de obras y a su red de canales de distribución.

La implementación de las alternativas a estudiarse, podría 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 la sensibilidad ambiental de los componentes. De este modo, en colaboración permanente con el equipo de ingeniería, se realizará la elección de las alternativas considerando las conclusiones del análisis ambiental del presente Estudio de Análisis Ambiental (EAA).

El presente informe, corresponde al Estudio de Análisis Ambiental (EAA) de la consultoría. En él se describen y analizan las distintas alternativas donde se proyecta la construcción del embalse regulador de crecidas, destinado a mejorar las condiciones de abastecimiento al riego.

1.2. Objetivos del Estudio de Análisis Ambiental

1.2.1. Objetivo General

El presente estudio tiene como objetivo general estudiar y evaluar, ambientalmente, los sitios de emplazamiento del embalse en la Quebrada de Aroma, evaluando en forma preliminar los potenciales Impactos Ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del proyecto, pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto definido por ingeniería en la Etapa de Prefactibilidad, elaborando, además, el(los) respectivos Planes Preliminares de Manejo y Seguimiento Ambiental y sus costos aproximados, de tal forma de lograr su comparación y análisis de ventajas y desventajas en este aspecto.

1.3. Objetivos Específicos

Los Objetivos Específicos del Estudio de Análisis Ambiental son:

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

- a. Realizar un chequeo, en terreno a cargo de especialistas, y bibliográfico, del(los) sitios identificados en el presente estudio de prefactibilidad avanzada de ingeniería, basados en parámetros ambientales.
- b. Identificar y describir las partes, componentes, acciones y/o actividades del proyecto de embalse y red de canales.
- c. Determinar la Línea de Base de los sitios definidos por la ingeniería en la etapa de prefactibilidad, identificando el área de influencia directa e indirecta de cada componente ambiental, con relación a las obras, actividades y acciones asociadas al embalse y proyecto de canales.
- d. Determinar el marco legal ambiental y territorial aplicable en temas específicos asociados al área y proyectos y cuyo cumplimiento implique la incorporación de una medida sujeta a costos.
- e. Identificar y evaluar en forma simple, no obstante experta, los potenciales impactos ambientales (positivos y negativos) que se podrían generar a consecuencia del emplazamiento del embalse y redes de distribución, en cada uno de los sitios definidos por la ingeniería.
- f. Realizar el análisis de pertinencia de sometimiento del proyecto, actividades o alguna de sus partes, definidos por la ingeniería en la presente etapa, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), e identificar y analizar el tipo de instrumento que debería desarrollarse a futuro para este fin, de acuerdo al análisis de los artículos del Reglamento DS N° 95/2001 respectivos.
- g. Proponer un Plan de Manejo Ambiental, para la o las alternativas seleccionadas, a modo general, que incluya las medidas y acciones asociadas a los Subplanes de Mitigación, Reparación o Compensación, asociadas a los impactos detectados.
- h. Determinar zonas de restricción ambiental, de acuerdo a la identificación de componentes sensibles presentes en el área del proyecto, específicamente en relación con las obras, instalaciones y acciones que requerirá la ejecución del proyecto, identificando la presencia de sitios bajo protección oficial y prioritaria para la conservación de la biodiversidad.
- i. Determinar las intervenciones que el proyecto generaría en las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI), presentes en la zona de estudio, si corresponde.
- j. Proponer lineamientos de un Plan de Seguimiento y Monitoreo para ratificar, controlar y evaluar las medidas correctoras que prevengan y minimicen los impactos ambientales.

- k. Identificar y proponer los estudios a realizar en las siguientes etapas del proyecto.
- l. Realizar una primera aproximación de los costos monetarios asociados a los estudios y/o acciones en forma ítem izada, que den cuenta de las medidas comprometidas en el Plan de Manejo y Seguimiento Ambiental y de los costos de los estudios ambientales necesarios de realizar en las siguientes etapas del proyecto.

2. Antecedentes Generales del Proyecto

2.1. Contexto general y justificación del Proyecto

El área de estudio se localiza en la comuna de Huara, provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, zona que es muy importante desde el punto de vista del desarrollo agropecuario, a nivel regional.

Esta obra se ubicaría específicamente aguas debajo de la localidad de Aroma en la quebrada del mismo nombre, entre los 1.900 y 2.000 m.s.n.m., en un sector denominado Mística.

En la quebrada, se tienen distintos caudales según la época del año. Durante los meses de primavera el caudal disminuye violentamente provocando un grave déficit en la parte baja de la quebrada, con lo cual la explotación agrícola se dificulta y complica, para los agricultores de ese sector. Por otra parte, durante los meses de estío se producen, en muchas ocasiones, violentas bajadas de río, teniendo éstas en algunos casos, características aluvionales.

El desarrollo agrícola del valle de Aroma actualmente presenta deficiencias debido a la cantidad y calidad de los recursos hídricos y a la falta de regulación de estos.

El sector corresponde a una zona árida de altura, por lo que el riego es una condición indispensable para la agricultura y la supervivencia de las comunidades Aymaras presentes.

Por otro lado, tanto la actividad agropecuaria como la infraestructura del valle se ven gravemente afectadas por las crecidas derivadas del invierno altiplánico. Cada 3 a 5 años ellas son de cierta consideración y producen pérdidas de cultivos e incluso de suelos agrícolas, además de daños en bocatomas y sistemas de riego, por el lado agropecuario y cortes de caminos, aislamiento de pueblos, etc., por el lado de la infraestructura.

Tomando en consideración la necesidad de optimizar el recurso hídrico se hace necesario dar curso a un estudio para decidir la construcción de un embalse regulador de crecidas, destinado a mejorar las condiciones de abastecimiento al riego del sector, mejorando de ese modo las explotaciones agrícolas actuales.

2.2. Etapas del proyecto y sincronía con el eaa

El proyecto completo está dividido en 8 Etapas. Las Etapas fueron articuladas con la elaboración del EAA de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 2.2-1.

**CUADRO 2.2-1
ETAPAS DEL PROYECTO Y SINCRONÍA CON EL EAA**

ETAPA	NOMBRE DE LA ETAPA	ENTREGAS DEL EAA
Etapa 1	Revisión de antecedentes, primeras visitas a terreno y diagnóstico preliminar	
Etapa 2	Análisis conceptual y selección de la mejor ubicación de embalse	
Etapa 3	Estudios de terreno 1era parte	
Etapa 4	Estudios de terreno 2da parte	Primer Informe de Avance EAA
Etapa 5	Estudios Básicos	
Etapa 6	Aspectos de Ingeniería	Segundo Informe de Avance EAA
Etapa 7	Evaluación económica y recomendación del tamaño del proyecto	Tercer Informe Avance EAA
Etapa 8	Informe Final del estudio de prefactibilidad	Informe Final

Fuente: Elaboración propia.

En la última etapa, el estudio seleccionará una alternativa definitiva por lo que todos los contenidos del estudio se enfocarán en dicha selección, incluyendo el Estudio de Análisis Ambiental (EAA).

2.3. Localización del Área de Estudio

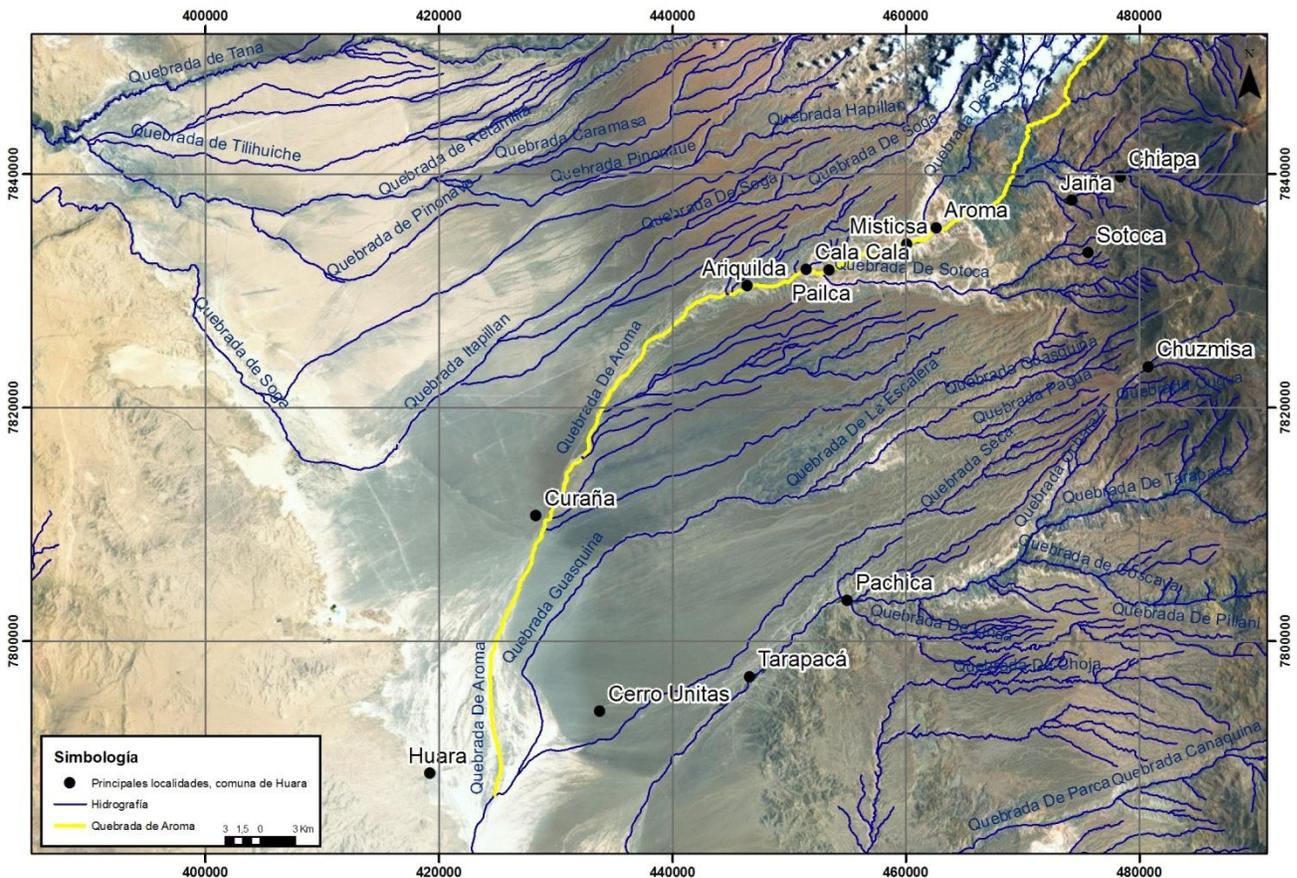
El área de estudio se encuentra inserta en la Quebrada de Aroma, la que nace en la Cordillera Central a una altura de 4.200 m.s.n.m., en el límite poniente del altiplano chileno, en la comuna de Huara, región de Tarapacá.

La hoya de la quebrada de Aroma se desarrolla en el sector alto de la provincia del Tamarugal, comprendiendo una superficie de 1.225 km² hasta el sector del muro de embalse. Limita al norte con la hoya de la quebrada Soga, al sur con la hoya de la quebrada de Tarapacá, al oriente limita con la pampa de Colchane y las zonas adyacentes del volcán

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Isluga y al poniente con la pampa del Tamarugal. La Figura 2.3-1 muestra la ubicación general del área de estudio.

FIGURA 2.3-1
UBICACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO



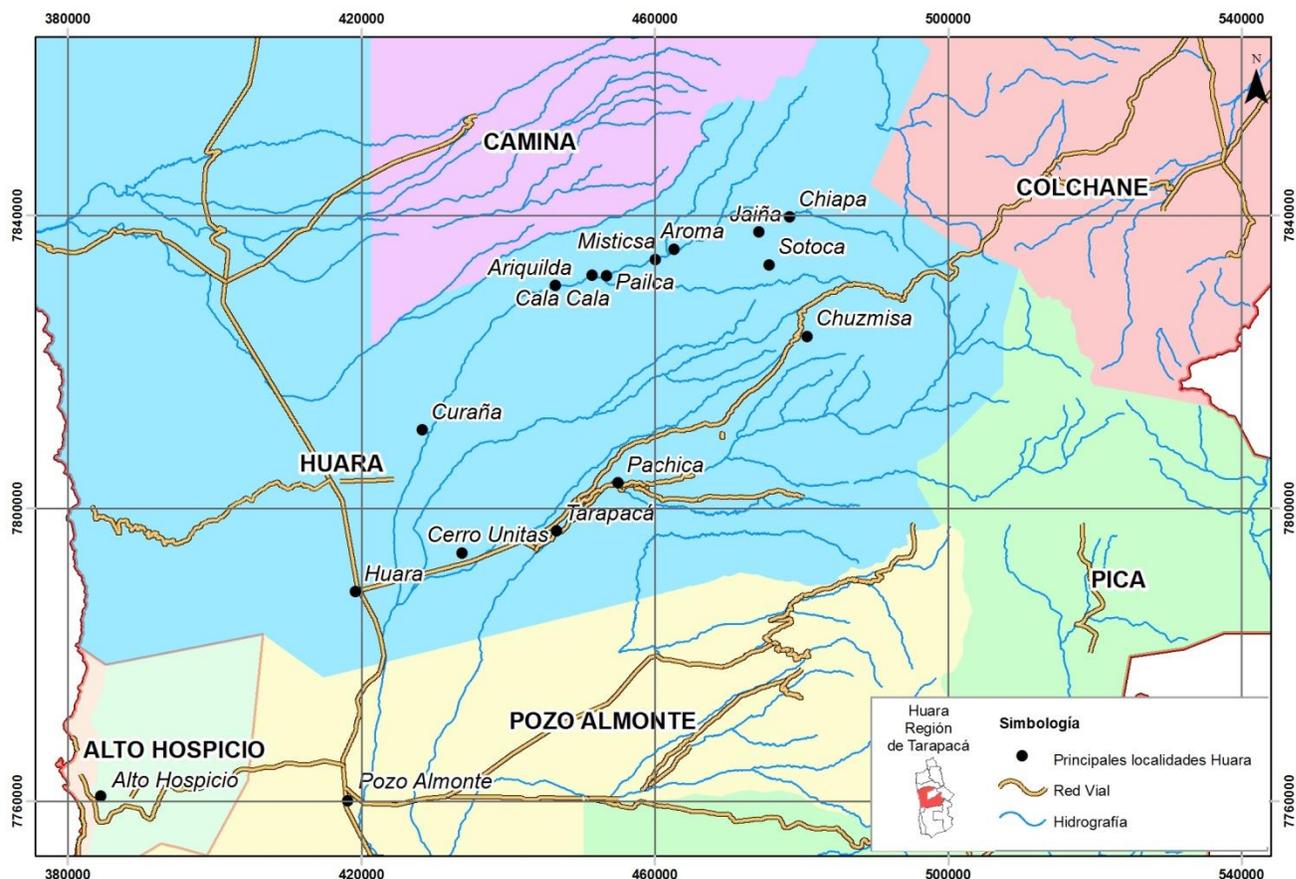
Fuente: Elaboración propia en base a mapoteca D.G.A. (2012).

Desde el punto de vista político, el área de estudio se encuentra inserta en la comuna de Huara, ubicada en el extremo norte de la Provincia del Tamarugal y la región de Tarapacá, rodeando la comuna de Camiña. Al norte limita con la comuna de Camarones, al sur con las comunas de Pozo Almonte, Alto Hospicio e Iquique, al este con la comuna de Colchane y Pica y al oeste con el océano Pacífico. Abarca una superficie de 10.474,6 km² que equivalen al 26,59% del territorio provincial y al 24,81% de la superficie regional. La Figura 2.3-2 muestra el contexto político-administrativo del área de estudio.

FIGURA 2.3-2
CONTEXTO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO
COMUNA DE HUARA

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia en base a Biblioteca del Congreso Nacional (2013)

2.4. Descripción de las Obras y Partes del Proyecto

2.4.1. Aspectos Generales

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

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

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 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 en 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 menor 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.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

- **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 bypass, 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 bypass, 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.

Preliminarmente, se identificaron tres sitios de embalse denominados como alternativa ALT1, ALT2 y ALT3. La alternativa ALT1 corresponde al sitio de presa propuesto por la Comisión Nacional de Riego y es la que se ubica más aguas arriba en la quebrada, donde comienza el estrechamiento del valle en el sector de Misticsa.

Las alternativas 2 y 3 fueron incluidas como parte de la evaluación del presente proyecto, y fueron seleccionadas a partir de las visitas de terreno realizadas durante los meses de Enero y Febrero de 2013.

Cabe señalar que estos posibles emplazamientos de presa están acotados entre el sector de Misticsa y Pailca por las siguientes razones:

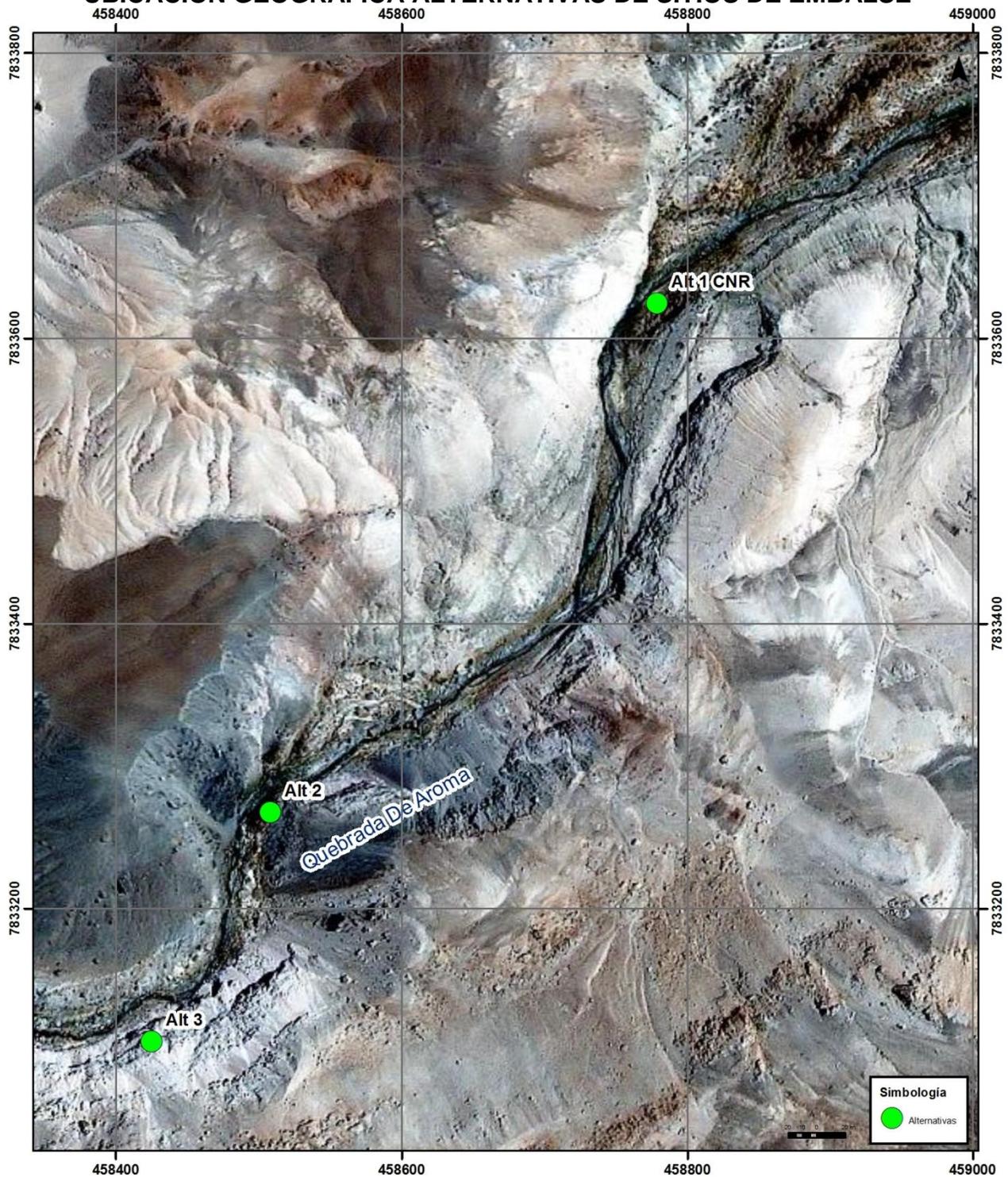
- **Aguas Arriba,** se encuentra el Parque Nacional Isluga el cual tiene como límite occidental la quebrada de Sapte que se une a la de Aroma a unos 3 km de la alterativa ALT1.
- **Aguas Abajo,** se encuentra el sector de Pailca, que corresponde al primer sector de riego que se beneficiaría con el proyecto de embalse a unos 4,8 km de la alternativa ALT3. Además hay presencia de sitios arqueológicos los cuales están protegidos por la ley 17.288 y por ende no pueden ser alterados.

2.4.2. Descripción de Alternativas de Embalse

2.4.2.1. Aspectos Generales

La Figura 2.4.2.1-1 muestra la ubicación geográfica de las alternativas mencionadas, mientras que la Figura 2.4.2.1-2 muestra el área inundada por cada alternativa. Se puede desprender de ambas figuras que las 3 alternativas en términos geográficos son muy similares

FIGURA 2.4.2.1-1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA ALTERNATIVAS DE SITIOS DE EMBALSE

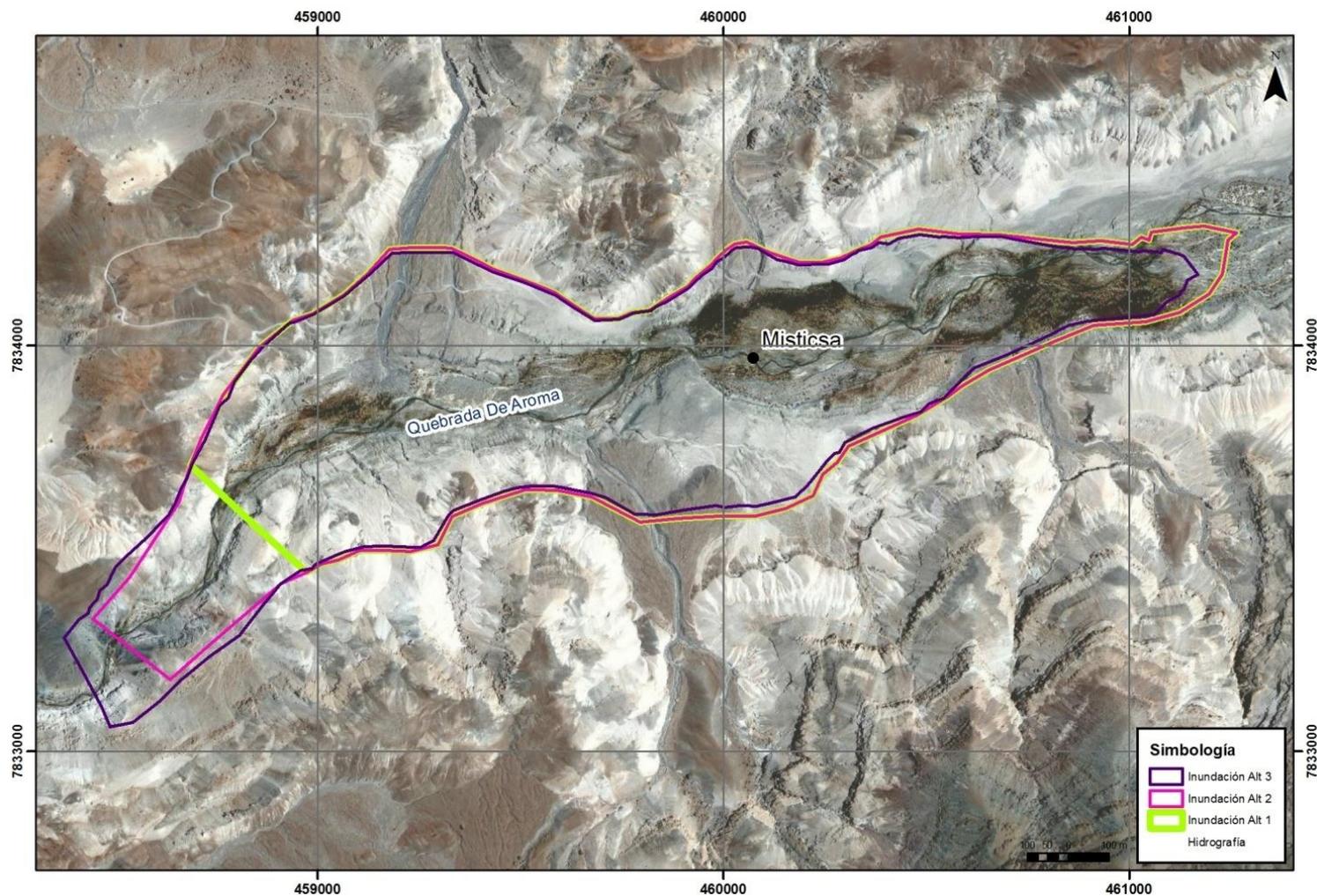


Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2.4.2.1-2
ÁREA DE INUNDACIÓN ALTERNATIVAS DE SITIOS DE EMBALSE

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental



Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2.2. Alternativa 1

a. Muro y Área de Inundación

Se encuentra ubicada a unos 3,45 km aguas abajo de la confluencia entre la Quebrada de Aroma y la Quebrada de Sapte. Su área de inundación corresponde a 117,74 ha aproximadamente.

Esta alternativa se encuentra en una angostura promedio de aproximadamente 240 m de ancho. En la caja del río se observa grava arenosa de color gris, de cantos redondeados. Las laderas presentan taludes de 80° aproximadamente. La relación agua-muro es de 20,1 (Volumen de Agua Embalsada v/s Volumen de Muro).

Aguas arriba de la angostura el río se ensancha generando una zona de acumulación de embalse muy atractiva. En este sector y en zonas de conos de deyecciones existentes aguas arriba del eje de presa, se estima que existe abundante material tipo grava arenosa que se puede utilizar para construir una presa CFGD. Tanto el túnel de desviación como el vertedero debieran ubicarse en la ladera izquierda (sur) para que resulte más económica (menor longitud).

Para definir la altura de coronamiento de esta alternativa, se consideraron volúmenes útiles de 3 a 15 hm³, un volumen muerto de 6 hm³ y una revancha de 5,5 m según el tipo de vertedero que se consideró (lateral). Todos los cálculos y diseños se realizaron sobre la superficie definida a partir de los levantamientos topográficos indicados en la Etapa 4.

Para caracterizar las curvas de “costo v/s altura de muro” se consideraron volúmenes útiles de 3, 6, 9, 12 y 15 hm³. En el Cuadro 2.4.2.2-1 se muestra el volumen umbral (Volumen Muerto + Volumen Útil) asociado a dichos volúmenes útiles, sus cotas de fondo y la cota de umbral.

CUADRO 2.4.2.2-1
RESUMEN DE VOLÚMENES Y COTAS ASOCIADAS

Volumen Útil (hm ³)	Volumen Umbral (hm ³)	Cota Umbral
		ALT1
3	9,0	1.962
6	12,0	1.966
9	15,0	1.969
12	18,0	1.972
15	21,0	1.975
Cota Fondo		1.919

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de Ingeniería

Las Figuras 2.4.2.2-1, 2.4.2.2-2 y 2.4.2.2-3 muestran las distintas zonas asociadas al sitio de presa y área de inundación.

FIGURA 2.4.2.2-1
LADERA SUR DEL SITIO ALT1 DE PRESA



Fuente: Elaborado por GEOFUN

FIGURA 2.4.2.2-2
CAJA RÍO DEL SITIO ALT1 DE PRESA



Fuente: Elaborado por GEOFUN

FIGURA 2.4.2.2-3
HACIA AGUAS ABAJO DEL SITIO ALT1 DE PRESA



Fuente: Elaborado por GEOFUN

b. Obras Asociadas a la Presa y Sus Obras Anexas

b.1 Túnel de Desvío

Para desviar las aguas durante la construcción de las obras se proyectó, en forma preliminar, una túnel de desvío dimensionado de acuerdo a lo indicado por el Reglamento de Obras Mayores de la DGA el cual señala que el período de retorno asociado a la crecida de diseño para la desviación del escurrimiento durante el período de construcción deberá determinarse de modo tal que el riesgo hidrológico no sea mayor al 10%. Según lo anterior el período de retorno asociado debiese ser de 20 años. Del estudio de crecidas se tiene que el caudal asociado a dicho periodo es de 41,0 m³/s para esta alternativa. Finalmente se proyectó un túnel de medio punto a través de la montaña en donde se apoya el muro CFGD con escurrimiento a superficie libre

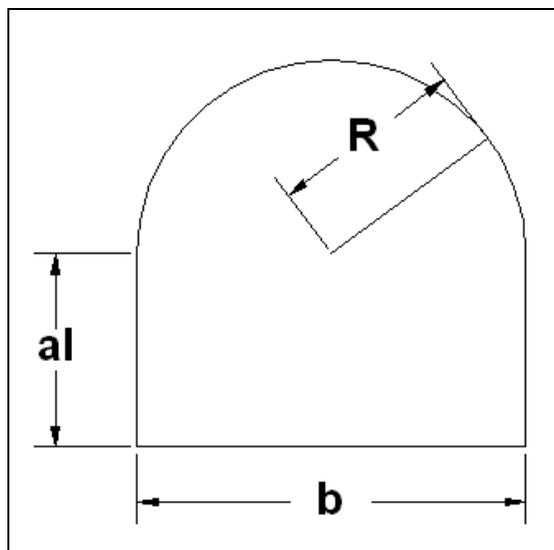
Bajo los criterios anteriores se obtuvieron las dimensiones de la obra de desvío presentadas en el Cuadro 2.4.2.2-2 y graficadas en la Figura 2.4.2.2-4.

CUADRO 2.4.2.2-2
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LA OBRA DE DESVÍO

Variable	ALT1
Caudal de diseño Q (m ³ /s)	41,0
Tipo	Túnel de Medio Punto
Dimensiones	3,5X3,5
Pendiente túnel i	0,006
Rugosidad del túnel n	0,018
Base del túnel b (m)	3,5
Caudal por unidad de ancho q (m ³ /s/m)	11,7
Número de Froude	0,8
Radio de cielo del túnel R (m)	1,8
Altura de Muro vertical del túnel al (m)	1,8
Altura de escurrimiento normal hn (m)	2,75
Relación hn/D; hn/D _{tun}	0,79
Relación At/A	0,86
Velocidad de Escurrimiento (m/s)	4,4

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

FIGURA 2.4.2.2-4
DIMENSIONES TÚNEL MEDIO PUNTO ALT 1



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

b.2 Aliviadero

Para el aliviadero o vertedero, en este caso lateral, se consideró preliminarmente las dimensiones y caudal de diseño que se muestran en el Cuadro 2.4.2.2-3.

CUADRO 2.4.2.2-3
CARGA SOBRE VERTEDERO, CAUDAL DE DISEÑO

Alternativa	Q Diseño (m ³ /s)	Largo "L" del Vertedero (m)	alto "h" (m)
ALT1	180	20	5,5

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

c. Obras Complementarias al Embalse

Como obra complementaria al embalse se contempla la reposición de la ruta A-459, que quedaría sumergida por las aguas, para ello se ha realizado una variante de 1.925 m de largo. Además se han proyectado los accesos al pie de la presa el cual tendría una longitud de 951 m. El nuevo trazado de la variante de camino se presenta en la Figura 2.4.2.2-5.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Se considera que los caminos serán de “Desarrollo”, de acuerdo al Manual de Carreteras, con una velocidad media de proyecto de 30 km/h. Se aplicarán los siguientes parámetros mínimos para su Proyección.

- Distancia de parada: 25 m
- Distancia de adelantamiento: 180 m
- Radio mínimo en curva: 25 m
- Pendiente Máxima: 12%

FIGURA 2.4.2.2-5
VARIANTE DE CAMINO ALTERNATIVA 1



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

2.4.2.3. Alternativa 2

a. Muro y Área de Inundación

Se encuentra ubicada a unos 3,9 km aguas abajo de la confluencia entre la Quebrada de Aroma y la Quebrada de Sapte. Su área de inundación corresponde a 130,25 ha aproximadamente.

Esta alternativa se encuentra en una angostura promedio de aproximadamente 130 m de ancho. En el lecho del río se observa grava arenosa y una mayor cantidad de bloques sueltos de conglomerado, probablemente arrastrados por el agua hasta este sector más angosto del río. Las laderas presentan taludes de 60° a 80° aproximadamente. La relación agua-muro es de 11,3 (Volumen de Agua Embalsada v/s Volumen de Muro).

La impresión que se tiene al observar el valle es que la interfase entre el conglomerado y la roca volcánica adopta una forma curva que penetra gradualmente en el lecho del río. La ladera derecha del valle (norte) cambia a un color gris oscuro y se observa con un talud muy abrupto. Tanto el túnel de desviación como el vertedero de crecidas deben ser ubicados en el estribo izquierdo (sur) para conseguir la menor longitud. Se estima que es factible construir una presa CFGD. En el sitio de presa no se observaron factores de riesgo tales como derrumbes, taludes inestables ni empalmes con quebradas de gran aporte.

Para definir la altura de coronamiento de esta alternativa, se consideraron volúmenes útiles de 3 a 15 hm³, un volumen muerto de 6 hm³ y una revancha de 5 m según el tipo de vertedero que se consideró (frontal). Todos los cálculos y diseños se realizaron sobre la superficie definida a partir de los levantamientos topográficos indicados en la Etapa 4.

Para caracterizar las curvas de “costo v/s altura de muro” se consideraron volúmenes útiles de 3, 6, 9, 12 y 15 hm³. En el Cuadro 2.4.2.3-1 se muestra el volumen umbral (Volumen Muerto + Volumen Útil) asociado a dichos volúmenes útiles, sus cotas de fondo y la cota de umbral.

CUADRO 2.4.2.3-1
RESUMEN DE VOLÚMENES Y COTAS ASOCIADAS

Volumen Útil (hm ³)	Volumen Umbral (hm ³)	Cota Umbral
		ALT2
3	9,0	1.959
6	12,0	1.963
9	15,0	1.967
12	18,0	1.970
15	21,0	1.973
Cota Fondo		1.910

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de Ingeniería

Las Figuras 2.4.2.3-1, 2.4.2.3-2 y 2.4.2.3-3 muestran las distintas zonas asociadas al sitio de presa y área de inundación.

FIGURA 2.4.2.3-1
DESDE AGUAS ARRIBA DEL SITIO ALT2 DE PRESA



Fuente: Elaborado por GEOFUN

FIGURA 2.4.2.3-2
LADERA IZQUIERDA DEL SITIO ALT2 DE PRESA



Fuente: Elaborado por GEOFUN

FIGURA 2.4.2.3-3
LADERA DERECHA DEL SITIO ALT2 DE PRESA



Fuente: elaborado por GEOFUN

b. Obras asociadas a la presa y sus obras anexas

b.1 Túnel de desvío

Para desviar las aguas durante la construcción de las obras se proyectó, en forma preliminar, una túnel de desvío dimensionado de acuerdo a lo indicado por el Reglamento de Obras Mayores de la DGA el cual señala que el período de retorno asociado a la crecida de diseño para la desviación del escurrimiento durante el período de construcción deberá determinarse de modo tal que el riesgo hidrológico no sea mayor al 10%. Según lo anterior el período de retorno asociado debiese ser de 20 años. Del estudio de crecidas se tiene que el caudal asociado a dicho periodo es de 41,0 m³/s para esta alternativa. Finalmente se proyectó un túnel de medio punto a través de la montaña en donde se apoya el muro CFGD con escurrimiento a superficie libre

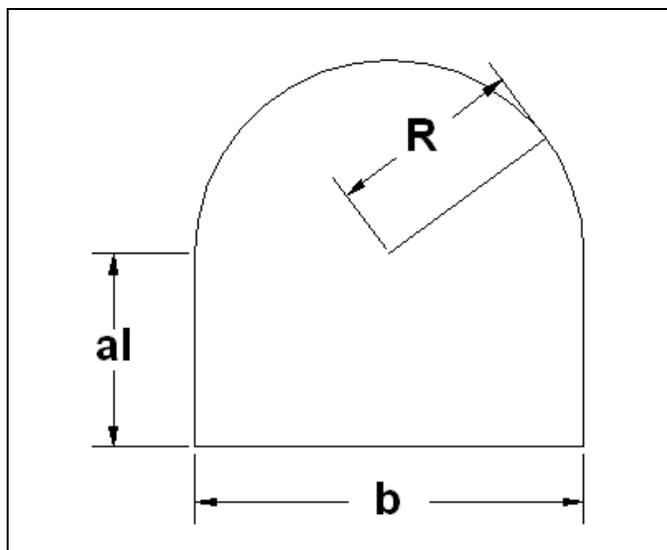
Bajo los criterios anteriores se obtuvieron las dimensiones de la obra de desvío presentadas en el Cuadro 2.4.2.3-2 y graficadas en la Figura 2.4.2.3-4.

CUADRO 2.4.2.3-2
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LA OBRA DE DESVÍO

Variable	ALT2
Caudal de diseño Q (m ³ /s)	41,0
Tipo	Túnel de Medio Punto
Dimensiones	3,5X3,5
Pendiente túnel i	0,006
Rugosidad del túnel n	0,018
Base del túnel b (m)	3,5
Caudal por unidad de ancho q (m ³ /s/m)	11,7
Número de Froude	0,8
Radio de cielo del túnel R (m)	1,8
Altura de Muro vertical del túnel al (m)	1,8
Altura de escurrimiento normal hn (m)	2,75
Relación hn/D; hn/D _{tun}	0,79
Relación At/A	0,86
Velocidad de Escurrimiento (m/s)	4,4

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

**FIGURA 2.4.2.3-4
 DIMENSIONES TÚNEL MEDIO PUNTO ALT 2**



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

b.2 Aliviadero

Para el aliviadero o vertedero, en este caso frontal, se consideró preliminarmente las dimensiones y caudal de diseño que se muestran en el Cuadro 2.4.2.3-3

**CUADRO 2.4.2.3-3
 CARGA SOBRE VERTEDERO, CAUDAL DE DISEÑO**

Alternativa	Q Diseño (m ³ /s)	Largo "L" del Vertedero (m)	alto "h" (m)
ALT2	180	20	5,5

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

d. Obras Complementarias al Embalse

Como obra complementaria al embalse se contempla la reposición la ruta A-459, que quedaría sumergida por las aguas, para ello se ha realizado una variante de 1.925 m de largo. Además se han proyectado los accesos al pie de la presa el cual tendría una longitud de 1.313 m. El nuevo trazado de la variante de camino se presenta en la Figura 2.4.2.3-5.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Se considera que los caminos serán de “Desarrollo”, de acuerdo al Manual de Carreteras, con una velocidad media de proyecto de 30 km/h. Se aplicarán los siguientes parámetros mínimos para su Proyección.

- Distancia de parada: 25 m
- Distancia de adelantamiento: 180 m
- Radio mínimo en curva: 25 m
- Pendiente Máxima: 12%

FIGURA 2.4.2.3-5
VARIANTE DE CAMINO ALTERNATIVA 2



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

2.4.2.4. Alternativa 3

a. Muro y Área de Inundación

Se encuentra ubicada a unos 4,1 km aguas abajo de la confluencia entre la Quebrada de Aroma y la Quebrada de Sapte. Su área de inundación corresponde a 127,79 ha aproximadamente.

Esta alternativa se encuentra en una angostura promedio de aproximadamente 125 m de ancho. En el lecho del río se observa abundantes bloques sueltos de conglomerado y roca volcánica de color rosado pálido. Las laderas presentan taludes de 60° y 70° aproximadamente. La relación agua-muro es de 116,3 (Volumen de Agua Embalsada v/s Volumen de Muro).

Ambas laderas corresponden a roca volcánica de color rosado pálido, cubierta parcialmente con sedimentos de la misma roca provenientes de zonas de mayor cota. La parte superior de la ladera izquierda (sur) se observa muy agrietada e inestable. Se presume que los bloques de color rosado que existen en el lecho del río se originaron en este sector del valle. Se estima factible construir una presa CFGD.

Para definir la altura de coronamiento de esta alternativa, se consideraron volúmenes útiles de 3 a 15 hm³, un volumen muerto de 6 hm³ y una revancha de 5 m según el tipo de vertedero que se consideró (frontal). Todos los cálculos y diseños se realizaron sobre la superficie definida a partir de los levantamientos topográficos indicados en la Etapa 4.

Para caracterizar las curvas de “costo v/s altura de muro” se consideraron volúmenes útiles de 3, 6, 9, 12 y 15 hm³. En el Cuadro 2.4.2.4-1 muestra el volumen umbral (Volumen Muerto + Volumen Útil) asociado a dichos volúmenes útiles, sus cotas de fondo y la cota de umbral.

CUADRO 2.4.2.4-1
RESUMEN DE VOLÚMENES Y COTAS ASOCIADAS

Volumen Útil (hm ³)	Volumen Umbral (hm ³)	Cota Umbral
		ALT3
3	9,0	1.958
6	12,0	1.962
9	15,0	1.966
12	18,0	1.969
15	21,0	1.972
Cota Fondo		1.905

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de Ingeniería

Las Figuras 2.4.2.4-1 y 2.4.2.4-2 muestran las distintas zonas asociadas al sitio de presa y área de inundación.

FIGURA 2.4.2.4-1
SITIO ALT3 DE PRESA



Fuente: Elaborado por GEOFUN.

FIGURA 2.4.2.4-2
BLOQUES SUELTOS SITIO ALT3 DE PRESA



Fuente: Elaborado por GEOFUN.

Una descripción más detallada de cada alternativa se presentará en el siguiente informe de avance del EAA, en concordancia con los avances del volumen de ingeniería, incluyendo: las obras asociadas a la presa y sus obras anexas, las obras de entrega y distribución del agua, yacimientos y empréstitos de material, interferencias.

b. Obras Asociadas a la Presa y sus Obras Anexas

b.1 Túnel de Desvío

Para desviar las aguas durante la construcción de las obras se proyectó, en forma preliminar, una túnel de desvío dimensionado de acuerdo a lo indicado por el Reglamento de Obras Mayores de la DGA el cual señala que el período de retorno asociado a la crecida de diseño para la desviación del escurrimiento durante el período de construcción deberá determinarse de modo tal que el riesgo hidrológico no sea mayor al 10%. Según lo anterior el período de retorno asociado debiese ser de 20 años. Del estudio de crecidas se tiene que el caudal asociado a dicho periodo es de 41,0 m³/s para esta alternativa. Finalmente se proyectó un túnel de medio punto a través de la montaña en donde se apoya el muro CFGD con escurrimiento a superficie libre. Bajo los criterios anteriores se obtuvieron las dimensiones de la obra de desvío presentadas en el Cuadro 2.4.2.4-2 y graficadas en la Figura 2.4.2.4-3.

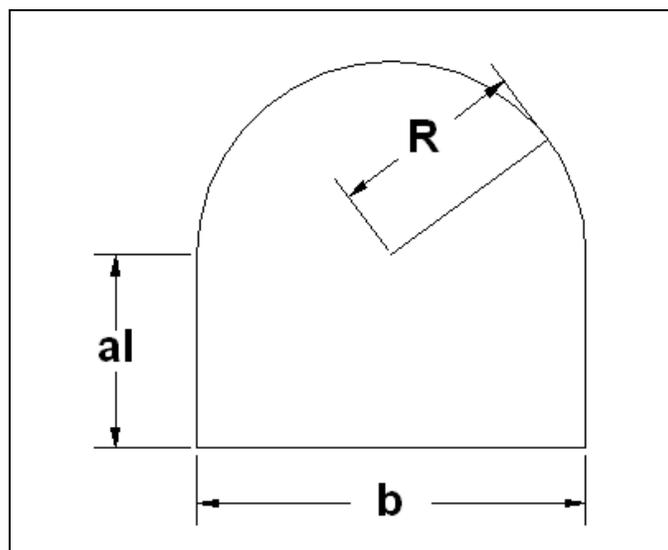
CUADRO 2.4.2.4-2
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LA OBRA DE DESVÍO

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Variable	ALT3
Caudal de diseño Q (m ³ /s)	41,0
Tipo	Túnel de Medio Punto
Dimensiones	3,5X3,5
Pendiente túnel i	0,006
Rugosidad del túnel n	0,018
Base del túnel b (m)	3,5
Caudal por unidad de ancho q (m ³ /s/m)	11,7
Número de Froude	0,8
Radio de cielo del túnel R (m)	1,8
Altura de Muro vertical del túnel al (m)	1,8
Altura de escurrimiento normal hn (m)	2,75
Relación hn/D; hn/D _{tun}	0,79
Relación At/A	0,86
Velocidad de Escurrimiento (m/s)	4,4

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

FIGURA 2.4.2.4-3
DIMENSIONES TÚNEL MEDIO PUNTO ALT 3



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

b.2 Aliviadero

Para el aliviadero o vertedero, en este caso frontal, se consideró preliminarmente las dimensiones y caudal de diseño que se muestran en el Cuadro 2.4.2.4-3

CUADRO 2.4.2.4-3
CARGA SOBRE VERTEDERO, CAUDAL DE DISEÑO

Alternativa	Q Diseño (m³/s)	Largo "L" del Vertedero (m)	alto "h" (m)
ALT3	180	20	5,5

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

c. Obras Complementarias al Embalse

Como obra complementaria al embalse se contempla la reposición la ruta A-459, que quedaría sumergida por las aguas, para ello se ha realizado una variante de 1.925 m de largo. Además se han proyectado los accesos al pie de la presa el cual tendría una longitud de 1.237 m. El nuevo trazado de la variante de camino se presenta en la Figura 2.4.2.4-4.

Se considera que los caminos serán de “Desarrollo”, de acuerdo al Manual de Carreteras, con una velocidad media de proyecto de 30 km/h. Se aplicarán los siguientes parámetros mínimos para su Proyección.

- Distancia de parada: 25 m
- Distancia de adelantamiento: 180 m
- Radio mínimo en curva: 25 m
- Pendiente Máxima: 12%

FIGURA 2.4.2.4-4
VARIANTE DE CAMINO ALTERNATIVA 3



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

2.4.3. Obras Comunes a Todas las Alternativas

2.4.3.1. Obras de Entrega y Distribución del Agua

Luego de analizar la infraestructura de los canales existentes en la zona de estudio y estimar los caudales que transportarían cada uno de estos, se concluye que no es necesario realizar nuevos trazados para satisfacer la demanda de agua del sector agrícola de la parte alta del valle (sector 1) pero si se propone realizar un mejoramiento de ellos, revistiéndolos en todo su desarrollo ya que de esta manera se mejora su conducción, se facilita su limpieza y perdurabilidad. Los diseños de los canales que conformarían la red de distribución del sector 1 de riego se resumen en el Cuadro 2.4.3.1-1.

CUADRO 2.4.3.1-1
RESUMEN RESULTADOS CANALES SECTOR 1 DE RIEGO

Canal	Caudal de Diseño (L/s)	Pendiente promedio	Altura normal promedio (m)	Ancho máx. canal (m)	Ancho mín. canal (m)	Altura máx. canal (m)	Altura mín. canal (m)	Velocidad máx. (m/s)
Pailca	60	0,015	0,17	0,30	0,30	0,40	0,30	1,33
Cala Cala 1	60	0,013	0,22	0,40	0,30	0,40	0,20	1,00
Cala Cala 2	60	0,026	0,16	0,40	0,30	0,40	0,20	1,49
Ariquilda 1	70	0,004	0,29	0,40	0,30	0,50	0,30	0,78
Ariquilda 3	72	0,023	0,20	0,30	0,30	0,40	0,30	1,25
Ariquilda 4	60	0,020	0,15	0,30	0,30	0,40	0,20	1,50

Fuente: Elaboración propia en base a Estudio de Ingeniería

Respecto a la zona de expansión agrícola propuesta en el sector de Cerro Unitas se propone el trazado de dos tuberías de 26 y 19,6 kilómetros. La primera entre el sector de Ariquilda y Curaña a la cual se le denomina conducción ARI-CU y la segunda entre Curaña y Cerro Unitas (Conducción CU-C.U.).

La conducción ARI-CU capta las aguas inmediatamente aguas abajo del sector de riego de Ariquilda y las entrega al canal CU-C.U. A lo largo de su desarrollo cruza dos quebradas las cuales se atravesarían por medio de sifones denominados Sifón 1 y 2. La topografía disponible (modelo de elevación Google Earth) permite separar la conducción en 5 tramos caracterizados por su pendiente media. En el Cuadro 2.4.3.1-2 se resumen las características principales de la conducción y en la Figura 2.4.3.1-1 se muestra el trazado aproximado de estos canales de conducción nuevos.

Los tramos y sifones deben tener una cámara de carga al inicio y al final que permita los cambios de diámetro de la conducción.

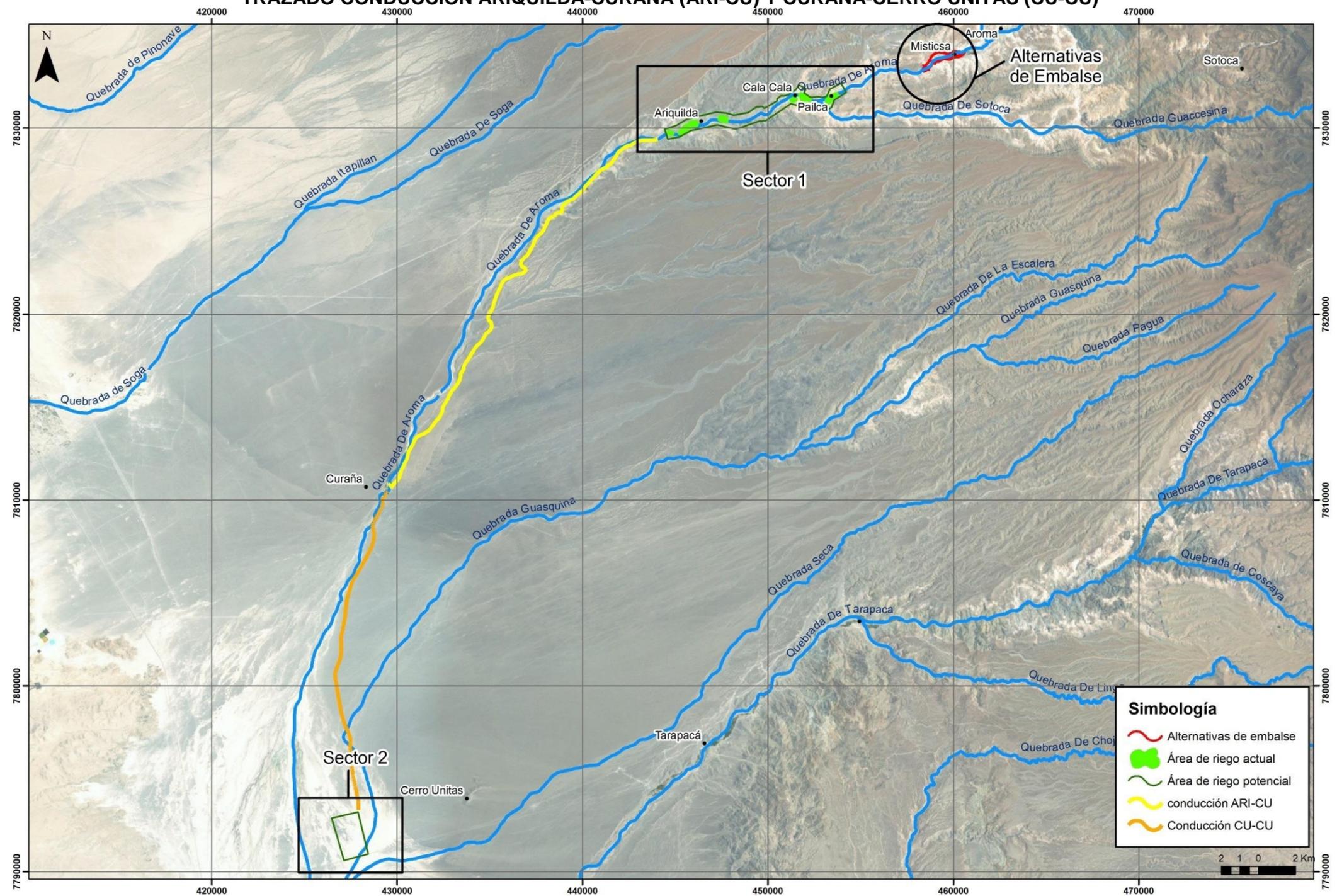
CUADRO 2.4.3.1-2
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES CONDUCCIÓN ARI-CU

Tramo	pendiente media	Largo (m)
Tramo 1	0,003	9.500
Tramo 2	0,002	1.800
Tramo 3	0,028	2.400
Tramo 4	0,059	1.300
Tramo 5	0,020	10.328
Sifón 1	-	300
Sifón 2	-	500
Total		26.128

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, la conducción CU-C.U. recibe las aguas de la conducción ARI-CU y las conduce hasta el sector de expansión agrícola, donde entrega las aguas a dos canales secundarios, que se encargan de distribuir las aguas. En esta conducción se considera un solo tramo.

FIGURA 2.4.3.1-1
 TRAZADO CONDUCCIÓN ARIQUILDA-CURAÑA (ARI-CU) Y CURAÑA-CERRO UNITAS (CU-CU)



Fuente: Elaboración propia en base a estudio de ingeniería.

2.4.3.2. Yacimientos y Empréstitos de Material

Las faenas constructivas vinculadas a la futura materialización de las diversas obras civiles contempladas en este proyecto, objeto del presente estudio, generarán importantes demandas tanto de materiales granulares (en términos de calidad y cantidad o cubicación) para la construcción de la presa y obras anexas, como configuración directa de terraplenes, rellenos, cimientos); áridos para la preparación de hormigones de diversas calidades y enrocados para la construcción de eventuales ataguías destinadas a la desviación temporal de las aguas de la Quebrada de Aroma y defensas fluviales.

La determinación de la tipología, características granulométricas, comportamientos geotécnicos en obras y volúmenes finales demandados, estará condicionada al tipo de presa seleccionada.

A continuación, se proporcionan localizaciones y caracterizaciones de sitios y materiales que, preliminarmente, podrían satisfacer a cabalidad las diversas demandas precedentemente consignadas.

Áridos y Agregados Granulares

Se estima que la producción de estos materiales, destinados a satisfacer las futuras demandas del Proyecto, podrían ser satisfechas a partir de extracciones selectivas (tamizado y eliminación de fracciones finas) focalizadas en depósitos granulares fluviales a fluvioaluviales que participan tanto de remanentes bien conservados de elongados segmentos de terrazas marginales, como del actual cauce de la Quebrada de Aroma, *Qfa* y *Qfca*

En cuando al suministro de áridos para la preparación de hormigones de alta resistencia, no debería ser desatendida la alternativa de producirlos a partir de la trituración o chancado de “sobretamaños”, correspondientes a bolones con diámetros > 20 a 25 cm, correspondientes a verdaderos “rechazos” de las plantas de proceso y tratamiento de materiales granulares (ver Figura 2.4.3.2-1, como ejemplo). Invariablemente, se trataría de materiales pétreos constituidos por rodados resistentes, densos, no absorbentes, estables e indivisibles.

FIGURA 2.4.3.2-1
POSIBILIDAD DE ZONA DE EXTRACCIÓN DE ARIDOS Y AGREGADOS GRANULARES, VISTA AGUAS ARRIBA EJE ALTERNATIVA 1



Vista hacia aguas arriba por eje de quebrada Sagpe o San Antonio, que 350 m aguas arriba de la ALT1, descarga al margen derecho de la Quebrada de Aroma. Extenso depósitos de materiales granulares de tipo aluvial, consistente en ripios, gravas y arenas muy gruesas, sueltas, acompañadas de abundantes bloques heterocomposicionales, de diversas forma y tamaños, densos, inalados, muy resistentes, sometidos a recurrentes removilizaciones por crecidas torrenciales, durante el invierno boliviano. Eventualmente, podrían satisfacer demandas de materiales para el diseño y materialización de una presa del tipo CFGD.

Fuente: Elaboración Propia.

Enrocados

Frente a la carencia a distancias convenientes de materiales rocosos alternativos, para satisfacer eventuales suministros de enrocados para la configuración de ataguías temporales involucradas en el control (desvío) temporal del actual cauce de la Quebrada de Aroma, durante las faenas constructivas de la presa, se estima que no debería ser desatendida la alternativa de evaluar su extracción a partir de rocas brechosas, macizos, bastante densas, inalteradas, poco fracturadas, semiconsolidadas, expuestas en torno al apoyo izquierdo de la ALT2, Figura 2.4.3.2-2. En este caso, las señaladas actividades deberían incluir una rigurosa zonificación previa de los materiales y posterior rigurosa planificación de las voladuras, (diagramas de disparos y tipo y energía de las “cargas” de explosivos), orientadas a garantizar la efectiva producción de bloques con tamaños, formas y pesos, compatibles con las exigencias para su uso como enrocados.

FIGURA 2.4.3.2-2
POSIBILIDAD DE ZONA DE ENROCADOS SEGMENTO BASAL LADERA IZQUIERDA ALTERNATIVA 2



Segmento basal de la ladera izquierda de la Quebrada de Aroma, inmediatamente aguas abajo del estribo de la ALT2. Expone rocas brechosas, petrográficamente uniformes, densas, inalteradas, resistentes, geomecánicamente competentes; adecuadas para satisfacer eventuales demandas de enrocados para la construcción de presas, ataguías para el desvío temporal del cauce de la Quebrada de Aroma y/o estructuras de protección.

Fuente: Elaboración Propia.

2.5. *caracterización general de la zona de riego beneficiada*

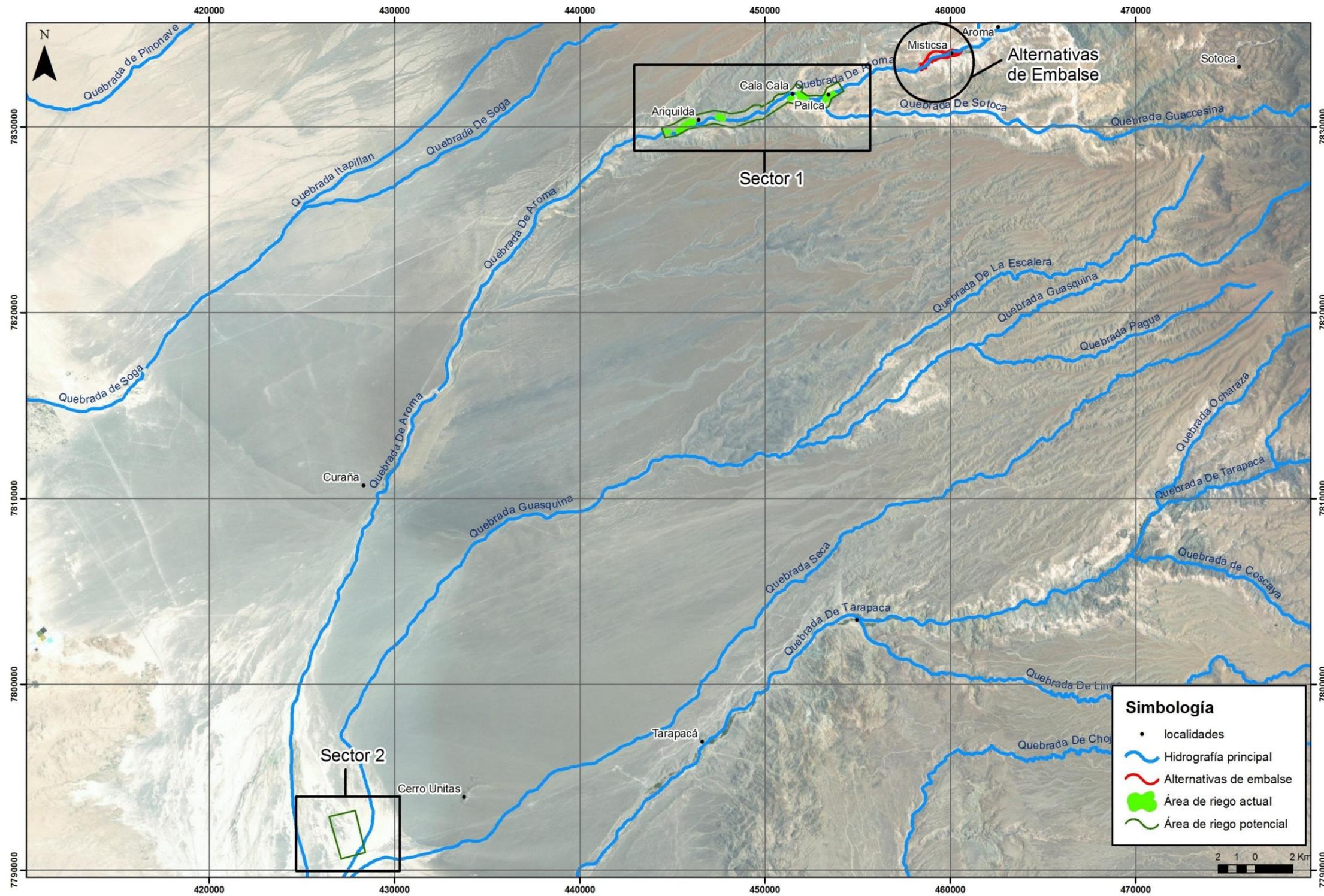
El área de influencia directa corresponde a las zonas ubicada en la quebrada de Aroma que se abastecen por la red de canales que captan recursos directamente del cauce principal. Además se considera la zona potencial de expansión agrícola ubicada en el kilómetro 10 de la ruta CH-15 (Huara- Colchane).

En estos sectores se encuentran los predios potencialmente beneficiados por el potencial embalse en conformidad con los derechos de aguas constituidos y el plan de desarrollo agrícola que el Estado pretende impulsar en la región.

El estudio Agroeconómico realizado en la presente consultoría, ha delimitado la zona de riego actual y una envolvente del área de riego potencial, lo que puede verse en la Figura 2.5-1.

FIGURA 2.5-1
ZONA DE RIEGO BENEFICIADA

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia en base a estudio agroeconómico

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

Los potenciales beneficiados del proyecto se pueden clasificar en tres grupos:

- Propietarios de terrenos del sector 1, al interior del valle de Aroma, los que poseen derechos de aprovechamiento de aguas desde la quebrada de Aroma, los que se agrupan en 8 predios, algunos de los cuales actualmente se encuentra sin actividad productiva. En total corresponden a 41,5 ha aproximadas.
- Miembros de las asociaciones indígenas Valle Verde de Pachica y Chacareros de Puchuldiza, ubicados en el sector 2, los que poseen un terreno en concesión del Ministerio de Bienes Nacionales que hace 10 años fue objeto de una iniciativa agrícola, con cultivos de maravilla, que solo duró un año y con una muy baja participación de los comuneros. Si bien en los listados obtenidos en CONADI se registran 70 miembros en total, los dirigentes de las asociaciones han manifestado que no se encuentran en condiciones de confirmar esta cifra, ni menos describir la cantidad y ubicación predial en este terreno. No obstante lo anterior, la Asociación Indígena Valle Verde posee derechos de aprovechamiento de aguas constituidos, en tanto que la Asociación Indígena Chacareros de Puchuldiza se encuentra tramitando su inscripción en el conservador de bienes raíces de Pozo Almonte y la Dirección General de Aguas. En total este sector corresponde a 650 ha aproximadas.
- Personas potencialmente favorecidas por programas públicos de asignación de terrenos y derechos de aprovechamiento de aguas, que se efectuarían al finalizar todas las fases de evaluación contempladas por el Ministerio de Desarrollo Social, en terrenos aledaños a la zona concesionada de las asociaciones anteriormente mencionadas. En el presente estudio de prefactibilidad se determinará la cantidad y superficie de los predios factibles de abastecer con riego seguro, además de sugerir los criterios de selección para los posibles beneficiarios.

El uso de suelo de la zona de riego actual (Sector 1) fue obtenido a partir de la realización de encuestas agroeconómicas a todos los propietarios. Los resultados de dichas encuestas se encuentran subdivididos en 4 tipos de estratos prediales los que se definen a continuación:

- **Estrato de tamaño 1:** Predios de tamaño menor o igual a 1. Se caracterizan por ser predios de subsistencia.
- **Estrato de tamaño 2:** Predios de tamaño mayor a 1 ha y menor o igual a 5 ha. Corresponden a pequeños agricultores, los que mantienen una agricultura familiar campesina.
- **Estrato de tamaño 3:** Predios de tamaño mayor a 5 ha y menor o igual a 10 ha. Estos predios incluyen mayoritariamente a parcelas agrícolas.
- **Estrato de tamaño 4:** Predios de tamaño mayor a 10 ha. Son predios que se considerarán como “grandes” para la zona.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Los resultados del uso actual del suelo se pueden observar en el Cuadro 2.5-1

CUADRO 2.5-1
USO ACTUAL DEL SUELO

Estrato	Riego con Agua Superficial		Indirectamente productiva		Sin uso potencialmente Regable		Improductiva		Suma de Total (ha)	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
E1	2,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	100,0
E2	2,5	38,5	0,0	0,0	4,0	61,5	0,0	0,0	6,5	100,0
E3	9,5	45,2	0,0	0,0	7,5	35,7	4,0	19,0	21,0	100,0
E4	6,0	50,0	0,0	0,0	3,0	25,0	3,0	25,0	12,0	100,0
Total	20,0	48,2	0,0	0,0	14,5	34,9	7,0	16,9	41,5	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a estudio agroeconómico.

En el cuadro anterior, es posible apreciar a primera vista la escasa actividad agrícola, ligado principalmente a la escasez de agua, además de la historia y la cultura imperante en la zona.

2.6. Situación Actual de los derechos de agua

Revisados los antecedentes documentales con que se trabajó, básicamente constituidos por inscripciones de derechos de aprovechamiento en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Pozo Almonte, como asimismo hecha la revisión pertinente en Oficinas de la Dirección General de Aguas, tanto en Iquique como en Santiago, es posible formular las siguientes observaciones:

1. Básicamente, la propiedad sobre los derechos de aprovechamiento de aguas, en lo concerniente al proyecto, recae sobre derechos de tipo superficial, tanto en forma de extracciones comunitarias como individuales, siendo un mínimo – prácticamente carente de relevancia – los derechos de tipo subterráneos
2. Esta propiedad se encuentra fuertemente consolidada, en el sentido que se trata de derechos con sus pertinentes inscripciones asentadas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Pozo Almonte.
3. En lo que tiene relación con peticiones en actual tramitación, debe tenerse claro que ellas se encuentran básicamente abandonadas desde hace largo tiempo ante el Juzgado de Letras de la misma ciudad, autoridad que no ha tenido ocasión de pronunciarse sobre las mismas, ya sea denegándolas o acogéndolas, al dictar una sentencia que reconozca un derecho sometido a regularización ante esa instancia, de modo que, por el momento, no representan riesgo de oposición al proyecto, toda vez que se trata de peticionarios que aún no son titulares de derechos.
4. Lo de mayor trascendencia y que contribuye a avalar la factibilidad del proyecto, está constituido por el hecho que el Río Aroma no se encuentra con declaración de agotamiento

por parte de la Dirección General de Aguas, lo que posibilita la solicitud de derechos de tipo superficial sobre dicho curso o sus afluentes, a lo que debe agregarse que tampoco la zona del proyecto cuenta con declaración de área de restricción para el otorgamiento de derechos subterráneos.

En otras palabras, es posible solicitar el otorgamiento de derechos superficiales para el proyecto, toda vez que el río no está legalmente agotado, y a su vez, la inexistencia de área de restricción contribuye a un esperable ambiente favorable para la concreción de dicho proyecto.

2.7. *potenciales expropiaciones*

La superficie a expropiar corresponde a la superficie inundada por el embalse más la superficie ocupada por las obras anexas. Para ello se realizó una medición de la superficie a expropiar que se muestra en el Cuadro 2.7-1.

El lugar en que se encuentra en el sitio del embalse propuesto, en un escenario de máxima capacidad corresponde a Bienes Nacionales para las 3 alternativas estudiadas.

Respecto a la valorización de los terrenos, se realizó una revisión de los libros de propiedad en el CBR de Pozo Almonte, donde no se registran compraventas en el valle de Aroma.

CUADRO 2.7-1
PROPIEDADES AFECTAS A EXPROPIACIÓN

LOTEO	Nº ROL DE AVALÚO SEGÚN SII	NOMBRE DEL PROPIETARIO SEGÚN SII	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	COMUNA	DIRECCIÓN O NOMBRE DE LA PROPIEDAD	SUPERFICIE TOTAL EXPROPIACIÓN (ha)	OBSERVACIÓN
1	SIN ROL	B.N.U.P	BIENES NACIONALES	HUARA	-	138,29	MURO ALTERNATIVA 1
2	SIN ROL	B.N.U.P	BIENES NACIONALES	HUARA	-	125,80	MURO ALTERNATIVA 2
3	SIN ROL	B.N.U.P	BIENES NACIONALES	HUARA	-	128,71	MURO ALTERNATIVA 3
4	SIN ROL	B.N.U.P	FISCO	HUARA	-	3,30	CAMINO ALTERNATIVO

Fuente: Elaboración propia.

3. Metodología General del Estudio de Análisis Ambiental

3.1. *introducción*

La Evaluación de Impactos es llevada 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, que fue desarrollado por el Gobierno Regional de la Región Metropolitana, la 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 en lo que sigue.

3.2. *Paso 1: Definición de la Sensibilidad Ambiental*

3.2.1. Aspectos Generales

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 el área de influencia, según los atributos de Vulnerabilidad e Importancia Ecológica, que se explican a continuación.

3.2.2. 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).

3.2.3. 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.

3.3. 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 3.3-1, 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 3.3-1 ESCALAS DE VALORACIÓN PARA CRITERIOS DE AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

CUADRO 3.3-1
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.

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

3.4. Paso 3: Evaluación de Intensidad de Impactos Ambientales Potenciales

Al enfrentar “Sensibilidad Ambiental” del componente con “Agresividad Ambiental de las Actividad” se obtiene como resultado la Intensidad del Impacto Potencial ya identificado. Por

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

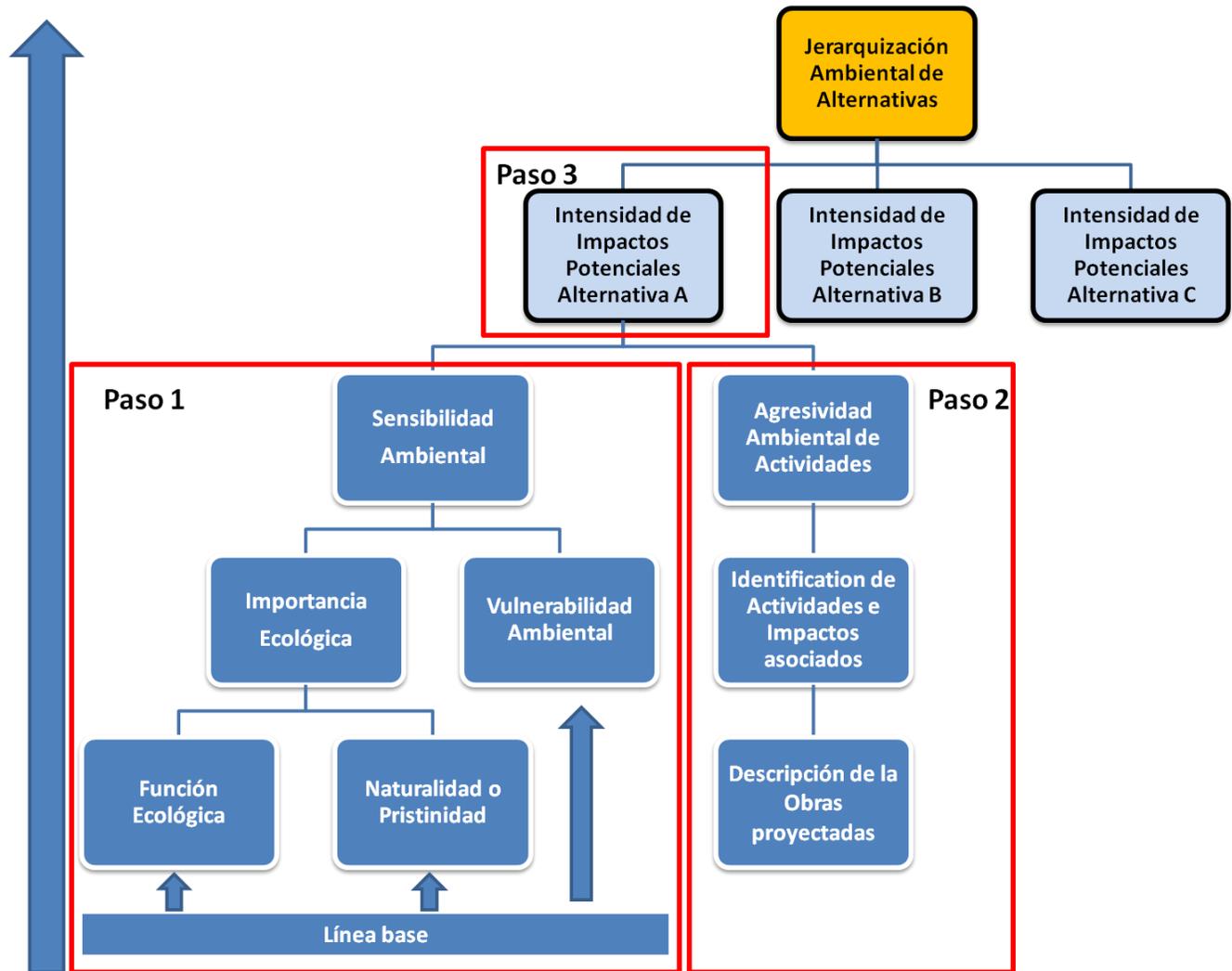
ejemplo, si se tiene el caso de que el componente Flora y Vegetación presenta Sensibilidad Ambiental nivel 5 (Muy Alta) por poseer especies en peligro de extinción y endémicas, y se viera enfrentado con la actividad “Roce de vegetación”, cuya Agresividad también es 5 (Muy Alta), el Impacto resultante (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”).

En caso que existan alternativas de obras es posible establecer diferencias y jerarquizar que alternativa es la mejor desde el punto de vista de minimizar los impactos producto de las actividades que se proponen. De esta forma se presenta en la Figura 3.4-1 un esquema que resume en forma general el método propuesto.

En este primer avance del estudio de análisis ambiental se realizarán los pasos 1 y 2 para los componentes abordados en esta entrega. La determinación de la intensidad de impactos ambientales potenciales se realizará en la etapa siguiente del estudio.

FIGURA 3.4-1
 ESQUEMA METODOLOGÍA JERARQUIZACIÓN DE ALTERNATIVAS



Fuente: Elaboración propia.

4. Caracterización de la línea de base del área de influencia

4.1. Aspectos generales

La línea de base del estudio ha sido realizada de acuerdo a la priorización de alternativas de embalses del estudio para las alternativas: ALT1 a ALT3.

Cabe considerar que los muros de los sitios de embalse mencionados se encuentran cercanos geográficamente y el área de inundación prácticamente es coincidente para todas las alternativas. Debido a lo anterior es que la línea de base puede no presentar mayores diferencias entre las alternativas, sin embargo los resultados son mostrados por alternativa tal y como lo indica los términos de referencia de este estudio

4.2. Medio físico

4.2.1. Hidrología

4.2.1.1. Antecedentes Generales

El componente hidrológico adquiere particular importancia en los climas más desérticos por ser un recurso particularmente escaso y por ende valioso. Los impactos ambientales que acarrea la afectación de esta componente sobre ecosistemas naturales son los más importantes en este tipo de proyectos y constituyen el principal sacrificio o costo ambiental. En general la descripción de la hidrología se traduce en una estimación de caudales (disponibilidad hidrológica).

El objetivo de la caracterización de la Hidrología del área de estudio es lograr describir y analizar la red hidrológica asociada a este proyecto considerando la disponibilidad y fuente de abastecimiento local del recurso.

4.2.1.2. Área de Influencia

El área de influencia directa está dada por las cuencas aportantes de cada una de las alternativas más el cauce hacia aguas abajo del muro hasta el sector de Cerro Unitas. No se considera área de influencia indirecta. En este caso, como la ubicación de los muros es tan cercana una de otra, la cuenca aportante es coincidente

4.2.1.3. Metodología

a) Recursos Hídricos Superficiales

La caracterización de este componente fue hecha a partir de la versión preliminar del estudio hidrológico realizado por este consultor para la presente consultoría.

La única quebrada que cuenta con registros fluviométricos D.G.A. utilizables corresponde a la Quebrada de Tarapacá, por lo que la estimación para las quebradas aledañas como la Quebrada de Aroma se realizó en forma indirecta, a través de un escalamiento y trasposición para obtener el caudal medio de la Quebrada de Aroma en las distintas alternativas de ubicación de embalse. Los valores medios fueron obtenidos a partir de coeficientes ajustados en la Quebrada de Tarapacá que posee diferentes puntos con información.

Adicionalmente, se consideraron los siguientes estudios e informes como complementarios:

- Metodología para la estimación de recarga de cuencas altiplánicas y precordilleranas de vertiente pacífica en el norte de Chile, XV, I, II y III regiones / Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, GCF Ingenieros Limitada. GCF Ingenieros Consultores, Dirección General de Aguas. División de Estudios y Planificación. GCF-DGA, 2010.
- Estudio de Impacto Ambiental Pampa Hermosa Actualización de la Estimación de la Recarga Acuíferos de Pampa del Tamarugal y Llamara. Informe Técnico SQM S.A. preparado por DICTUC, 2006.
- “The Study on the Development of Water Resources in Northern Chile”, Japan. International Cooperation Agency, JICA, 1994.
- “Modelo de Simulación Hidrogeológico de la Pampa del Tamarugal”, Cabrera y otros, Centro de Recursos Hidráulicos del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile preparado para la Dirección General de Aguas, UCH-DGA, 1988.

Las principales quebradas afluentes a la Pampa del Tamarugal fueron estudiadas por los diferentes estudios mencionados (DICTUC, 2006; JICA, 1994; UCH-DGA 1988) en los que se buscó definir su aporte como entrada al acuífero de la Pampa del Tamarugal.

b) Recursos Hídricos Subterráneos

La recarga de aguas subterráneas fue abordada en detalle en el estudio realizado por DICTUC 2006, en ella se estimaron las series de recarga correspondiente a las quebradas afluentes a la Pampa del Tamarugal, incluyendo la Quebrada de Aroma.

4.2.1.4. Resultados

a) Recursos Hídricos Superficiales

La Figura 4.2.1.4-1 muestra la red Hidrográfica asociada a la zona de estudio y la cuenca aportante asociada a las alternativas de embalse.

Por su parte, en el Cuadro 4.2.1.4-1 se muestran los rasgos geomorfológicos de la cuenca aportante mencionada como lo son: el área, largo del cauce principal, pendiente media (S_{med}), altura mínima (H_{min}), altura máxima (H_{max}), altura media (H_{med}) y el desnivel máximo de cotas en cada cuenca.

CUADRO 4.2.1.4-1
DESCRIPCIÓN GEOMORFOLOGICA DE LA CUENCA APORTANTE DE CADA ALTERNATIVA

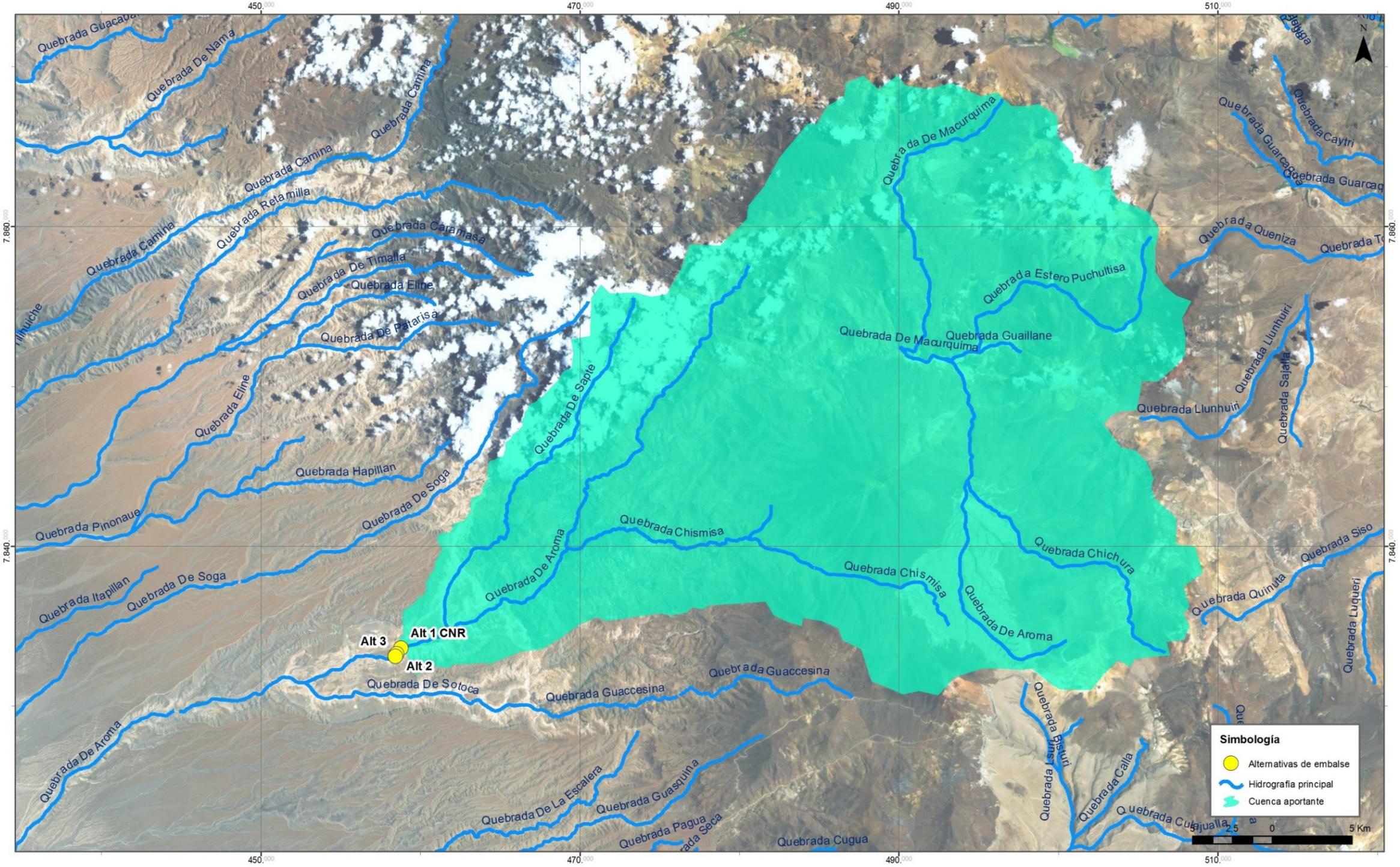
Alternativa	Área (km ²)	Largo Cauce (km)	S _{med} (%)	H _{min} (m.s.n.m.)	H _{max} (m.s.n.m.)	H _{med} (m.s.n.m.)	Desnivel Máximo (m)
Alternativa 1	1.231	54,8	26	1.932	5.224	3.818	3.292
Alternativa 2	1.231	55,2	26	1.929	5.224	3.818	3.295
Alternativa 3	1.231	55,4	26	1.919	5.224	3.818	3.305

Fuente: Elaboración propia. a partir de estudio hidrológico.

La ubicación de las estaciones fluviométricas y pluviométricas consideradas para la estimación de disponibilidad hídrica se muestra en la Figura 4.2.1.4-2.

FIGURA 4.2.1.4-1
CUENCA APORTANTE DE LAS ALTERNATIVAS EN ESTUDIO

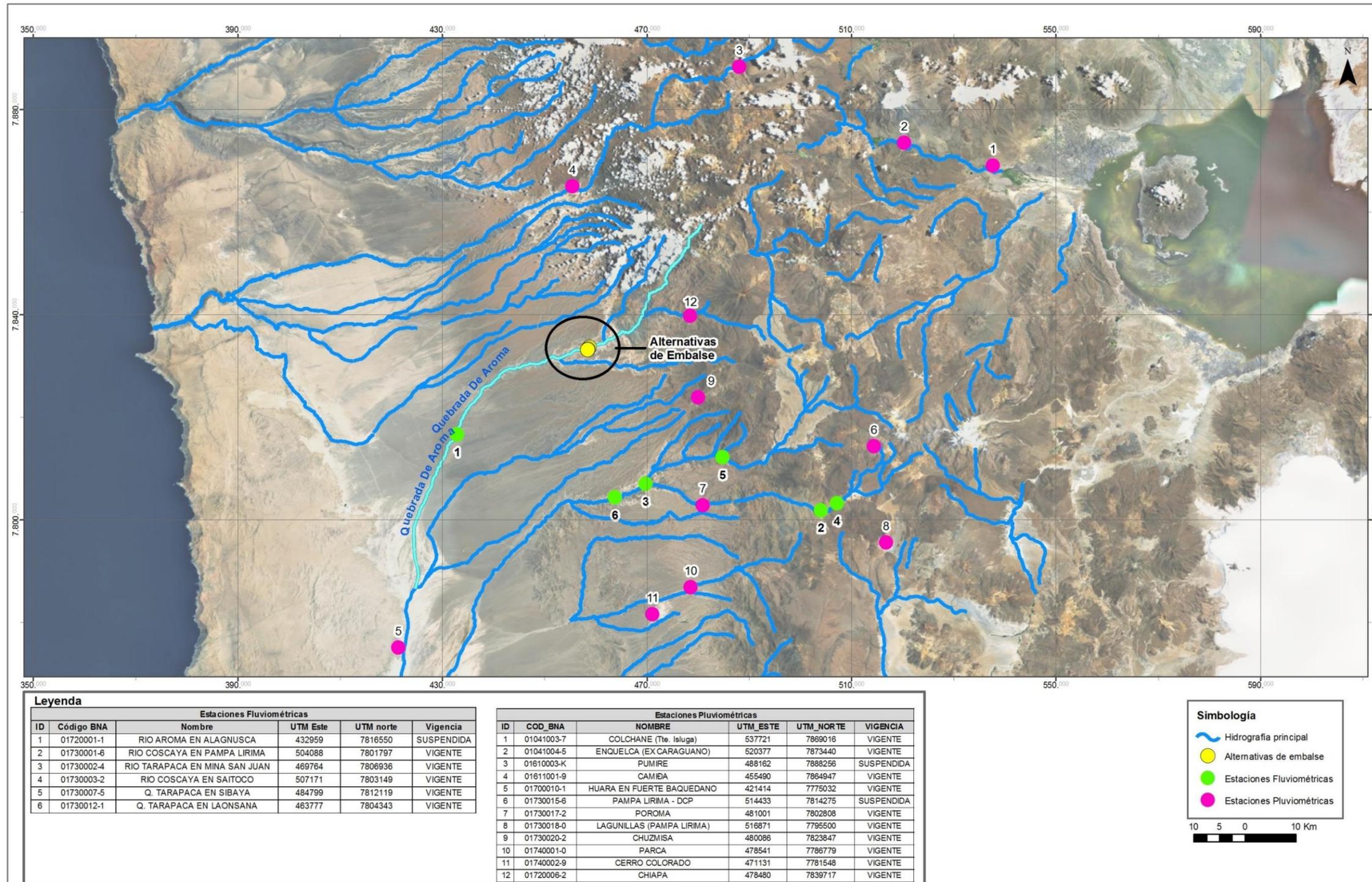
Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia en base a estudio hidrológico.

FIGURA 4.2.1.4-2
ESTACIONES PLUVIOMETRICAS Y FLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia en base a estudio hidrológico

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

Los caudales medios anuales en los puntos donde se ubican las alternativas de embalse se muestran en el Cuadro 4.2.1.4-2, definiendo la disponibilidad de los recursos hídricos en régimen natural para cada uno de ellos.

**CUADRO 4.2.1.4-2
CAUDAL MEDIO ANUAL EN CADA ALTERNATIVA**

Alternativas	Área (km ²)	Pp (mm)	Q (m ³ /s)	σ (m ³ /s)
ALT1	1.230	122	0,328	0,478
ALT2	1.231	122	0,329	0,478
ALT3	1.231	122	0,329	0,478

Fuente: Elaboración propia en base a estudio hidrológico.

b) Recursos Hídricos Subterráneos

La recarga de aguas subterráneas fue abordada en detalle en el estudio realizado por DICTUC 2006, en ella se estimaron las series de recarga correspondiente a las quebradas afluentes a la Pampa del Tamarugal.

Se estimó una recarga promedio de 273 L/s de la Quebrada de Aroma. El Cuadro 4.2.1.4-3 muestra la serie de recarga obtenida por DICTUC, 2006.

**CUADRO 4.2.1.4-3
SERIE DE RECARGA QUEBRADA DE AROMA (L/s)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1978	279	276	224	166	111	106	104	151	200	249	248	243	196
1979	239	235	189	141	94	90	88	128	170	211	210	207	167
1980	203	199	160	120	80	76	75	109	144	179	178	182	142
1981	199	200	171	141	106	86	84	112	142	171	169	166	146
1982	163	160	133	103	75	72	70	94	119	144	143	147	119
1983	144	142	118	93	62	60	64	84	105	126	219	295	126
1984	380	453	468	384	311	291	286	338	393	446	443	435	386
1985	428	420	364	306	248	240	236	280	327	373	371	373	330
1986	367	360	312	262	205	198	194	232	271	310	321	318	279
1987	315	309	269	214	170	163	160	191	225	258	255	251	232
1988	308	375	378	378	377	374	365	418	474	530	524	535	420
1989	532	522	463	401	320	304	299	344	391	438	434	447	408
1990	462	470	433	394	336	320	314	353	394	436	437	429	398
1991	422	414	368	315	270	262	257	290	325	359	356	349	332
1992	343	337	299	260	221	215	211	239	269	302	305	300	275
1993	294	289	253	214	181	207	220	253	287	320	295	282	258
1994	296	299	280	260	240	224	220	238	257	276	273	268	261
1995	272	267	244	219	195	182	179	194	211	227	224	221	220
1996	217	213	194	173	153	152	156	169	183	197	197	188	183
1997	215	217	204	187	172	142	140	151	163	174	175	172	176
1998	169	166	152	134	119	116	114	123	133	143	141	152	139

CUADRO 4.2.1.4-3
SERIE DE RECARGA QUEBRADA DE AROMA (L/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1999	203	225	230	235	226	192	188	201	215	228	225	223	216
2000	226	222	205	187	167	156	153	164	175	187	188	212	187
2001	328	422	451	472	470	431	418	469	522	574	568	566	474
2002	556	546	488	427	372	392	398	453	510	554	530	520	479
2003	511	502	452	400	349	340	333	369	406	443	438	448	416
2004	446	443	406	367	311	303	298	327	359	389	402	407	372
2005	407	400	364	309	261	247	243	267	294	319	319	315	312
MEDIA	319	324	295	259	221	212	210	241	274	306	307	309	273

Fuente: Elaboración propia en base a estudio hidrológico.

4.2.1.5. Conclusión y Definición de la Sensibilidad Ambiental

En la Región de Tarapacá, la alta demanda del recurso hídrico lo hace altamente valioso, principalmente para ecosistemas naturales pero también para consumo humano, industrial y minería. 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.

Con el fin del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental para el componente hidrología para cada alternativa , tal y como se muestra en el Cuadro 4.2.1.5-1.

CUADRO 4.2.1.5-1
SENSIBILIDAD COMPONENTE HIDROLOGÍA

Alternativa	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
1	5	La IE de la hidrología es crucial en el funcionamiento del ecosistema descrito en el medio biótico (ver resultados del medio biótico más adelante)	4	La hidrología se encuentra intervenida debido a las extracciones de agua por parte de los pocos canalistas existentes, lo cual disminuye su nivel de naturalidad levemente.	4,5	5	La vulnerabilidad viene dada por la escasez, ya que a menor caudal mayor es la susceptibilidad de verse afectado ante intervenciones.	4,75
2	5		4		4,5	5		4,75
3	5		4		4,5	5		4,75

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

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Calidad de Aguas

4.2.2.1. Antecedentes Generales

Calidad del agua, es un término 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.

Los objetivos de la caracterización de la calidad del agua del área de estudio son:

- Caracterizar la calidad del agua superficiales de acuerdo a la norma NCh 1.333 según los requisitos del agua para riego
- Caracterizar la calidad del agua superficial de acuerdo a la norma NCh 1.333 según los requisitos del agua para aguas destinadas a vida acuática.

4.2.2.2. 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 de las alternativas estudiadas así como el cauce aguas abajo del mismo hasta el sector de Cerro Unitas. Esto dado el impacto sobre la calidad que produce alterar el flujo lóxico de un río dejándolo como léxico, 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.

4.2.2.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Secundaria

Se levantó información sobre calidad de agua asociada al área de estudio. La caracterización de este componente fue realizado a través de revisión y análisis de la estadística de estaciones de calidad de agua ubicadas en la zona de influencia considerada. (Ver Cuadro 4.2.2.3-1)

CUADRO 4.2.2.3-1
FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA SOBRE CALIDAD DE AGUA

FUENTE	DESCRIPCIÓN
Estaciones Calidad de Agua D.G.A.	En el área inmediata de estudio existe sólo 1 estación de Calidad de Agua superficial cuyo nombre es “Río Aroma en Ariqueida”, vigente desde el año 1997 y cuyo código BNA es 01720003-8

Fuente: Elaboración propia.

b) Levantamiento de Información en Terreno

La toma de muestras fue realizada por el equipo del área medio ambiental de la Consultora, siguiendo los procedimientos recomendados de toma de muestras de calidad de agua. De esta manera, se garantiza la confiabilidad de las mediciones realizadas, a través del uso de envases adecuados, preservación de las muestras, y manejando el tiempo desde la toma de la muestra hasta su análisis en laboratorio, dependiendo de los parámetros analizados.

Se determinaron en el laboratorio los siguientes parámetros:

- Macro elementos: Cationes (sodio) y Aniones (cloruros, sulfatos, sulfuros).
- Micro elementos: Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cianuro, Cobalto, Cobre, Cromo, Flúor, Hierro, Litio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Vanadio, Zinc.
- Variables físico-químicas: pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos.

Finalmente el resultado de los análisis fue comparado con la NCh 1.333 tanto en los requisitos para agua de riego como aguas destinadas a vida acuática.

En función de lo observado en terreno y según los antecedentes previamente revisados se determinó muestrear la calidad del agua, a través de la determinación de su calidad química en laboratorio, en cinco puntos de muestreo. Los puntos propuestos corresponden a puntos estratégicos ubicados aguas abajo de la confluencia de la Quebrada de Aroma con algunos afluentes o cercanos a la zona potencial de riego. La ubicación de los puntos de muestreo se presenta en el Cuadro 4.2.2.3-2. La distribución de estos puntos a lo largo del cauce, permite estimar si existen diferencias desde el punto de vista de calidad de aguas superficiales entre cada uno de ellos

CUADRO 4.2.2.3-2
PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA

I D	Coordenadas UTM WGS 84, Huso 19		Descripción ubicación
	Este	Norte	
1	460805	7834198	En el área de inundación de la obra
3	465931	7836590	Aguas arriba de la obra, antes de junta con Quebrada de Sapte
4	453376	7831749	Aguas abajo obra, antes de junta con Quebrada Sotoca y Quebrada de Cala Cala, cercano a zona de riego
5	446464	7830263	Aguas abajo obra, posterior a junta con Quebrada de Sotoca y Quebrada de Cala Cala, cercano a zona de riego
6	429734	7811442	Aguas abajo obra, posterior a junta con Quebrada de Sotoca y Quebrada de Cala Cala, cercano a zona de riego

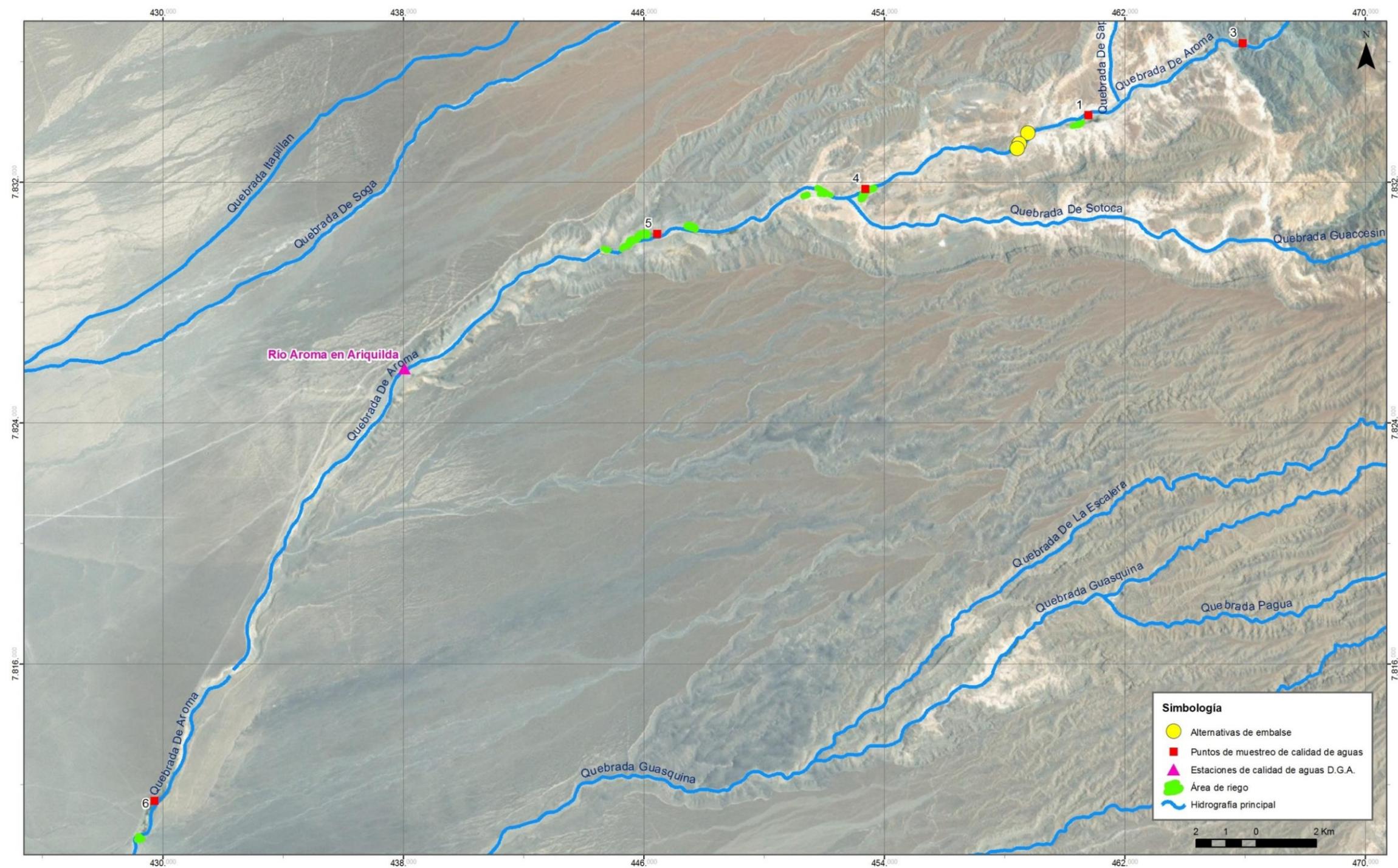
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.4. Resultados

La Figura 4.2.2.4-1 muestra la ubicación geográfica de la estación de calidad de aguas D.G.A considerada, además de los puntos de muestreo de calidad de aguas cuya medición fue efectuada por esta consultoría. .

FIGURA 4.2.2.4-1
PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA Y ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUA D.G.A.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

a) Levantamiento de Información Secundaria

Se analizó la estadística de la única estación de calidad de agua superficial existente en la zona de influencia considerada, cuyo nombre es “Río Aroma en Ariqueilda”, vigente desde el año 1997 y cuyo código BNA es 01720003-8. El Cuadro 4.2.2.4-1 muestra un resumen de la información de esta estación, Se resaltan aquellos parámetros cuya concentración supera los límites máximos establecidos por la NCh N°1.333 según los requisitos de agua para riego y se señala además el porcentaje de mediciones en que esta norma es superada. Esta estación no permite el análisis respecto de la NCh N°1.333 según los requisitos de agua para vida acuática, pues no mide los parámetros que ésta indica.

En Anexo EAA 1 se entregan la base de datos de calidad de agua de la estación analizada con todos los parámetros físicos y químicos incluidos sus valores promedio, máximo, mínimo, desviación estándar y número de datos y porcentaje de superación de la norma.

CUADRO 4.2.2.4-1

RESUMEN INFORMACIÓN DGA SOBRE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO QUEBRADA DE AROMA

Parámetro	Unidad	Estación Calidad 1994-2012	Límites Máximos
		Río Aroma en Ariqueilda (D.G.A.)	NCh 1.333
		% Sobre límite max. NCh 1.333	
Aluminio	mg/L	24%	5
Arsénico	mg/L	100%	0,1
Boro	mg/L	97%	0,75
Cadmio	mg/L	0%	0,01
Cloruros	mg/L	100%	200
Cobre	mg/L	2%	0,2
Hierro	mg/L	17%	5
Manganeso	mg/L	50%	0,2
Mercurio	mg/L	5%	0,001
Molibdeno	mg/L	73%	0,01
Plata	mg/L	0%	0,2
Sulfatos	mg/L	100%	250
Conductividad eléctrica	μS/cm a 25°	100%	750

Fuente: Elaboración propia en base a la D.G.A (2013)

Los resultados muestran que los parámetros cuya concentración es superior a los límites máximos establecidos por la NCh N°1.333 según los requisitos de agua para riego al menos en el 50% de las mediciones son: arsénico, boro, cloruros, manganeso, molibdeno, sulfatos y conductividad eléctrica mientras que el aluminio, cobre, hierro y mercurio superan la norma al menos en alguna de las mediciones efectuadas.

b) Levantamiento de Información en Terreno

La primera toma de muestras se efectuó el 13 y el 14 de mayo de 2013, correspondiente a la época de otoño-invierno y por consiguiente de menor actividad agropecuaria y biótica. Las muestras fueron enviadas al laboratorio a través de envíos por Chilexpress. Los análisis fueron realizados por Agriquem, laboratorio certificado para realizar este tipo de ensayos. La segunda toma de muestras se realizó durante la época de primavera-verano, el 1 de octubre de 2013, con el fin de contrastar el primer muestreo.

Por otra parte, de acuerdo a la información recopilada en las campañas de monitoreo de calidad del agua, fue posible analizar datos puntuales sobre calidad de agua en el área de estudio. Para este análisis, se han confeccionado los Cuadros 4.2.2.4-2 y 4.2.2.4-3, que muestran un resumen de los parámetros de las mediciones de la época otoño-invierno y primavera-verano, respectivamente, mostrando en rojo aquellos cuya concentración es superior a los límites máximos establecidos por la NCh N°1.333 según los requisitos de agua para riego. Mientras que los Cuadros 4.2.2.4-4 y 4.2.2.4-5, muestran un resumen de los parámetros, de las mediciones de la época otoño-invierno y primavera-verano, respectivamente, mostrando en rojo aquellos cuya concentración es superior a los límites máximos establecidos por la NCh N°1.333 según los requisitos de agua para vida acuática.

En Anexo EAA 2 se muestran los informes completos de laboratorio del muestreo de calidad de agua realizado.

CUADRO 4.2.2.4-2
MUESTREO CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO QUEBRADA DE AROMA
ÉPOCA OTOÑO-INVIERNO

Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo					Límites Máximos riego
		1	3	4	5	6	NCh 1.333
Aluminio	mg/L	0,2	0,29	0,3	0,21	0,52	5
Arsénico	mg/L	2,37	2,92	2,33	2,36	2,28	0,1
Bario	mg/L	0,031	0,035	0,031	0,025	0,031	4
Berilio	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,1
Boro	mg/L	42,9	40,3	41,9	45,7	61,6	0,75
Cadmio	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,01
Cianuro	mg/L	0,12	0,14	0,11	0,13	0,18	0,2
Cloruros	mg/L	859	798	790	823	1.095	200
Cobalto	mg/L	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,05
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,2
Cromo	mg/L	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,1
Fluoruro	mg/L	3,21	3,36	3,27	3,36	4,08	1
Hierro	mg/L	0,16	0,2	0,23	0,13	0,38	5
Litio	mg/L	3,76	3,68	3,76	3,64	4,04	2,5
Manganeso	mg/L	0,093	0,077	0,072	0,11	0,43	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0010	< 0,0010	0,001
Molibdeno	mg/L	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,01
Níquel	mg/L	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,2
Plata	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,2
Plomo	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	5
Selenio	mg/L	< 0,0040	< 0,004	< 0,004	< 0,0040	< 0,0040	0,02
Sodio porcentual	%	76,2	77,8	76,1	75,6	75,1	35
Sulfatos	mg/L	343	306	339	387	456	250
Vanadio	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	0,1
Zinc	mg/L	0,009	0,009	0,016	0,014	0,014	2
pH	Unidad	8,16	8,36	8,44	8,07	8,35	5,5 - 9,0
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	2	33	<2	46	22	1000
Conductividad eléctrica	μS/cm a 25º	3810	3700	3840	4010	5540	750
Sólidos disueltos totales	mg/L	2211	2142	2266	2340	3102	500

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

CUADRO 4.2.2.4-3
MUESTREO CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO QUEBRADA DE AROMA
ÉPOCA PRIMAVERA-VERANO

Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo					Límites Máximos riego
		1	3	4	5	6	NCh 1.333
Aluminio	mg/L	0,32	0,32	0,06	0,15	< 0,01	5
Arsénico	mg/L	1,65	1,69	1,701	1,62	1,52	0,1
Bario	mg/L	0,01	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	4
Berilio	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,1
Boro	mg/L	29,7	28,9	24,2	29,8	39,4	0,75
Cadmio	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,01
Cianuro	mg/L	0,09	0,04	0,08	0,08	< 0,04	0,2
Cloruros	mg/L	919	928	955	940	1244	200
Cobalto	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,05
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2
Cromo	mg/L	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,1
Fluoruro	mg/L	1,62	1,56	1,59	1,68	1,84	1
Hierro	mg/L	0,31	0,17	0,32	0,14	< 0,01	5
Litio	mg/L	3,98	4,05	4,06	3,83	5,06	2,5
Manganeso	mg/L	0,12	0,07	< 0,008	0,06	< 0,008	0,2
Mercurio	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Molibdeno	mg/L	< 0,009	< 0,009	0,009	< 0,009	< 0,009	0,01
Níquel	mg/L	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,2
Plata	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,2
Plomo	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,009	< 0,05	< 0,05	5
Selenio	mg/L	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,02
Sodio porcentual	%	74,8	76,3	74,7	74,7	71,6	35
Sulfatos	mg/L	400	368	403	408	476	250
Vanadio	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1
Zinc	mg/L	0,01	0,01	< 0,008	0,012	< 0,008	2
pH	Unidad	8,38	8,4	8,59	8,41	8,53	5,5 - 9,0
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	11	14	< 2	2	49	1000
Conductividad eléctrica	μS/cm a 25º	3550	3420	3590	3560	4940	750
Sólidos disueltos totales	mg/L	2432	2326	2440	2004	2936	500

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4.2.2.4-4
MUESTREO CALIDAD DE AGUA PARA VIDA ACUÁTICA QUEBRADA DE AROMA
ÉPOCA OTOÑO-INVIERNO

Parámetro	Unidad	Campaña de otoño-invierno					NCh 1.333
		1	3	4	5	6	
pH (in situ)	-	8,25	8,22	8,33	8,16	8,16	6,0-9,0
Alcalinidad total (CO ₃ H ⁻)	mg/l	255	134	198	376	417	>20
Color	-	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Ausente
Oxígeno disuelto	mg/l	9,9	8,7	9,6	9	8,4	>5,00
Petróleo e hidrocarburos	-	no	no	no	no	no	*
Sólidos flotantes visibles	-	no	no	no	no	no	Ausentes
Espumas no naturales	-	no	no	no	no	no	Ausentes
Sólidos sedimentables	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	< V.N. **
Temperatura en flujo de agua corriente	Grados	16,4	20,6	16,4	20,5	20,9	V.N. + 3
Turbiedad debido a descargas	NTU	2	4	10	5	5	V.N. + 30

* No debe haber olor perceptible, detección visual o cubrimiento de fondo, orilla de agua

** Valor natural

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4.2.2.4-5
MUESTREO CALIDAD DE AGUA PARA VIDA ACUÁTICA QUEBRADA DE AROMA
ÉPOCA PRIMAVERA-VERANO

Parámetro	Unidad	Campaña de otoño-invierno					NCh 1.333
		1	3	4	5	6	
pH (in situ)	-	8,45	8,55	8,55	7,96	8,48	6,0-9,0
Alcalinidad total (CO ₃ H ⁻)	mg/l	220	251	243	286	325	>20
Color	-	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Ausente
Petróleo e hidrocarburos	-	no	no	No	no	no	*
Sólidos flotantes visibles	-	no	no	No	no	no	Ausentes
Espumas no naturales	-	no	no	No	no	no	Ausentes
Sólidos sedimentables	mg/l	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	< V.N. **
Temperatura en flujo de agua corriente	Grados	17,6	13,6	20,1	23,8	29,9	V.N. + 3
Turbiedad debido a descargas	NTU	13	9,5	10,7	5,5	0,8	V.N. + 30

* No debe haber olor perceptible, detección visual o cubrimiento de fondo, orilla de agua

** Valor natural

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que los parámetros cuya concentración es superior a los límites máximos establecidos por la NCh N°1.333 según los requisitos de agua para riego son: arsénico, boro, cloruros, fluoruros, litio, sodio porcentual, sulfatos, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, los que superan la norma para todas las estaciones de muestreo consideradas en esta consultoría, en ambas épocas (otoño-invierno y primavera-verano).

En el caso de los parámetros que superan la NCh N°1.333 según los requisitos de agua para vida acuática, en las mediciones de la época otoño-invierno ninguno de los límites establecidos es superado para ninguna de las estaciones de muestreo consideradas en esta consultoría. Respecto a las mediciones de primavera-verano, tampoco se observan parámetros fuera de norma.

4.2.2.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

Como conclusión del análisis, de la información de calidad de agua disponibles por la DGA y las muestras tomadas en terreno, las aguas de la Quebrada de Aroma no son adecuadas para ser utilizadas para riego, como es común en los ríos del norte del país, limitando mucho la diversificación de cultivos sólo a aquellos más resistentes y adaptados a las condiciones de calidad del agua. Sin embargo, sí son adecuadas para permitir la vida acuática en ella.

De acuerdo a los resultados y con el fin del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe, y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental del componente Calidad de aguas para cada Alternativa, como se muestra en el Cuadro 4.2.2.5-1.

CUADRO 4.2.2.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE CALIDAD DE AGUA

Alt	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
1	5	La relevancia de la calidad del agua en el ecosistema es siempre significativa	4	La contaminación parece ser de origen mayoritariamente natural, se identifican 9 parámetros que superan la norma de riego, sin embargo ninguno supera la norma para vida acuática.	4,5	3	Casi nula capacidad de recuperación debido a la escasez del recurso, sin embargo, este ya se encuentra contaminado	3,75
2	5		4		4,5	3		3,75
3	5		4		4,5	3		3,75

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

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Medio Biótico

4.3.1. Flora y Vegetación Terrestre

4.3.1.1. Antecedentes Generales

El presente componente fue descrito por ICNOVA ING. a partir de un reconocimiento en terreno realizado entre los días 21 y 24 de mayo de 2013 y recopilación de información bibliográfica. El

informe original se encuentra en el Anexo EAA 3, junto con su registro fotográfico. Los objetivos de la caracterización de la flora y vegetación terrestre del área de estudio son:

- 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

4.3.1.2. Área de Influencia

El área de influencia directa del componente Flora y Vegetación Terrestre corresponde a las zonas de inundación de las alternativas para la construcción del embalse de riego propuestas en esta consultoría, ubicadas en la quebrada de Aroma. Se considera también, el área de los trazados de la red de canales propuesta como adicional al trazado ya existente y las zonas de obras anexas y de ubicación de los empréstitos. Dada la cercanía entre las alternativas se consideró una envolvente que las considerara a todas y una descripción de este componente coincidente.

4.3.1.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

Se levantó información sobre flora y vegetación asociada al área de estudio. La búsqueda se basó en publicaciones de carácter nacional e internacional, libros de Biología y Ecología de Chile y documentos técnicos. La recopilación se centró en la presencia de especies con problemas de conservación. El Cuadro 4.3.1.3-1 resume la bibliografía considerada.

CUADRO 4.3.1.3-1
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

COMPONENTE	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
Vegetación	Gajardo (1994), Luebert y Pliscoff (2006).
Flora	CM Paguanta S.A. (2013), Gajardo (1994), Hoffmann y Walter (2004), Luebert y Pliscoff (2006), Marticorena y Rodríguez (2005),

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

b) Levantamiento de Información en Terreno

Se levantó información en terreno sobre flora y vegetación asociadas, en específico, a las áreas de inundación de las alternativas en estudio. Se consideró esto, ya que ésta zona es la más afectada debido a su envergadura y las características que tiene la intervención de un espacio natural con una obra de este tipo y por lo tanto se hace sumamente relevante contar con información primaria para su evaluación.

b.1) Vegetación

La vegetación se estudió a partir de la composición particular de especies, estructura de la vegetación, y fisionomía. La descripción de las formaciones vegetacionales (o comunidades) presentes en la zona de estudio se realizó mediante una descripción bio-geográfica en la cual está inserta (Luebert & Pliscoff 2006; Gajardo 1994), junto con una identificación y caracterización de la vegetación mediante una variación de la metodología de Cartas de Ocupación de Tierras (COT) (Etienne & Prado 1982). La identificación y caracterización se realizó con una fotointerpretación de imágenes satelitales, complementado con una campaña de terreno en el área de estudio.

En caso de encontrarse formaciones vegetacionales, para las categorías de estratificación se utilizaron los códigos expresados en el Cuadro 4.3.1.3-2, mientras que la estimación de las coberturas se realizó por cada estrata presente en el área y se expresó por porcentaje de cobertura, considerando las categorías presentadas en el Cuadro 4.3.1.3-3.

CUADRO 4.3.1.3-2
CATEGORÍAS DE ESTRATIFICACIÓN

TIPO	CÓDIGO	SIGNIFICADO
Árboles	LA	Leñoso Alto
Arbustos y Árboles Bajos	LB	Leñoso Bajo
Cactáceas-Suculentas	S	Suculentas
Hierbas Perennes y Anuales y Bienales	H	Herbáceo

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

CUADRO 4.3.1.3-3
CATEGORÍAS DE COBERTURA

RANGO	COBERTURA	NÚMERO
1-5%	Muy escasa	1
5-10%	Escasa	2
10-25%	Muy clara	3
25-50%	Clara	4
50-75%	Poco densa	5
75-90%	Densa	6
90-100%	Muy densa	7

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

Se analizó la aplicabilidad de la Ley de Bosque Nativo (Ley 20.283) y el D.S. N° 68/2009 MINAGRI, con el fin de identificar potenciales formaciones vegetacionales protegidas o que requieran la presentación de planes de manejo especiales.

b.2) Flora

La flora se estudió a partir del reconocimiento del área de estudio mediante el uso de micro-ruteos, con el objeto de obtener el inventario total de especies del área.

Las especies de flora terrestre fueron clasificadas de acuerdo a su nombre científico y común, familia, forma de crecimiento (hábito), origen y estado de conservación según los listados oficiales nacionales, es decir, los Decretos Supremos para Clasificación de Especies (según lo estipulado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, RCE, del 3 de junio del 2004), considerando los ocho procesos de clasificación vigentes (D.S. N° 151/2007 MINSEGPRES, D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 23/2009 MINSEGPRES, D.S. N° 33/2012 MMA, D.S. N° 41/2012 MMA y D.S. N° 42/2012 MMA, D.S. N° 19/2013 MMA). Si las especies no se encontraban listadas en dichos procesos, se utilizó secundariamente el Libro Rojo de la Flora Terrestre de CONAF (Benoit, 1989) y el Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural.

Por otra parte, se analizó la aplicabilidad de la Ley de Bosque Nativo (Ley 20.283) y el D.S. N° 68/2009 MINAGRI, con el fin de identificar potenciales formaciones vegetacionales protegidas o que requieran la presentación de planes de manejo especiales.

c) Cálculo Sensibilidad Ambiental

Para este análisis, cabe destacar que se tomaron en cuenta las superficies inundadas en cada una de las alternativas del Proyecto. Particularmente, se consideró este aspecto dentro de la vulnerabilidad.

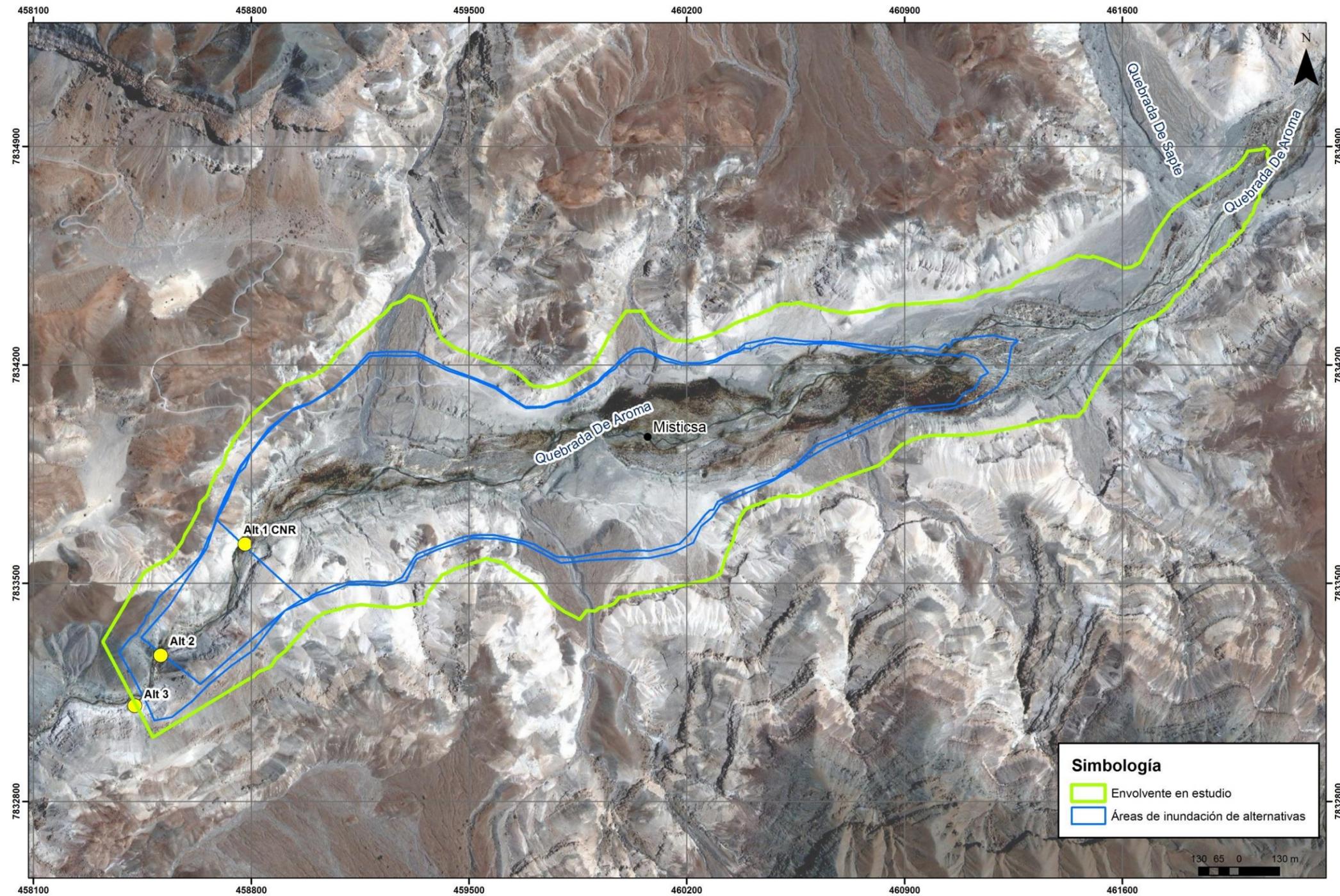
4.3.1.4. Resultados

En la Figura 4.3.1.4-1 se presentan las zonas de muestreo de Flora y Vegetación Terrestre distribuidos a lo largo de la Quebrada de Aroma, abarcando las áreas de inundación del Proyecto.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

La Figura 4.3.1.4-2 presenta el área de estudio de Flora y Vegetación considerando las obras anexas del Proyecto. Cabe señalar que el área de empréstito se localiza en el área de inundación.

FIGURA 4.3.1.4-1
ÁREA DE ESTUDIO DE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE – ÁREA DE INUNDACIÓN

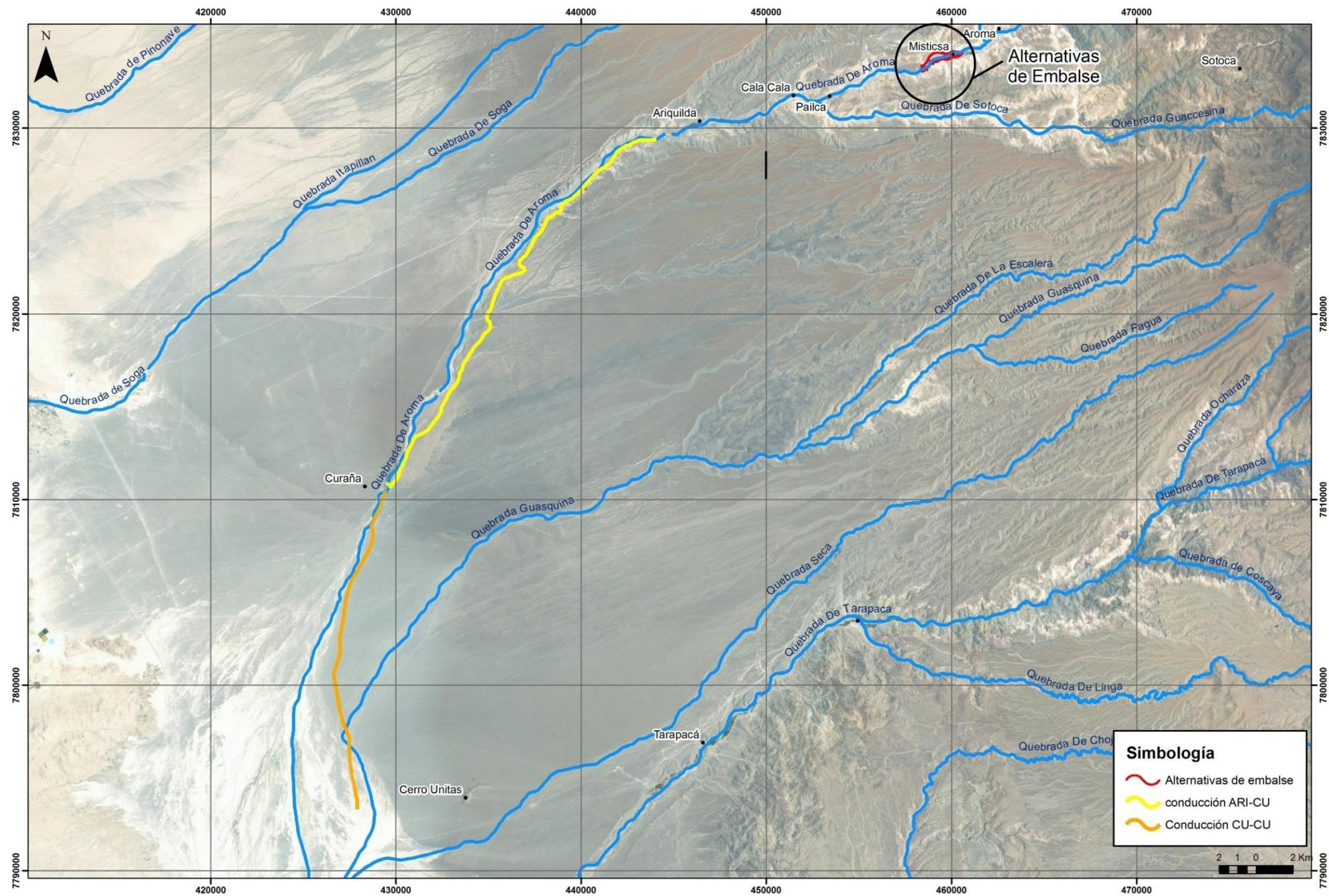


Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 4.3.1.4-2

ÁREA DE ESTUDIO DE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE – OBRAS ANEXAS

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

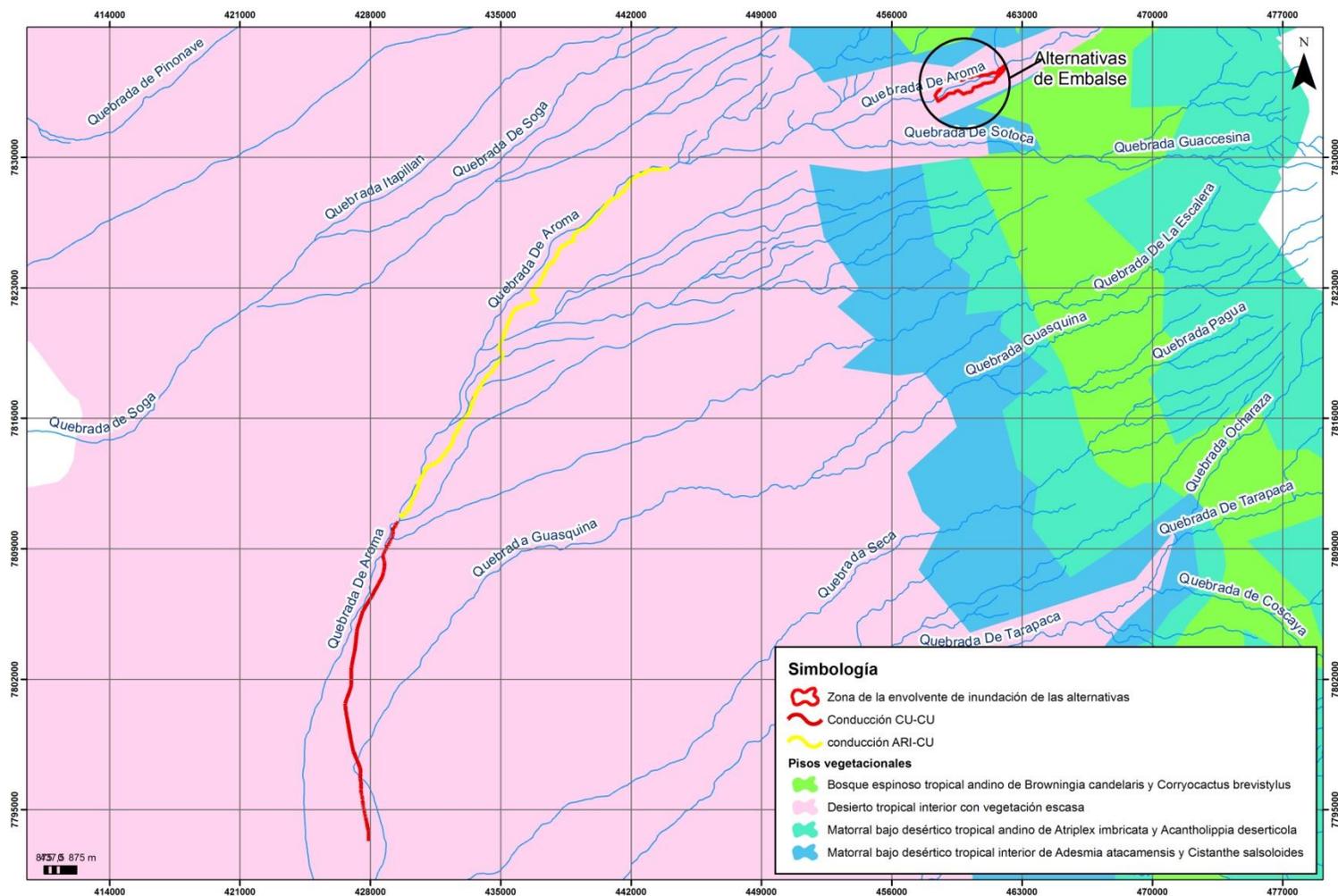
a1) Vegetación

En la Figura 4.3.1.4-3 se aprecia que el Proyecto, considerando área de inundación, canales y obras anexas, se encuentra inmerso en el piso vegetacional de Desierto Tropical interior con Vegetación escasa, según la clasificación de Luebert y Pliscoff (2006). Esta zona carece casi completamente de vegetación, excepto en algunos sectores con presencia de napas subterráneas donde se observa un matorral de *Tessaria absinthioides*. Por otra parte, según Gajardo (1994) el área de estudio se encuentra en la formación de Matorral Desértico con Suculentas Columnares, en la cual destaca la presencia de *Browningia candelaris*.

FIGURA 4.3.1.4-3
PISOS VEGETACIONALES, QUEBRADA DE AROMA

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

a2) Flora

El Cuadro 4.3.1.4-1 presenta la lista de flora potencial del área de estudio, confeccionada en base a la revisión y recopilación de información sobre flora en el sistema de estudio. Se aprecia que la flora potencial del área está conformada por 21 especies, agrupadas en 9 familias. La familia con mayor representación es la de las plantas compuestas Asteraceae con 8 especies, seguida por Cactaceae y Poaceae con 3 especies. Todas las especies registradas como potenciales para el área de estudio son de origen nativo. Del total de especies potenciales para el área del Proyecto, 2 se encuentran en categoría de conservación. Estas corresponden a *Oreocereus leucotrichus* clasificada como Fuera de peligro, según el Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural; y *Browningia candelaris*, la cual se encuentra Vulnerable según el D.S. N° 41/2012 MMA. Además esta última especie se encuentra incluida en el D.S. N° 68/2009 del MINAGRI.

CUADRO 4.3.1.4-1
FLORA POTENCIAL, QUEBRADA DE AROMA

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Clasificación	Documento
Amaranthaceae	<i>Atriplex atacamensis</i>	Cachiyuyo, pillalla	Nativo	-	-
Amaranthaceae	<i>Atriplex imbricata</i>	Ojalar	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i>	-	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis alnifolia</i>	-	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis boliviensis</i>	Tola	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis juncea</i>	Suncho	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis scandens</i>	Chilca	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis tola</i>	Tola	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Tagetes multiflora</i>	-	Nativo	-	-
Asteraceae	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Nativo	-	-
Cactaceae	<i>Browningia candelaris</i>	Candelabro	Nativo	Vulnerable	D.S. N° 41/2012 MMA D.S. N° 68/2009 MINAGRI
Cactaceae	<i>Oreocereus leucotrichus</i>	Cardón viejo	Nativo	Fuera de Peligro	Boletín N° 47 MNHN
Cactaceae	<i>Tunilla soehrensii</i>	Ayrampu	Nativo	-	-
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	Nativo	-	-
Fabaceae	<i>Adesmia atacamensis</i>	-	Nativo	-	-
Krameriaceae	<i>Krameria lappacea</i>	-	Nativo	-	-
Poaceae	<i>Cortaderia atacamensis</i>	Cola de zorro	Nativo	-	-
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Gramma salada	Nativo	-	-
Portulacaceae	<i>Cistanthe amarantoides</i>	-	Nativo	-	-
Portulacaceae	<i>Cistanthe salsoloides</i>	-	Nativo	-	-
Solanaceae	<i>Fabiana ramulosa</i>	Checal	Nativo	-	-

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

b) Levantamiento de Información en Terreno

b1) Vegetación

En el Cuadro 4.3.1.4-2 se presenta la información relativa a las dos formaciones vegetacionales registradas en el área del Proyecto, ambas de origen natural, y en la Figura 4.3.1.4-4 la ubicación geográfica de estas formaciones.

La formación vegetacional del Matorral, está asociada exclusivamente a las zonas de fondo de quebrada y generalmente dominado por las especies *Atriplex atacamensis*, *Cortadeira atacamensis* y *Tessaria absinthioides*, especies que se encuentran acompañadas por *Baccharis scandens*, *B. alnifolia*, *Schinus areira*, *Cistanthe spp*, entre otras. La estrata arbórea está compuesta por parches de *Schinus areira*, e individuos aislados de la misma especie y de *Prosopis tamarugo*, con coberturas máximas menores a 5% y alturas menores a 6 m. La estrata arbustiva, dominada por *A. atacamensis*, *C. atacamensis* y *T. absinthioides*, posee coberturas desde muy escasas a densas, con alturas inferiores a 3 m. La estrata herbácea está dominada por *Distichlis spicata*, la cual se presenta en forma de parche o como individuos aislados y posee coberturas menores a 1% en las unidades descritas.

La estructura de estas unidades responde en general a la dinámica fluvial, encontrándose flora hidrófila (ej. *Schoenoplectus californicus* y *C. atacamensis*), individuos juveniles (renovales) y arbustos de rápido crecimiento (ej. *Tessaria absinthioides*) en las áreas cercanas al cauces y de crecidas de menor tiempo de retorno, mientras que los individuos adultos y/o de lento crecimiento (ej. *Schinus areira*, *Baccharis spp.*), se encuentran en sectores más secos y en donde las crecidas tienen mayor tiempo de retorno.

Las unidades de Matorral tienen una superficie total de 77,08 ha, lo que representa un 34,8 % del área de estudio. En esta formación domina la asociación *A. atacamensis*-*C. Atacamensis*-*T. absinthioides*, la cual ocupa 25,18 ha, representando el 79,67% de la superficie identificada como Matorral.

Las unidades Sin vegetación se encuentran asociadas a las laderas de los cerros del área de la cubeta del embalse, donde los depósitos aluviales y coluviales presentan un hábitat mínimo para la supervivencia de algunas especies de flora. Estas unidades tienen una superficie de 144,37 ha, representando el 65,2 % del área de estudio.

CUADRO 4.3.1.4-2
FORMACIONES Y UNIDADES VEGETACIONALES, QUEBRADA DE AROMA

Formación	Unidad vegetacional	Descripción	Código	Área (ha)
Matorral	UV01	Matorral arborescente de <i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Baccharis scandens</i> , <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Schinus areira</i> , a los que se les asocia en forma regular <i>Atriplex imbricata</i> , <i>Baccharis unilifolia</i> , <i>Reyesia chilensis</i> en los sectores de menor humedad, y <i>Cortaderia atacamensis</i> en los sectores de mayor humedad. Existe presencia de regeneración de las especies leñosas tanto arbustivas como arbóreas. Las herbáceas están dominadas por individuos aislados de <i>Distichlis spicata</i> . El dosel de la estrata arbórea tiene una altura máxima de 6 m, mientras que la estrata arbustiva tiene alturas máximas de 3 m.	LA1, LB2	8,67
	UV02	Matorral abierto de <i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Baccharis scandens</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> , acompañado por <i>Atriplex imbricata</i> , <i>Baccharis alnifolia</i> , <i>Reyesia chilensis</i> y <i>Cistanthe spp.</i> Estrata herbácea compuesta por individuos aislados de <i>Distichlis spicata</i> . La estrata arbustiva tiene una altura máxima de 2 m.	LB1	1,7
	UV03	Matorral de <i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Baccharis scandens</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> , que tiene como especies acompañantes regulares <i>Atriplex imbricata</i> , <i>Baccharis alnifolia</i> y <i>Schinus areira</i> , en los sectores de menor humedad, y <i>Cortaderia atacamensis</i> , <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Baccharis juncea</i> en sectores de mayor humedad. Hacia los sectores bajos de la Unidad, la estructura de la comunidad presenta una transición hacia los sectores con mayor disponibilidad hídrica en el sustrato, dominando <i>Cortaderia atacamensis</i> , <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> . Las herbáceas están dominadas por individuos aislados de <i>Distichlis spicata</i> . Las estratas leñosa alta y baja tienen alturas de hasta 5 y 2 m respectivamente.	LB3	12,29
	UV04	Matorral de <i>Cortaderia atacamensis</i> , <i>Atriplex atacamensis</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> , en el cual existen parches en donde la asociación <i>T. absinthioides</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> es dominante. Esta unidad tiene como especie acompañante a <i>Baccharis scandens</i> . La estrata leñosa baja posee alturas máximas de 2 m.	LB6	8,79
	UV05	Matorral dominado por <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Baccharis alnifolia</i> , acompañado por <i>Cortaderia atacamensis</i> y <i>Atriplex atacamensis</i> . En los sectores más cercanos al río domina <i>T. absinthioides</i> y <i>Cistanthe spp.</i> La estrata arbustiva posee alturas máximas de 2 m.	LB3	11,68
	UV06	Unidad asociada a la re-naturalización de una antigua terraza agrícola por parte de <i>Atriplex atacamensis</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> . Esta unidad posee alturas máximas de 1,5 m	LB4	2,25
	UV07	Matorral dominado por <i>Atriplex atacamensis</i> y <i>Baccharis scandens</i> , especies acompañadas por <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Cortaderia atacamensis</i> . La cobertura muestra en general una relación positiva con la humedad del sustrato. La altura máxima de la unidad es de 2,5 m.	LB3	13,05
	UV8	Unidad vegetacional asociada a una alta humedad del sustrato y	LB6	3,48

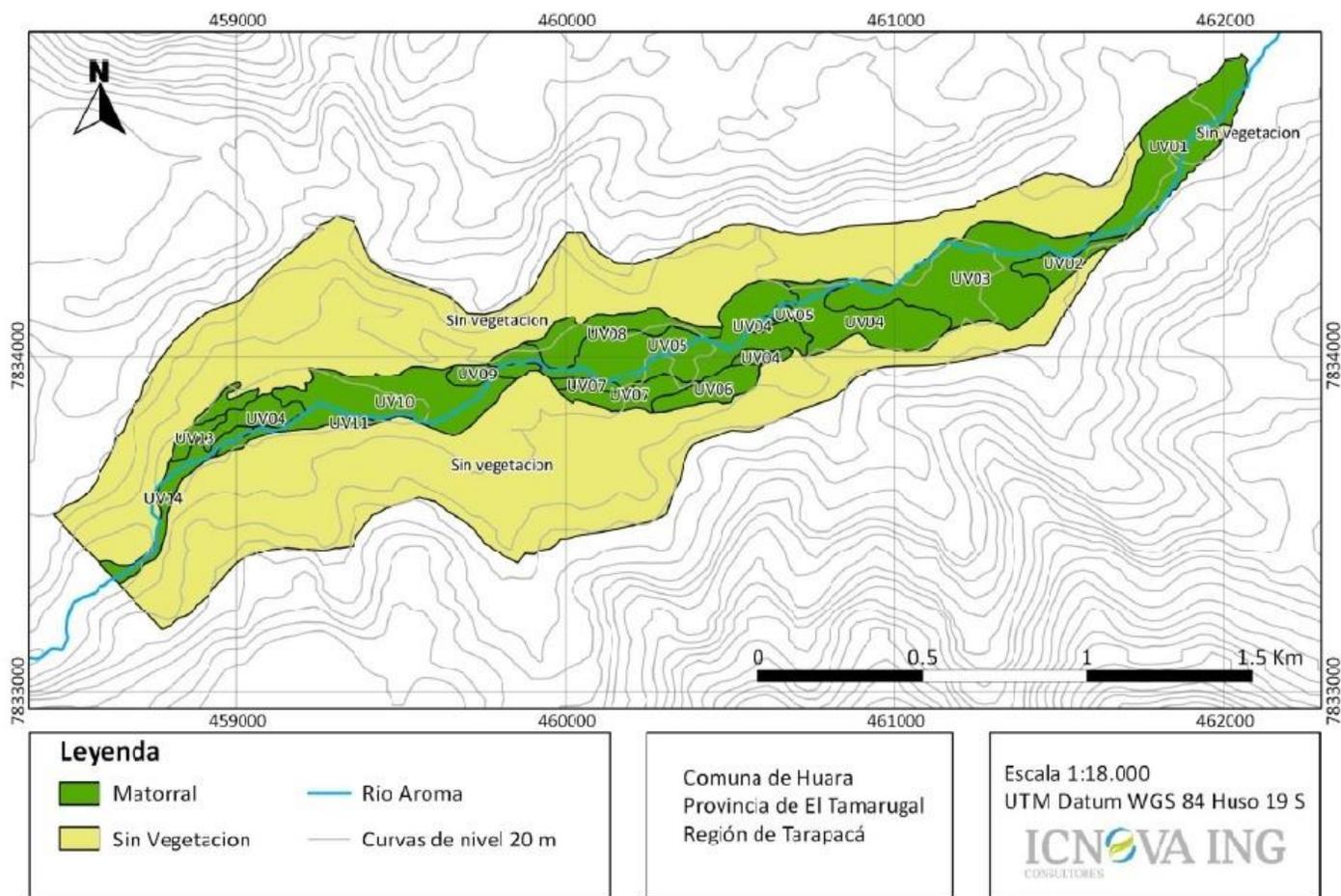
CUADRO 4.3.1.4-2
FORMACIONES Y UNIDADES VEGETACIONALES, QUEBRADA DE AROMA

Formación	Unidad vegetacional	Descripción	Código	Área (ha)
		dominada por <i>Cortadeira atacamensis</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> . A las especies dominantes las acompañan de forma regular <i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Baccharis scandens</i> , <i>B. juncea</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> . En esta unidad se registra la presencia de <i>Equisetum giganteum</i> en forma de un pequeño parche. Las alturas máximas de esta unidad están en un rango de 2 a 2,5 m.		
	UV09	Unidad vegetacional dominada por <i>Cortaderia atacamensis</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> , con <i>Baccharis scandens</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> como especies acompañantes. Unidad con alturas máximas entre 2 a 2,5 m.	LB4	1,23
	UV10	Matorral dominado por <i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Baccharis scandens</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> , con registros de <i>Schinus areira</i> , <i>Atriplex imbricata</i> y <i>Cortaderia atacamensis</i> . Cobertura relacionada con el tipo de sustrato, presentando mayores coberturas los sustratos más finos (limos-arcillas). Unidad con alturas máximas de 2-3 m, en los arbustos y 5 m en los individuos de <i>S. areira</i> .	LB2	9,57
	UV11	Matorral denso de <i>Baccharis scandens</i> , <i>Cortaderia atacamensis</i> y <i>Atriplex atacamensis</i> , con <i>Tessaria absinthioides</i> como principal especie acompañante. La unidad tiene alturas máximas en torno a los 2 m.	LB6	0,21
	UV12	Matorral de <i>Atriplex atacamensis</i> acompañado por <i>Baccharis scandens</i> . Presencia de individuos de <i>Distichlis spicata</i> . Estrata leñosa con altura menor a 2 m.	LB1	0,83
	UV13	Matorral dominado por <i>Atriplex atacamensis</i> y <i>Baccharis scandens</i> , acompañado por individuos de <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Cortaderia atacamensis</i> . Estrata arbustiva con alturas menores a 2,5 m. Se registran parches herbáceos aislados de <i>Distichlis spicata</i> .	LB2	0,83
	UV14	Unidad dominada por <i>Cortaderia atacamensis</i> y <i>Tessaria absinthioides</i> , con <i>Atriplex spp.</i> Como género acompañante. La unidad posee alturas máximas de 2 m.	LB3	2,5
Sin Vegetación	-	Unidades Sin vegetación pero que presentan flora aislada con coberturas muy escasas y asociada a depósitos aluviales y coluviales presentes principalmente en quebradas. Dentro de la flora registrada en estas áreas se observó <i>Schinus areira</i> , <i>Huidobria fruticosa</i> , <i>Cistanthe spp.</i> , <i>Encelia canescens</i> , <i>Bryantiella glutinosa</i> , entre otros.	--	144,37

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

FIGURA 4.3.1.4-4
OCUPACIÓN DE TIERRAS, QUEBRADA DE AROMA

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental



El área coloreada corresponde a la envolvente de inundación de las 3 alternativas

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

b2) Flora

En el Cuadro 4.3.1.4-3 se presentan las especies de flora observadas en el área del Proyecto. Se muestrearon e identificaron un total de 33 especies, agrupadas en 16 familias. La composición florística se basa en cuatro tipos de hábitos, correspondientes a arbustivo, arbóreo herbáceo y suculento. El primero de estos hábitos es dominante en la cantidad de especies observadas, con una representación del 51,5 % del total de especies. El total de las especies observadas son de origen nativo y 4 de ellas son endémicas del país.

De las especies observadas, tres se encuentran listadas en los documentos oficiales y referenciales sobre los estados de conservación de flora chilena (punto 4.3); Éstas corresponden a *Aphyllocladus denticulatus* y *Browningia candelaris*, en categoría Casi amenazada y Vulnerable, respectivamente (D.S. N° 41/2012 del MMA), y *Prosopis tamarugo*, en categoría Vulnerable según el Libro Rojo de la Flora Chilena (Benoit, 1989). Por otra parte, existen 3 especies que se encuentran incluidas en el D.S. N° 68/2009 del MINAGRI el cual contiene la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país; Estas especies corresponden a *Browningia candelaris*, *Equisetum giganteum*, y *Prosopis tamarugo*.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

CUADRO 4.3.1.4-3
ESPECIES DE FLORA, QUEBRADA DE AROMA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	Hábito	Categoría	Documento
Amaranthaceae	<i>Atriplex atacamensis</i>	Cachiyuyo, pillalla	Nativo	Arbustivo	-	-
Amaranthaceae	<i>Atriplex imbricata</i>	Ojalar	Nativo	Arbustivo	-	-
Anacardiaceae	<i>Schinus areira</i>	Molle	Nativo	Arbóreo	-	-
Asteraceae	<i>Aphyllocladus denticulatus</i>	-	Nativo	Arbustivo	Casi amenazado	D.S. N° 41/2012 MMA
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i>	-	Nativo	Arbustivo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis alnifolia</i>	-	Nativo	Arbustivo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis juncea</i>	Suncho	Nativo	Arbustivo	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis scandens</i>	Chilca	Nativo	Arbustivo	-	-
Asteraceae	<i>Encelia canescens</i>	Coronilla del fraile	Nativo	Arbustivo	-	-
Asteraceae	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Nativo	Arbustivo	-	-
Boraginaceae	<i>Cryptantha spp</i>	-	Nativo	Herbáceo	-	-
Boraginaceae	<i>Tiquilia atacamensis</i>	Calpiche	Endémico	Arbustivo	-	-
Cactaceae	<i>Browningia candelaris</i>	Candelabro	Nativo	Suculento	Vulnerable	D.S. N° 41/2012 MMA D.S. N° 68/2009 MINAGRI
Cactaceae	<i>Haageocereus fascicularis</i>	Quisco de la precordillera de Arica	Nativo	Suculento	-	-
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	Nativo	Herbáceo	-	-
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i>	Yerba de la plata	Nativo	Herbáceo	-	D.S. N° 68/2009 MINAGRI
Fabaceae	<i>Caesalpinia insolita</i>	-	Endémico	Herbáceo	-	-
Fabaceae	<i>Dalea pennellii</i>	-	Endémico	Arbustivo	-	-
Fabaceae	<i>Prosopis tamarugo</i>	Tamarugo	Nativo	Arbóreo	Vulnerable	Benoit, 1989 D.S. N° 68/2009 MINAGRI
Loasaceae	<i>Huidobria fruticosa</i>	-	Nativo	Arbustivo	-	-
Malvaceae	<i>Cristaria spp</i>	-	Nativo	Herbáceo	-	-
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i>	-	Nativo	Herbáceo	-	-

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

CUADRO 4.3.1.4-3
ESPECIES DE FLORA, QUEBRADA DE AROMA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	Hábito	Categoría	Documento
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis acuta</i>	-	Nativo	Herbáceo	-	-
Poaceae	<i>Cortaderia atacamensis</i>	Cola de zorro	Nativo	Arbustivo	-	-
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Gramma salada	Nativo	Herbáceo	-	-
Polemoniaceae	<i>Bryantiella glutinosa</i>	-	Nativo	Arbustivo	-	-
Portulacaceae	<i>Cistanthe amaranthoides</i>	-	Nativo	Suculento	-	-
Portulacaceae	<i>Cistanthe celosioides</i>	Griasal	Endémico	Suculento	-	-
Solanaceae	<i>Nolana tarapacana</i>	-	Nativo	Suculento	-	-
Solanaceae	<i>Reyesia chilensis</i>	-	Nativo	Arbustivo	-	-
Solanaceae	<i>Reyesia juniperoides</i>	-	Nativo	Arbustivo	-	-
Solanaceae	<i>Solanum chilense</i>	Tomatillo	Nativo	Arbustivo	-	-
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>	Totora	Nativo	Herbáceo	-	-

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

Finalmente, de acuerdo a la información expuesta, se constata que el área de inundación, de canales y de obras anexas, presentan las mismas características en cuanto a flora y vegetación terrestre.

4.3.1.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

La vegetación del área de influencia del Proyecto se encuentra compuesta por 2 formaciones vegetacionales distintas, correspondientes a Matorral (35,8%) y Sin Vegetación (64,2%).

En relación a la composición florística La mayor parte de la flora registrada corresponde a especies de hábito arbustivo (51,5 % del total).

En el área de estudio se observaron 3 especies que se encuentran en categoría de conservación según alguno de los documentos oficiales. Entre éstas se encuentra la especie arbórea *Prosopis tamarugo* (Tamarugo), considerada Vulnerable según el Libro Rojo de la Flora Chilena (Benoit, 1989), y las especies *Aphyllocladus denticulatus* y *Browningia candelaris*, consideradas Casi amenazada y Vulnerable, respectivamente, según el D.S. N° 41/2012 del MMA.

De acuerdo a los resultados y con el fin del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental del componente Flora y Vegetación Terrestre en las Alternativas, la que resulta similar en todas ya que el área analizada es coincidente. Solo destaca la diferencia en la vulnerabilidad de la Alternativa 1, que se debe a que posee la menor área a inundar. El resultado se muestra en el Cuadro 4.3.1.5-1.

CUADRO 4.3.1.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

Alt	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
1	4	Se identifican 4 especies endémicas	3	Solo flora nativa, El 64,2% del área no tiene vegetación	3,5	3	La mayor parte de las formaciones vegetales son matorral, que tienen amplia distribución y vulnerabilidad relativamente baja, Se identifican 3 especies en categoría de conservación ya sea amenazada o vulnerables. El área a inundar es más pequeña en comparación a las otras alternativas.	3,25
2	4		3		3,5	4	La mayor parte de las formaciones vegetales son matorral, que tienen amplia distribución y vulnerabilidad relativamente baja, Se identifican 3 especies en categoría de conservación ya sea amenazada o vulnerables.	3,75
3	4		3		3,5	4	La mayor parte de las formaciones vegetales son matorral, que tienen amplia distribución y vulnerabilidad relativamente baja, Se identifican 3 especies en categoría de conservación ya sea amenazada o vulnerables.	3,75

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

4.3.2. Fauna Terrestre

4.3.2.1. Antecedentes Generales

El presente componente fue descrito por ICNOVA ING. a partir de un reconocimiento en terreno realizado entre los días 21 y 24 de mayo de 2013 y recopilación de información bibliográfica. El informe original se encuentra en el Anexo EAA 4, junto con su registro fotográfico. Los objetivos de la caracterización de la fauna terrestre del área de estudio son:

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

4.3.2.2. Área de Influencia

El área de influencia directa del componente Fauna Terrestre corresponde a las zonas de inundación de las alternativas para la construcción del embalse de riego propuestas en esta consultoría, dada la cercanía entre las áreas de inundación se consideró una envolvente que considerara a todas las alternativas. Se considera también, el área de los trazados de la red de canales propuesta como adicional al trazado ya existente y las zonas de obras anexas y de ubicación de los empréstitos,

4.3.2.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

Se levantó información sobre fauna terrestre asociada al área de estudio. La búsqueda se basó en publicaciones de carácter nacional e internacional, libros de Biología y Ecología de Chile y documentos técnicos. La recopilación se centró en la presencia de especies con problemas de conservación. El Cuadro 4.3.2.3-1 resume la bibliografía considerada.

CUADRO 4.3.2.3-1
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FAUNA TERRESTRE

COMPONENTE	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
Aves	Araya y Millie (1988), Araya y col. (1993, 1995), Goodall y col. (1946, 1951), Jaramillo (2005).
Herpetozoos	Donoso-Barros (1966), Nuñez y col. (1997), Ortíz-Zapata (1980), Veloso y Navarro (1988), Vidal y Labra (2008).
Mamíferos	Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2000).

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

b) Levantamiento de Información en Terreno

b.1) Aspectos Generales

El muestreo de fauna se realizó en base a los puntos presentados en el Cuadro 4.3.2.3-2

CUADRO 4.3.2.3-2
PUNTOS DE MUESTREO Y TRAMPEO DE FAUNA TERRESTRE

Nombre	Coordenadas UTM WGS 84, Huso 19	
	Este	Norte
Fauna 1	461.839	7.834.614
Fauna 2	460.345	7.834.071
Fauna 3	459.200	7.833.908
Fauna 4	458.706	7.833.365
Trampas 1	461.979	7.834.629
Trampas 2	460.616	7.834.382
Trampas 3	458.823	7.833.808

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

La metodología usada para caracterizar la fauna terrestre presente en el área de estudio fue particular para cada clase de animales, como se indica a continuación.

b.2) Aves

Se realizaron transectos de observación, registrando a simple vista y mediante binoculares todas las especies. Los transectos fueron de 100 m de largo y 20 m de ancho a cada lado.

b.3) Herpetozoos

Para detectar la presencia de herpetozoos se realizó búsqueda en los ambientes frecuentados por estos animales. El objetivo en cada sitio fue realizar un inventario completo de especies. Las técnicas de muestreo comprendieron la realización de búsquedas activas (“Visual Encounter Surveys”) durante el día, las cuales se efectuaron en transectos de 100 m de largo por 5 m de ancho a cada lado. La identificación de especies se realizó en el lugar o mediante registro fotográfico.

b.4) Mamíferos

Los mamíferos presentes en el área se registraron mediante observación directa e indirecta (registro de huellas, heces, madrigueras, entre otros). Para el caso de los micro - mamíferos se realizaron capturas mediante trampas Sherman en tres puntos durante una noche.

Las especies fauna terrestre fueron clasificadas de acuerdo a su origen, endemismo, y por estado de conservación de acuerdo a los listados oficiales nacionales, es decir, los Decretos Supremos para Clasificación de Especies (según lo estipulado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, RCE, del 3 de junio del 2004), considerando los ocho procesos de clasificación vigentes (D.S. N° 151/2007 MINSEGPRES, D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 23/2009 MINSEGPRES, D.S. N° 33/2012 MMA, D.S. N° 41/2012 MMA, D.S.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

N° 42/2012 MMA, D.S. N° 19/2013 MMA). Si las especies no se encuentran listadas en dichos procesos, se utilizó secundariamente el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 5/1998 MINAGRI).

c) Cálculo Sensibilidad Ambiental

Para este análisis, cabe destacar que se tomaron en cuenta las superficies inundadas en cada una de las alternativas del Proyecto. Particularmente, se consideró este aspecto dentro de la vulnerabilidad.

4.3.2.4. Resultados

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

De acuerdo a la revisión y recopilación de información sobre fauna terrestre en el área de estudio, se confeccionó un listado de especies potenciales, el cual se presenta en el Cuadro 4.3.2.4-1. En esta se observa la presencia potencial de 58 especies, de las cuales 2 son de origen endémico (un reptil y un anfibio), mientras que las restantes son nativas. Del total, 36 corresponden a aves, 10 herpetozoos (6 anfibios y 4 reptiles), y 12 mamíferos.

De las especies potenciales, 20 de ellas se encuentran en categoría de conservación (2 aves, 10 herpetozoos y 8 mamíferos). Destacan los anfibios, ya que 4 de las potenciales especies se encuentran En Peligro.

**CUADRO 4.3.2.4-1
 ESPECIES DE FAUNA TERRESTRE POTENCIAL, QUEBRADA DE AROMA**

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Categoría	Documento
AVES					
Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho	Nativo	-	-
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativo	-	-
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Nativo	-	-
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	Nativo	Vulnerable	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
Charadriidae	<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	Nativo	-	-
Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	Nativo	-	-
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Nativo	-	-
Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de la puna	Nativo	-	-
Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita cordillerana	Nativo	-	-
Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita boliviana	Nativo	-	-
Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita quiguagua	Nativo	-	-
Emberezidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativo	-	-
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	Nativo	-	-
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Nativo	-	-
Fringillidae	<i>Carduelis atrata</i>	Jilguero negro	Nativo	-	-

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

CUADRO 4.3.2.4-1
ESPECIES DE FAUNA TERRESTRE POTENCIAL, QUEBRADA DE AROMA

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Categoría	Documento
Fringillidae	<i>Carduelis uropygialis</i>	Jilguero cordillerano	Nativo	-	-
Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de alas blancas	Nativo	-	-
Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Nativo	-	-
Furnariidae	<i>Geositta maritima</i>	Minero chico	Nativo	-	-
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina dorso negro	Nativo	-	-
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Pequén	Nativo	-	-
Strigidae	<i>Bubo magellanicus</i>	Tucúquere	Nativo	-	-
Strigidae	<i>Glaucidium peruanum</i>	Chuncho del norte	Nativo	-	-
Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	Comesebo chico	Nativo	-	-
Thraupidae	<i>Conirostrum tamarugense</i>	Comesebo de los tamarugales	Nativo	Inadecuadamente conocida	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	Cometocino del norte	Nativo	-	-
Thraupidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	Nativo	-	-
Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	Nativo	-	-
Thraupidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	Nativo	-	-
Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte	Nativo	-	-
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Nativo	-	-
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	Nativo	-	-
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza	Nativo	-	-
Tyrannidae	<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho	Nativo	-	-
Tyrannidae	<i>Agriornis microptera</i>	Mero de Tarapacá	Nativo	-	-
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	Nativo	-	-
HERPETOZOOS					
Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	Nativo	Vulnerable	D.S. N° 41/2012 MMA
Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra de cola corta de Perú	Nativo	Rara	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
Colubridae	<i>Philodryas tachymenoides</i>	Culebra de cola larga de Camarones	Nativo	Rara	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
Leptodactylidae	<i>Pleurodema marmorata</i>	Sapo de cuatro ojos marmóreo	Nativo	En peligro y rara	D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES
Liolaemidae	<i>Liolaemus islugensis</i>	Lagartija de Isluga	Nativo	Rara	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
Telmatobiidae	<i>Telmatobius chusmisensis</i>	Sapo de Chusmisa	Nativo	En peligro crítico	D.S. N° 42/2012 MMA
Telmatobiidae	<i>Telmatobius marmoratus</i>	-	Nativo	Vulnerable	D.S. N° 41/2012 MMA
Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	Sapo peruano	Nativo	En peligro y rara	D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES
Telmatobiidae	<i>Telmatobius</i>	Sapo de	Endémico	En peligro y rara	D.S. N° 50/2008

CUADRO 4.3.2.4-1
ESPECIES DE FAUNA TERRESTRE POTENCIAL, QUEBRADA DE AROMA

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Categoría	Documento
	<i>zaphuirensis</i>	zaphuirensis			MINSEGPRES
Tropiduridae	<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Tereza	Endémico	Rara	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
MAMIFEROS					
Abrocomidae	<i>Abrocoma cinerea</i>	Ratón Chinchilla cenicienta	Nativo	Inadecuadamente conocida	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	Nativo	Vulnerable	D.S. N° 33/2012 MMA
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativo	Preocupación menor	D.S. N° 33/2012 MMA
Canidae	<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla	Nativo	Preocupación menor	D.S. N° 33/2012 MMA
Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	Nativo	-	-
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejudo del Perú	Nativo	-	-
Cricetidae	<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	Nativo	-	-
Ctenomyidae	<i>Ctenomys robustus</i>	Tuco tuco del Tamarugal	Nativo	Vulnerable	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca del Norte	Nativo	-	-
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Nativo	Casi amenazado	D.S. N° 42/2012 MMA
Felidae	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato Colocolo	Nativo	Casi amenazado	D.S. N° 42/2012 MMA
Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	Quique	Nativo	Vulnerable	D.S. N° 5/1998 MINAGRI

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

b) Levantamiento de Información en terreno

En la Figura 4.3.2.4-1 se presentan los puntos de muestreo de Fauna Terrestre distribuidos a lo largo de la envolvente de inundación considerada y en los puntos que los se consideraron como ecosistemas particulares.

El Cuadro 4.3.2.4-2 resume las especies de fauna registradas en los sectores del área de estudio del Proyecto. En la visita a terreno se pudo observar la presencia de 9 especies animales. Las aves se encuentran representadas por 5 especies, de 5 familias diferentes. De éstas, el 100 % corresponde a especies nativas, ninguna de ellas se encuentra en categoría de conservación. En cuanto a los herpetozoos, en el área de estudio se observó la presencia de la especie *Rhinella spinulosa* (Sapo espinoso), categorizada como Vulnerable según el D.S. N° 41/2012. Por otro lado, la especie *Microlophus theresioides* (Corredor de Pica) es endémica de la zona, y se encuentra categorizada como Rara según el D.S. N° 5/1998 MINAGRI. Los registros de mamíferos

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

corresponden a observaciones indirectas de *Lycalopex* (probablemente *Lycalopex culpaeus*), mediante el registro de fecas y huellas. Esta especie está clasificada con Preocupación menor según el D.S. N° 33/2012 MMA. A esto se suma el resultado del trampeo de micro mamíferos, mediante el cual se determinó la presencia de la especie *Phyllotis limatus*, que no se encuentra en categoría de conservación.

CUADRO 4.3.2.4-2
DIVERSIDAD DE ESPECIES DE FAUNA TERRESTRE, QUEBRADA DE AROMA

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Categoría	Documento
AVES					
Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo chico	Nativo	-	-
Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita boliviana	Nativo	-	-
Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Nativo	-	-
Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	Nativo	-	-
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	Nativo	-	-
HERPETOZOOS					
Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	Nativo	Preocupación menor	D.S. N° 41/2012 MMA
Tropiduridae	<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Tereza	Endémico	Rara	D.S. N° 5/1998 MINAGRI
MAMIFEROS					
Canidae	<i>Lycalopex spp.</i>	Zorro	Nativo	Preocupación menor	D.S. N° 33/2012 MMA
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejudo del Perú	Nativo	-	-

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

FIGURA 4.3.2.4-1
PUNTOS DE MUESTREO DE FAUNA TERRESTRE

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

El Cuadro 4.3.2.4-3 se entrega la abundancia de individuos para cada especie observada en los distintos puntos de muestreo del área de estudio.

CUADRO 4.3.2.4-3

ABUNDANCIA DE ESPECIES DE FAUNA TERRESTRE, QUEBRADA DE AROMA

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	F1	F2	F3	F4	T1	T2	T3
Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo chico	-	9	-	-	-	-	-
Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita boliviana	8	2	5*	-	-	-	-
Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	1	-	-	2	-	-	-
Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	-	20	-	-	-	-	-
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	-	-	-	2	-	-	-
Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	5*	-	6*	4*	-	-	-
Tropiduridae	<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de Pica	7	3	3	9	-	-	-
Canidae	<i>Lycalopex</i>	Zorro	**	**	**	**	-	-	-
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejudo del Perú	-	-	-	-	2	-	-

Nota: F: Muestreo T: Trampeo

*Individuos juveniles

** Registro indirecto

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

El Cuadro 4.3.2.4-4 muestra las superficies inundadas en cada alternativa. De ello, se desprende que solo la alternativa 1 posee una diferencia mayor, en comparación al resto. Una menor superficie inundada conllevaría un menor impacto en el componente, por tanto, esto se tradujo en que a la Alternativa 1 se le asignó menor valor de vulnerabilidad para la determinación de la Sensibilidad Ambiental.

CUADRO 4.3.2.4-4

ÁREAS DE INUNDACIÓN DE ALTERNATIVAS

Alternativa	1	2	3
Superficie Inundada (ha)	117,74	130,25	127,79

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.5. Conclusiones y Determinación de Sensibilidad Ambiental

De acuerdo a los resultados y con el fin del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental del componente Fauna terrestre en cada Alternativa, la que resulta similar en todas ya que el área analizada es coincidente. Cabe distinguir la diferencia en la sensibilidad de la Alternativa 1, producto del su menor área inundada. El resultado se muestra en el Cuadro 4.3.2.5-1.

CUADRO 4.3.2.5-1

SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE

Alt	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
1	3	Se encontraron a 9 de las 36 especies identificadas como potenciales en el área de estudio.	5	No hay presencia de especies alóctonas	4	3	Se identifican 3 especies en categoría de conservación. Área de inundación menor a resto de alternativas, menor susceptibilidad a sufrir efectos.	3,5
2	3		5	No hay presencia de especies alóctonas	4	4	Se identifican 3 especies en categoría de conservación	4
3	3		5	No hay presencia de especies alóctonas	4	4		4

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

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Flora y Fauna Acuática

4.3.3.1. Antecedentes Generales

El presente componente fue descrito por ICNOVA ING. a partir de un reconocimiento en terreno realizado entre los días 21 y 24 de mayo de 2013 y recopilación de información bibliográfica. El informe original se encuentra en el Anexo EAA 5. Los objetivos de la caracterización de la flora y fauna acuática del área de estudio son:

- Describir la flora y fauna acuática del área de estudio.
- Determinar las especies de flora y fauna acuática en estado de conservación.

4.3.3.2. Área de Influencia

El área de estudio para la componente biota acuática se definió en base a la construcción de un embalse en el sector de Pintanane en la Quebrada de Aroma. Por lo anterior se definieron 6 puntos de muestreo para la biota acuática, 2 puntos aguas arriba del área de embalse, un punto en el área de embalse, y 3 puntos aguas abajo de esta área

4.3.3.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

Se levantó información sobre flora y fauna acuática asociada al área de estudio y ecosistemas similares en la Región de Tarapacá. La búsqueda se basó en publicaciones de carácter nacional e internacional, libros de Limnología de Chile y documentos técnicos, los que se resumen en el Cuadro 4.3.3.3-1. La recopilación se centró en la presencia de especies con problemas de conservación.

**CUADRO 4.3.3.3-1
 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA**

COMPONENTE	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
Flora acuática	CM Paguanta S.A. (2013), DGA (2004), Ramírez y San Martín (2006)
Fauna acuática	CM Paguanta S.A. (2013), DGA (2004), Ruiz y Marchant (2004), Vila <i>et al.</i> (1999).

Fuente: Elaboración por Icnova Ing

b) Levantamiento de Información en Terreno

Tal como se mencionara anteriormente, las labores de muestreo del componente biota acuática se centró en seis puntos (Cuadro 4.3.3.3-2).

**CUADRO 4.3.3.3-2
 PUNTOS DE MUESTREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA**

I D	Coordenadas UTM WGS 84, Huso 19		Descripción ubicación
	Este	Norte	
1	460805	7834198	En el área de inundación de la obra
2	462231	7835114	Inmediatamente aguas arriba de la obra
3	465931	7836590	Aguas arriba de la obra, antes de junta con Quebrada de Sapte
4	453376	7831749	Aguas abajo obra, antes de junta con Quebrada Sotoca y Quebrada de Cala Cala, cercano a zona de riego
5	446464	7830263	Aguas abajo obra, posterior a junta con Quebrada de Sotoca y Quebrada de Cala Cala, cercano a zona de riego
6	429734	7811442	Aguas abajo obra, posterior a junta con Quebrada de Sotoca y Quebrada de Cala Cala, cercano a zona de riego

Fuente: Elaboración propia.

Para caracterizar los ambientes en donde se encuentran los organismos de interés, se midieron variables sobre el hábitat físico y la físico-química del agua en las 6 estaciones antes mencionadas. En el Cuadro 4.3.3.3-3 se presenta la metodología aplicada.

CUADRO 4.3.3.3-3
METODOLOGÍA PARA CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT Y FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA

TIPO	VARIABLE	METODOLOGÍA
Hábitat físico	Tipo de cauce	Recto, con meandros, zonas de empozamiento, sinuoso, etc.
	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 cm 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.

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

b.1) Flora acuática

La flora acuática, definida como aquella que vive asociada exclusivamente al cuerpo de agua, se determinó a través de un muestreo de tipo cualitativo (presencia/ausencia) de especies. Por lo anterior el resultado fue expresado como número de especies (riqueza) para cada estación de muestreo, junto con una estimación del porcentaje de cobertura. La identificación de especies se realizó tanto in-situ como mediante la toma de muestras, las cuales fueron depositadas en bolsas y fijadas con alcohol al 95%, para su posterior trasladado y análisis en el laboratorio. La flora se identificó utilizando las claves de Ramírez & San Martín (2006).

b.2) Fauna Acuática

El muestreo de fauna acuática se realizó mediante pesca eléctrica, utilizando un equipo SAMU. El elemento de captura fue una red tipo chingullo 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 m² de área por estación de muestreo. Los ejemplares fueron identificados mediante las claves y descripciones de Arratia (1981) y Ruiz & Marchant (2004). Previo al trabajo de terreno se tramitó y publicó el Permiso de Pesca de Investigación mediante la Subsecretaría de Pesca, el cual se adjunta en el Anexo 5 de este informe. Asimismo, antes de la ejecución de la campaña de terreno, se dio oportuno aviso al Servicio Nacional de Pesca de la Región de Tarapacá.

Las especies de flora y fauna acuática fueron clasificadas de acuerdo a su origen, endemismo, y por estado de conservación de acuerdo a los listados oficiales nacionales, es decir, los Decretos Supremos para Clasificación de Especies (según lo estipulado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, RCE, del 3 de junio del 2004), considerando los ocho procesos de clasificación vigentes (D.S. N° 151/2007 MINSEGPRES, D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 23/2009 MINSEGPRES, D.S. N° 33/2012 MMA, D.S. N° 41/2012 MMA, D.S. N° 42/2012 MMA, D.S. N° 19/2013 MMA).

4.3.3.4. Resultados

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

El Cuadro 4.3.3.4-1 presenta el listado de especies potenciales de flora y fauna acuática presentes en el área de estudio, la cual fue confeccionada en base a la revisión y recopilación de información de biota acuática tanto en el sistema de estudio como en sistemas similares. En este Cuadro se observa la presencia potencial de 12 especies de flora acuática (todas nativas), y 4 especies de fauna acuática (3 peces y 1 artrópodo), una de ellas introducida.

CUADRO 4.3.3.4-1
ESPECIES DE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA POTENCIALES, QUEBRADA DE AROMA

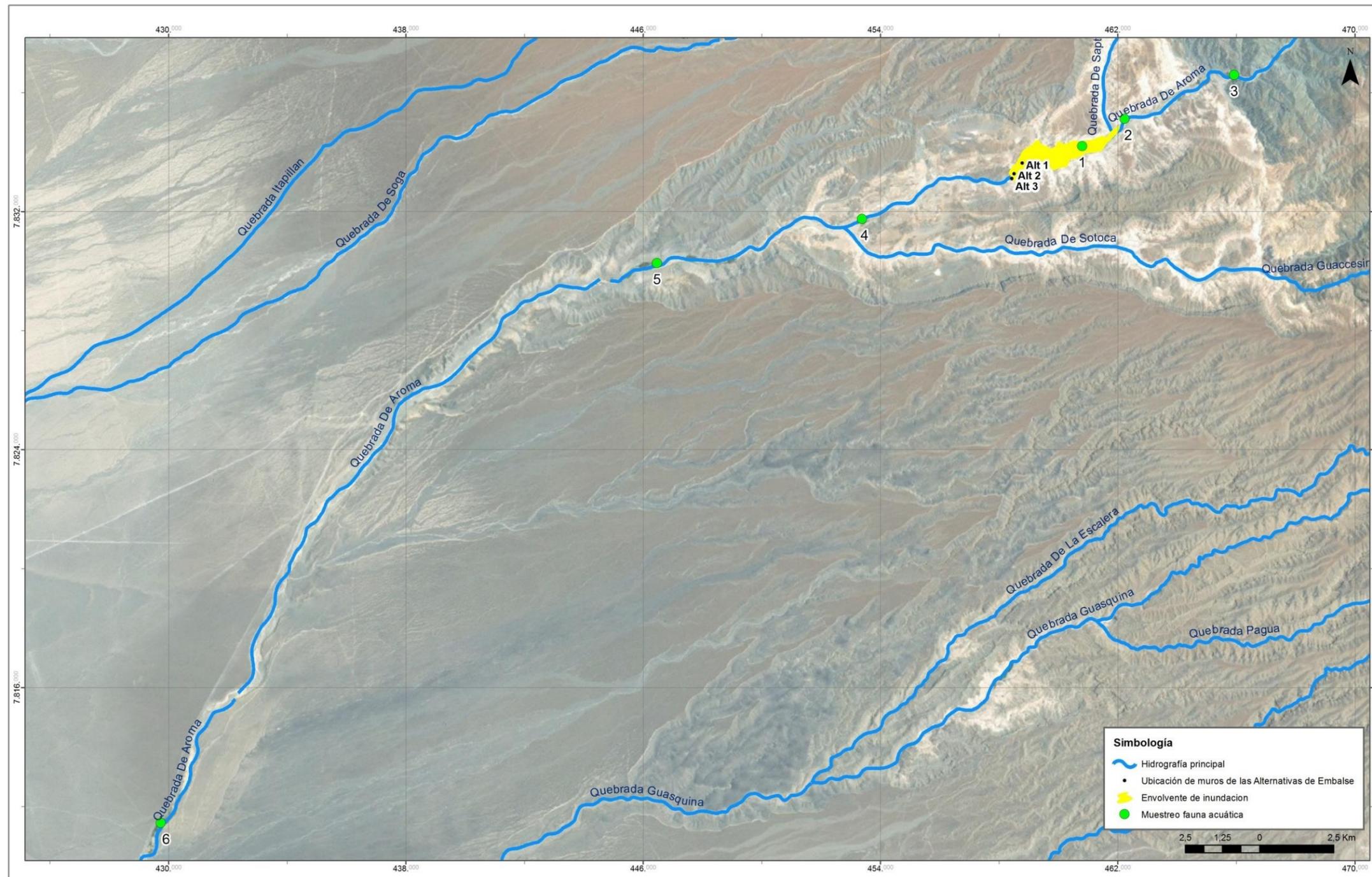
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen
FLORA ACUÁTICA			
Amaranthaceae	<i>Sarcocornia pulvinata</i>	Flor del pato	Nativo
Apiaceae	<i>Lilaeopsis chinensis</i>	-	Nativo
Brassicaceae	<i>Drabella sp.</i>	Huiro	Nativo
Cyperaceae	<i>Carex sp.</i>	-	Nativo
Cyperaceae	<i>Zameioscirpus atacamensis</i>	-	Nativo
Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i>	-	Nativo
Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	-	Nativo
Poaceae	<i>Catabrosa Werdermannii</i>	-	Nativo
Poaceae	<i>Distichlis humilis</i>	-	Nativo
Potamogetanoceae	<i>Stuckenia filiformis</i>	Jacinto de agua	Nativo
Ranunculaceae	<i>Ranunculus sp.</i>	-	Nativo
Brassicaceae	<i>Cardamine flexuosa</i>	Berro	Nativo
FAUNA ACUÁTICA			
Cyprinodontidae	<i>Orestias sp.</i>	Karachi	Nativo
Palaemonidae	<i>Cryphiops caementarius</i>	Camarón de río del norte	Nativo
Poeciliidae	<i>Gambussia affinis</i>	Pez mosquito	Introducido
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	Bagrecito	Nativo

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

b) Levantamiento de Información en Terreno

La Figura 4.3.3.4-1 muestra la ubicación de los puntos de muestreo en el sector de la Quebrada de Aroma.

FIGURA 4.3.3.4-1
PUNTOS DE MONITOREO DE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA



Fuente: Elaboración propia.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

En el Anexo EAA 5 se entregan los parámetros fisicoquímicos registrados para las estaciones de muestreo durante la campaña de terreno. En general, el cauce del río es homogéneo a lo largo de su curso, lo cual se refleja en la similitud de los valores de los distintos parámetros medidos en las 6 estaciones de muestreo.

El ancho del cauce no presentó diferencias mayores a 1 m entre las estaciones de muestreo, siendo el valor máximo 3,5 m. La profundidad no supera los 40 cm en sus valores máximos, mientras que el promedio es aprox. 20 cm.

La velocidad del río se mantiene relativamente constante en las estaciones de muestreo, mostrando un promedio de 1,02 m/s, lo que representa un sistema rítrónico. La turbiedad observada es media, a excepción de las últimas dos estaciones, donde se observó una alta turbiedad.

El agua presenta una temperatura media de 18,9 °C, con valores mínimos en las estaciones E1 y E4, en las cuales la temperatura no superó los 16,4 °C debido a la presencia de sombra.

El pH es similar en las seis estaciones (promedio de 8,23) mostrando una tendencia levemente básica. La conductividad mostró valores similares a otros sistemas del norte grande de Chile, no superando los 4 (mS/cm). Los valores de oxígeno disuelto son altos (promedio de 9,13 mg/L), indicando saturación completa del cuerpo de agua.

Finalmente no se observó presencia de agentes no naturales (basuras, escombros, restos de combustibles, etc.) en las estaciones de muestreo.

b.1) Flora Acuática

En las seis estaciones de muestreo no se detectó la presencia de macrófitas. Sin embargo se observaron otras especies terrestres asociadas a los cursos de agua, tales como *Equisetum giganteum*, *Tessaria absinthioides*, *Schoenoplectus californicus*, *Baccharis juncea* y *Cortaderia atacamensis*.

b.2) Fauna Acuática

Durante el muestreo de fauna acuática mediante pesca eléctrica se detectó la presencia de la especie *Trichomycterus rivulatus* (Bagre de la puna), la cual se encuentra en categoría En Peligro y Rara según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES. La Tabla 6 presenta la abundancia registrada para esta especie en las estaciones de muestreo.

En relación a los anfibios, en la mayoría de las estaciones se observó la especie *Rhinella spinulosa* (tanto en estado adulto, post metamórfico, y larva) mientras que en la estación E1 se registró la presencia de 2 especies de anfibios pertenecientes al género *Telmatobius*.

En el Cuadro 4.3.3.4-2 se presenta la abundancia de especies de fauna acuática para cada estación de muestreo.

CUADRO 4.3.3.4-2
ABUNDANCIA DE ESPECIES (IND/HR) POR ESTACIÓN DE MUESTREO

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría	Documento	Abundancia					
					E1	E2	E3	E4	E5	E6
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	Bagre de la puna	En peligro y Rara	D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES	19	10	3	2	4	-

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Leptodactylidae	<i>Telmatobius sp</i>	Sapo	-	-	2	-	-	-	-	-
Bufo	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo verrugoso	Preocupación menor	D.S. N° 41/2012 MMA	*	**	-	5	-	**

* Larvas / ** Individuos post metamórficos

Fuente: Elaborado por Icnova Ing.

4.3.3.5. Conclusiones y Determinación de Sensibilidad Ambiental

La visita a terreno a las seis estaciones de muestreo permitió constatar que el cauce del río no presenta grandes variaciones físicas a lo largo de su curso (profundidad, ancho, velocidad del cauce)

El muestreo de biota acuática dio como resultado la ausencia de macrófitas en las estaciones de muestreo; Sólo se registraron plantas terrestres asociadas a las riberas

En relación a la fauna se pudo determinar la presencia de la especie *Trichomycterus rivulatus* (Bagre de la puna), en casi todas las estaciones de muestreo. Este bagre corresponde a una especie sensible, ya que se encuentra en categoría En Peligro y Rara según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES. Considerando lo anterior, el desarrollo del Proyecto afectaría el hábitat de la mencionada especie, la cual habita solamente el extremo norte del país y sobre la cual no existían registros en el área de estudio. Dado la singularidad y estado de conservación de esta especie, se considera que la ejecución del Proyecto tiene el potencial de generar impactos significativos sobre ella.

De acuerdo a los resultados y con el fin del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental del componente Flora y fauna acuática en cada alternativa, la que resulta similar en todas ya que el área analizada es coincidente. El resultado se muestra en el Cuadro 4.3.3.5-1.

CUADRO 4.3.3.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

Alt	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
1	4	No se encontraron especies de biota acuática en las estaciones muestreadas, sin embargo se encontraron 3 especies de fauna de las consideradas como potenciales en el área de estudio.	5	No hay presencia de especies alóctonas	4,5	4	Se identifican 3 especies de fauna en categoría de conservación, una de ellas considerada en peligro y rara.	4,25
2	4		5	No hay presencia de especies alóctonas	4,5	4		4,25
3	4		5	No hay presencia de especies alóctonas	4,5	4		4,25

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

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Biodiversidad

4.3.4.1. Antecedentes Generales

Los objetivos de la caracterización de la biodiversidad del área de estudio son:

- Determinar si el área de influencia del proyecto se encuentra al interior o intersectando algún área protegida.
- Determinar si existen relaciones de dependencia o causalidad entre los distintos componentes ambientales del área de influencia y desprender la ocurrencia de posibles impactos sobre la biodiversidad.

Las áreas que se encuentran bajo protección oficial que se consideraran en este estudio corresponden a las siguientes:

- Áreas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)
- Áreas Silvestres Protegidas Privadas (ASPP)
- Sitios prioritarios establecidos en la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica
- Sitios incluidos en el Convenio RAMSAR
- Sitios presentes en la Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad, Región de Tarapacá
- Acuíferos protegidos que alimentan vegas y bofedales de la región

Cabe destacar que se consideraron también las áreas de restricción y/o prohibición decretadas por la Dirección General de Aguas, tanto de manera superficial como subterránea, debido a que corresponden a zonas donde el recurso hidrológico o hidrogeológico se encuentra sensible a cualquier cambio en el régimen natural de estos, que es lo que sucede con una obra de las características de este estudio.

4.3.4.2. Área de Influencia

El área de influencia directa del componente Biodiversidad corresponde a la totalidad del área de estudio abarcando los tres sectores de embalse así como el cauce aguas abajo del mismo hasta el

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

sector de Cerro Unitas. Se consideró relevante considerar un área de influencia indirecta correspondiente al Acuífero Pampa del Tamarugal, debido a que diferentes estudios mencionan que la Quebrada a intervenir en este estudio podría ser un aporte trascendental en la recarga del mencionado acuífero.

4.3.4.3. Metodología

El levantamiento de información se realizó mediante revisión bibliográfica, considerando fuentes y documentos oficiales, los que se resumen en el Cuadro 4.3.4.3-1.

CUADRO 4.3.4.3-1
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS, ÁREAS BAJO PROTECCIÓN OFICIAL

COMPONENTE	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
Ares Silvestres Protegidas del Estado	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)
Ares Silvestres Protegidas Privadas	Iniciativas privadas de conservación correspondientes a la Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP) en Chile. Fuente: CONAMA (2005). Escala 1:250.000, cobertura nacional. Sistema de Información Ambiental Geográfica, Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
Sitios Ramsar	"Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional" o Convención RAMSAR del 2 de Febrero de 1971. La Convención Ramsar fue aprobada por Chile por D.L. 3485, de 1980 y promulgada como Ley de la República mediante el D.S. 771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.
Sitios prioritarios biodiversidad	Estrategia Nacional de Biodiversidad, Comisión Nacional de Medio Ambiente, 2003.
Sitios Estrategia Regional Biodiversidad	Estrategia Nacional de Biodiversidad, Comisión Nacional de Medio Ambiente, 2003.
Acuíferos protegidos	Acuíferos Protegidos que alimentan vegas y bofedales de las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.(D.G.A., 2006)

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.4. Resultados

En la zona inmediata a la zona de emplazamiento del proyecto existe presencia de sitios protegidos por el estado (SNASPE), a menos de 1 km de la zona de inundación y en la misma cuenca del proyecto se encuentra el Parque Nacional Volcán Isluga. Así mismo aguas abajo de la

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

zona del proyecto a unos 45 km aproximados se encuentra también la reserva Nacional Pampa del Tamarugal. Ambos sitios protegidos pertenecen también a sitios que son considerados prioritarios mencionados en la “Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad en la región de Tarapacá (CONAMA IV, 2002). En la mencionada estrategia se menciona que este tipo de ecosistemas particulares funcionan como verdaderos oasis dentro del clima desértico en el que se encuentran, constituyéndose como importantes áreas de concentración de especies de flora y fauna, cuya diversidad y abundancia se ha visto alterada por la creciente presión antrópica ejercida sobre ellas en estos lugares.

Aún cuando 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, el consultor considera relevante la intervención del sector mencionado con las obras propuestas por este proyecto. Debido a lo anterior, se recomienda resguardar su importancia y sensibilidad.

No se observan áreas protegidas privadas en las inmediaciones del proyecto ya que las más próximas se ubican en la zona costera en una cuenca distinta a la del proyecto. De esta misma forma, no hay presencia de humedales ni sitios RAMSAR en las inmediaciones del proyecto.

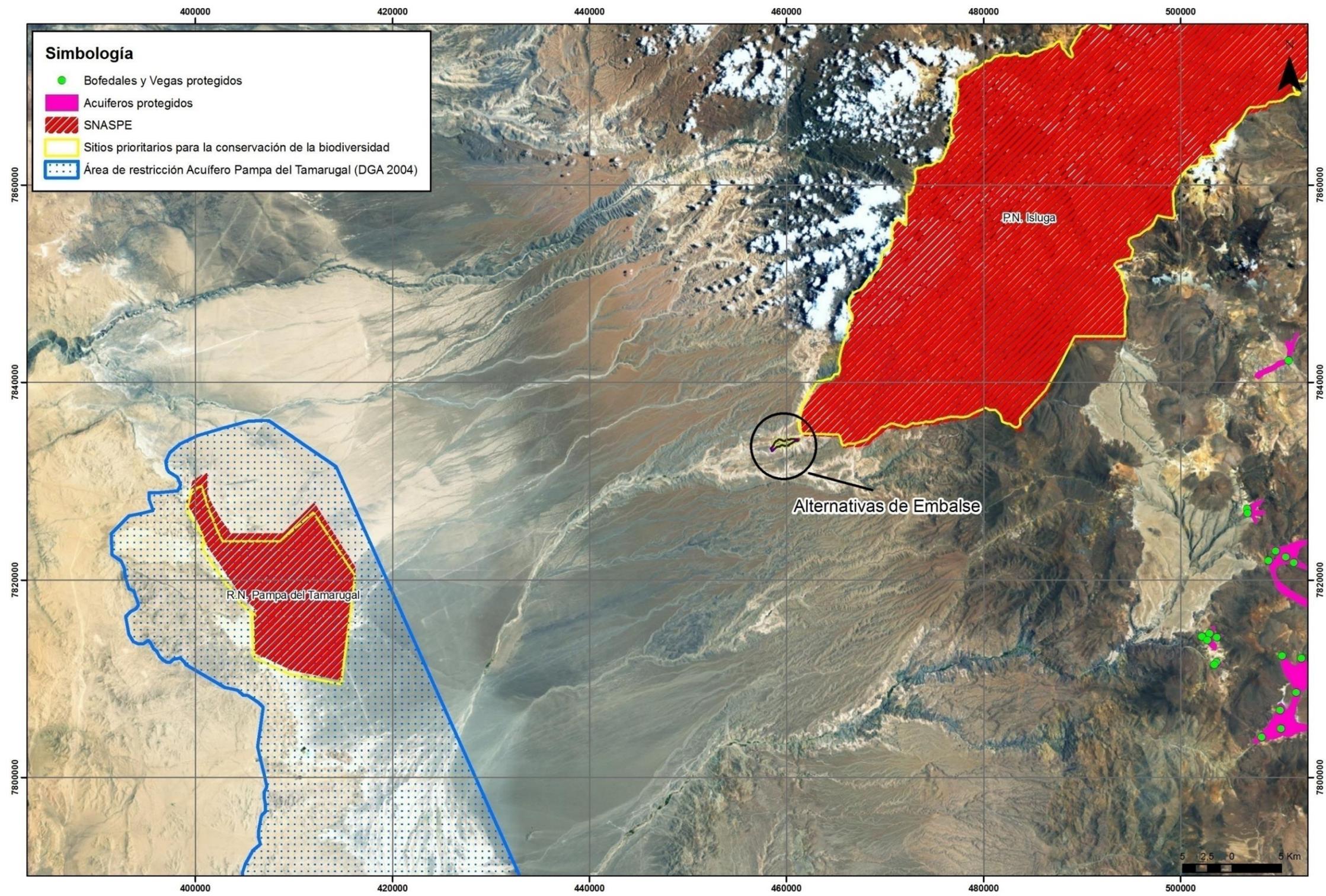
También se observa que en la misma zona de la reserva Nacional Pampa del Tamarugal, específicamente en el sector hidrogeológico denominado Pampa del Tamarugal, existe un área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas, decretado por la D.G.A. Respecto a esto último cabe señalar que el informe técnico D.G.A. N° 607 que dio origen a esta restricción menciona que la Quebrada de Aroma junto a la Quebrada de Tarapacá representan alrededor del 60% de la recarga del mencionado acuífero. Por lo tanto es importante corroborar que la construcción de un muro impermeable en la caja del río no afectaría los niveles del acuífero, afectando a sus actuales beneficiarios directos, destacándose los usuarios de agua potable de la Ciudad de Iquique y también la flora y fauna perteneciente al ecosistema natural que se abastece de él. Para lo anterior se hace necesario realizar estudios específicos al tema.

Por otra parte hacia el sector cordillerano, a unos 45 km de distancia, se encuentran algunos acuíferos protegidos que alimentan vegas y bofedales protegidos según las resoluciones D.G.A. N° 909 (1996), D.G.A. N° 529 (2003) y D.G.A. N° 464 (2006), sin embargo pertenecen a una zona hidrológica e hidrogeológica distinta a la del proyecto.

A continuación se presenta la Figura 4.3.4.4-1, donde se puede ver la ubicación de los distintos sitios mencionados.

FIGURA 4.3.4.4-1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA SITIOS PROTEGIDOS, QUEBRADA DE AROMA

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

Se pudo apreciar que en la zona de influencia del proyecto existen sitios protegidos por el estado, los que es importante considerar si el proyecto se llevara a cabo.

Para lo anterior se propondrá una zona de restricción en el apartado correspondiente del EAA, ubicada en el contorno del sitio protegido, en el cual se debería adoptar, un manejo y seguimiento ambiental riguroso.

Por otro lado durante el análisis del proyecto es esencial considerar la recarga constante del acuífero restringido de la Pampa del Tamarugal, que permita mantener los niveles adecuados en el acuífero y así evitar efectos negativos sobre los actuales usuarios de éste.

De acuerdo a los resultados y con el fin del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental del componente Biodiversidad para cada Alternativa, como se muestra en el Cuadro 4.3.4.5-1.

CUADRO 4.3.4.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE BIODIVERSIDAD

Alt	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
1	5	Presencia de áreas pertenecientes al SNASPE y consideradas como sitios prioritarios para la biodiversidad en la zona de influencia inmediata del proyecto Presencia de un acuífero susceptible de ser afectado aguas abajo del proyecto	5	Dada las categorías de los sitios protegidos se considera que la zona está casi nualmente intervenida	5	4	El límite del área de inundación está a 600 m del límite del área protegida más próxima	4,5
2	5		5		4	4,5		
3	5		5		5	3	El límite del área de inundación está a 750 m del límite del área protegida más próxima	4

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

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Medio social y cultural

4.4.1. Asentamientos Humanos

4.4.1.1. 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.

El objetivo de la caracterización de los asentamientos humanos en el área de estudio es:

- Definir si en el área de influencia del proyecto existe población que pueda ser afectada por el embalse.

4.4.1.2. Área de Influencia

El área de influencia directa corresponde a los poblados y zonas agrícolas que pudieran encontrarse en la zona de inundación del proyecto o bien en la zona de la Quebrada de Aroma donde se encuentra la población que se vería beneficiada por la obra en estudio. No se plantea área de influencia indirecta para este caso.

4.4.1.3. Antecedentes

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

- Censos de población (INE, 1992-2002)
- Encuesta CASEN (MIDEPLAN 2003, 2006, 2009)
- Plan de Desarrollo Comunal de Huara 2012-2016
- Plan Regulador Comunal (2007)
- Las trayectorias del desarrollo humano en las comunas de Chile, 1994-2003 (MIDEPLAN-PNUD, 2005)

Además se obtiene información a través de las distintas actividades del Estudio, como por ejemplo, la Participación Ciudadana, los Estudios Agronómicos, entre otros.

4.4.1.4. Antecedentes Demográficos y Socioeconómicos

Para tener una referencia de la ubicación de las alternativas respecto a los poblados, localidades y ciudades se presenta la Figura 4.4.1.4-1 donde se puede contextualizar el proyecto respecto a los asentamientos humanos existentes.

A continuación se presentan distintos aspectos que permiten caracterizar la Comuna de Huara y las localidades a las cuales se hizo referencia en la figura anterior, dónde se encuentra el área de estudio. Esta descripción se realizó en base a información secundaria. En un próximo avance del EAA se realizará una descripción más específica, elaborando un catastro de la comunidad que habita en el área de influencia directa del proyecto, indicando datos personales, familiares, socioeconómicos y socioculturales, siempre que sea posible.

a) Población

Según los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2002, la población de la Comuna alcanza los 2.599 habitantes, lo que corresponde al 11,54% de la Provincia de El Tamarugal y 1,09% de la Región de Tarapacá. La densidad poblacional es 0,2 habitantes/km².

Cabe destacar que según el Censo 2002, en la Comuna no existe población urbana, lo que contrasta con la realidad regional (Cuadro 4.4.1.4-1).

CUADRO 4.4.1.4-1
POBLACIÓN URBANO – RURAL

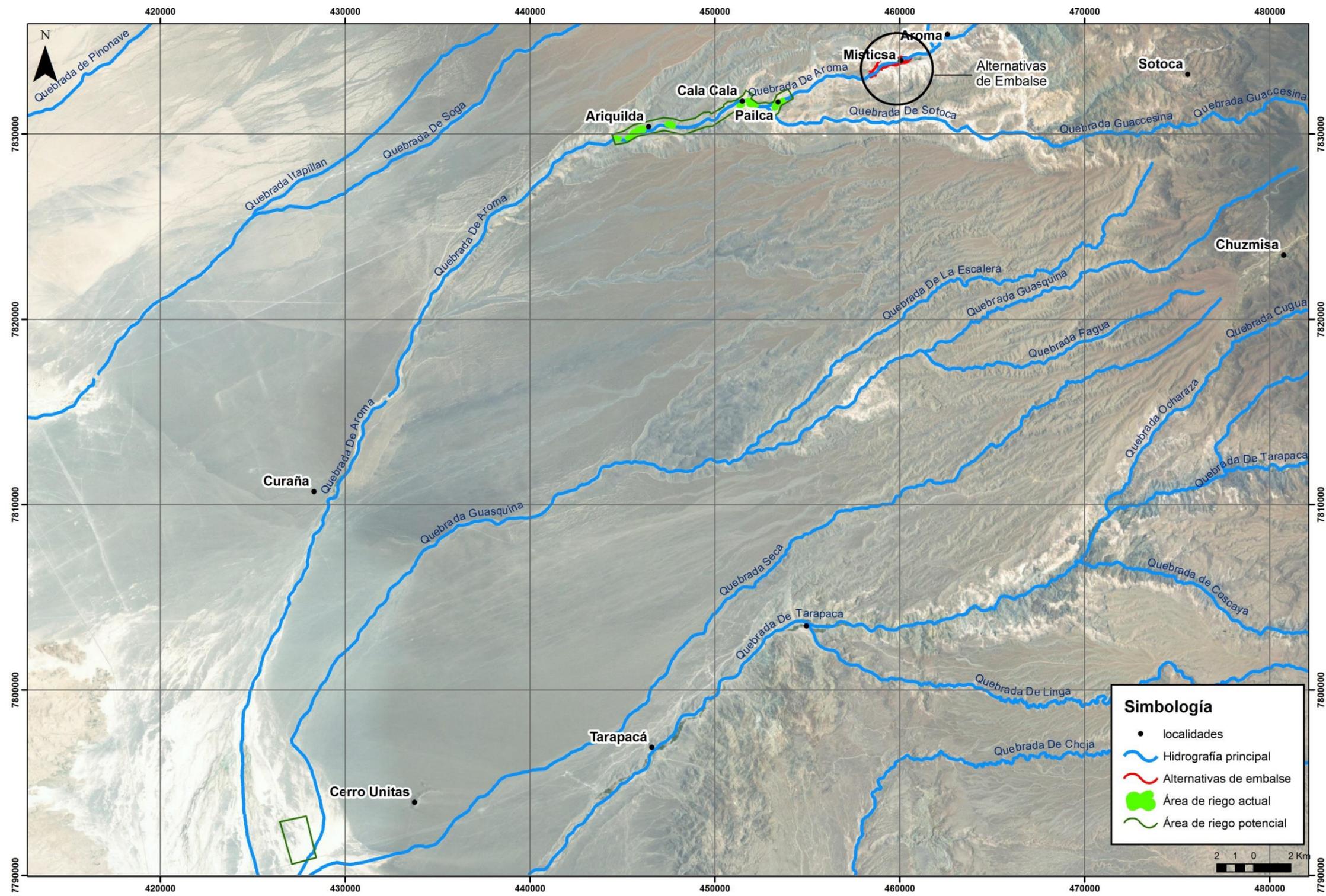
Tipo de Población	Región de Tarapacá		Comuna de Huara	
	Nº	%	Nº	%
Urbano	226.462	94,8	0	0,0
Rural	12.488	5,2	2.599	100,0
Total	238.950	100,0	2.599	100,0

Fuente: INE, Censo (2002).

Por otra parte, los hombres representan el 57,7% del total de habitantes de la Comuna, porcentaje que es más alto que a nivel regional (Cuadro 4.4.1.4-2).

FIGURA 4.4.1.4-1
ASENTAMIENTOS HUMANOS QUEBRADA DE AROMA

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4.4.1.4-2
DISTRIBUCIÓN POBLACIÓN SEGÚN SEXO

Tipo de Población	Región de Tarapacá		Comuna de Huara	
	Nº	%	Nº	%
Hombres	123.072	51,5	1.499	57,7
Mujeres	115.878	48,5	1.100	42,3
Total	238.950	100,0	2.599	100,0

Fuente: INE, Censo (2002).

Al analizar la población entre el año 2002 y lo proyectado para el año 2012 (INE), es posible apreciar que en la Comuna de Huara el mayor número de habitantes por grupo etario se ha mantenido presente en el tramo de 0 a 14 años, seguido de los habitantes entre 15 a 29 años (Cuadro 4.4.1.4-3). Se destaca a su vez que la mayor variación porcentual estimada para cada grupo etario entre el censo 2002 y lo proyectado para el año 2012, está constituido por la población entre 45 y 64 años, con un valor de 44.5%.

CUADRO 4.4.1.4-3
POBLACIÓN POR GRUPO DE EDAD 2002 Y PROYECTADA 2012

Grupo Etario	2002	2012	% según Territorio 2012		
			Comuna	Región	País
0 a 14	748	1.059	30,78	23,82	21,77
15 a 29	575	827	24,03	25,48	24,56
30 a 44	525	556	16,16	22,22	21,08
45 a 64	454	656	19,06	21,82	23,08
65 y más	297	343	9,97	6,67	9,52
Total	2.599	3.441	100	100,01	100,01

Fuente: INE, Censo (2002).y Proyección de Población (2012).

b) Evolución de la Población

La Comuna de Huara en los últimos cuarenta años ha mantenido un proceso de emigración, estimándose al año 2000 una población que representaba apenas un 56,6% del total poblacional radicado en la comuna a principios de la década del sesenta.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO 2012-2016) esta continua merma en la cantidad de habitantes se explicaría, al menos en parte, por el término de las faenas salitreras y por la fuerte atracción de población que generó el Puerto Libre de Arica durante las décadas del '60 y '70 y posteriormente la Zona Franca de Iquique, durante las décadas del '80 y '90.

Si bien ha estado presente esta tendencia al despoblamiento, se ha registrado en los últimos años una disminución de esta, estabilizándose la población en alrededor de los 2.000 habitantes.

Por lo demás se destaca que “durante los tres últimos años, la capital de la comuna ha visto fuertemente incrementada su población (se estima un incremento aproximado de 122,3%), debido al aumento de la actividad minera no metálica”, circundante a la capital comunal (PLADECO 2012-2016).

c) Representación de Grupos Étnicos

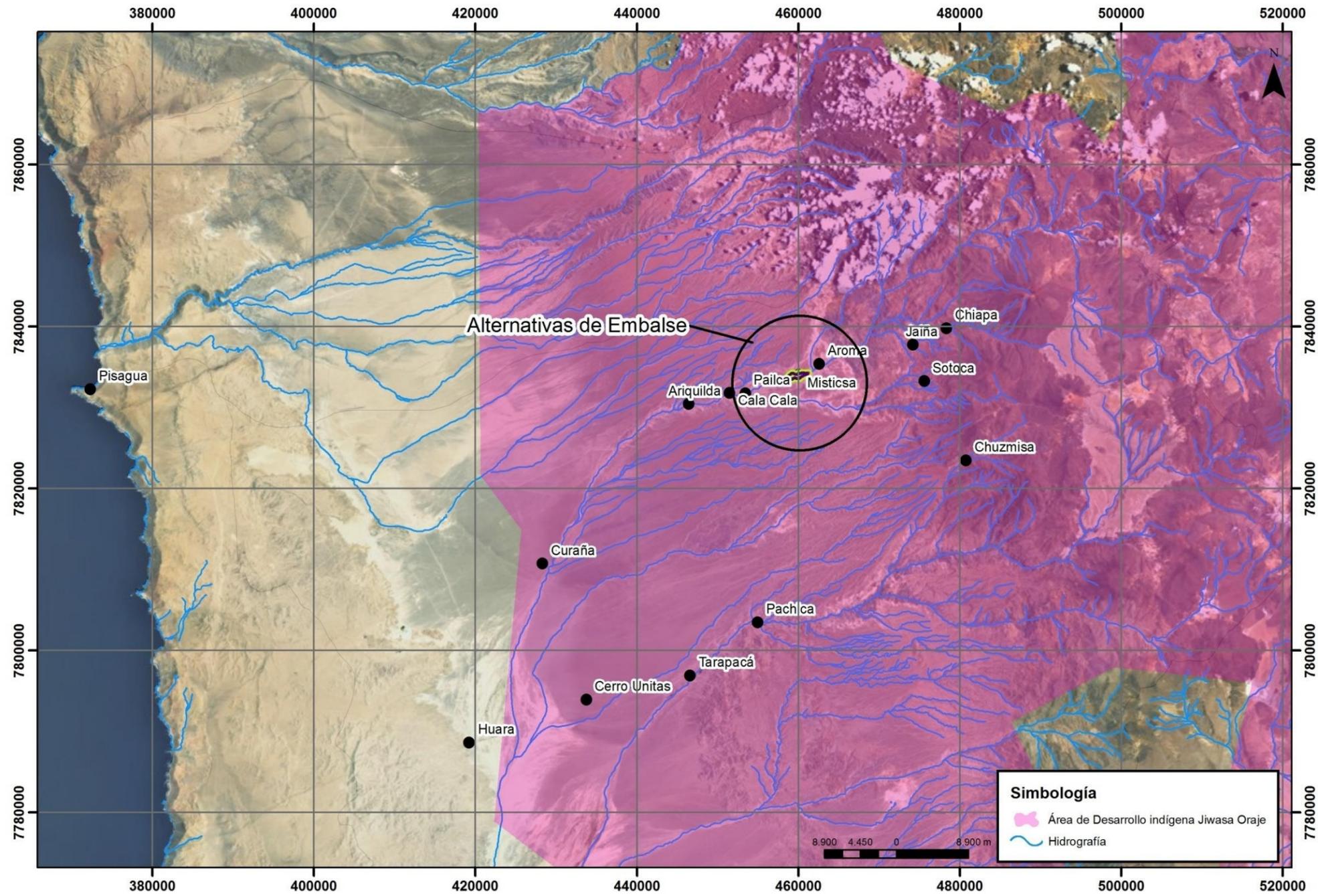
Tal como lo muestra el Cuadro 4.4.1.4-4, gran parte de la población de la Comuna de Huara está representada por personas de ascendencia indígena, principalmente Aymara (67,4% del total, según la Encuesta CASEN 2009). Esta situación se mantiene dentro del área de estudio, donde mayoritariamente se presentan propietarios de ascendencia indígena de acuerdo a antecedentes aportados por la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI. Adicionalmente, toda el área del proyecto se encuentra dentro del Área de Desarrollo Indígena Jiwasa Oraje (ver Figura 4.4.1.4-2)

CUADRO 4.4.1.4-4
POBLACIÓN SEGÚN ETNIA DECLARADA COMUNA DE HUARA

Etnia	Cantidad de Personas			% según Territorio (2009)		
	2003	2006	2009	Comuna	Región	País
Atacameño	0	0	0	0	0,09	0,18
Aymara	1011	1653	5201	67,4	9,4	0,57
Mapuche	38	48	81	1,05	2,39	5,96
Rapanui	0	0	0	0	0,36	0,03
Otras	1364	1.067	2.435	31,55	87,76	93,26
Total	2.413	2.768	7.717	100	100	100

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

FIGURA 4.4.1.4-1
AREA DE DESARROLLO INDÍGENA JIWASA ORAJE



Fuente: Elaboración propia en base a CONADI (2012)

4.4.1.5. Descripción Socioeconómica

a) Pobreza y Desarrollo Humano

La pobreza en Chile se define a partir de una canasta básica de alimentos, cuyo valor se actualiza según la evolución de los precios. Con ese valor se definen la línea de indigencia y la línea de pobreza (\$32.067 y \$ 64.134, respectivamente para CASEN 2009).

En este contexto, según cifras de la Encuesta CASEN, la población pobre disminuyó desde el año 2003 al 2009, igualándose porcentualmente la condición de indigencia con la realidad regional para el año 2009, manteniéndose por debajo de las cifras porcentuales a nivel país. Esta situación resulta concordante con las cifras en incremento de la población sin pobreza entre estos mismos años, registrándose esta condición en un 90% de la población para el año 2009, valor superior al contexto regional y de país. (Cuadro 4.4.1.5-1).

CUADRO 4.4.1.5-1

POBLACIÓN SEGÚN POBREZA COMUNA DE HUARA

Pobreza en las Personas	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Pobre Indigente	295	116	70	2	2	4
Pobre no Indigente	460	260	236	7	13	11
No Pobre	1.658	2.392	2.896	90	84	85
Total	2.413	2.768	3.202	100	100	100

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

Si bien las cifras antes mencionadas pueden resultar alentadoras, en PLADECOS (2012-2016), se señala que la mayor parte de las familias (74,22%) en la Comuna de Huara presentan una situación socioeconómica de “carencias inerciales”; vale decir, presentan ingresos sobre la línea de pobreza, pero tienen carencias en una o más de sus necesidades básicas.

En tanto en una segunda posición, y con gran diferencia, se ubican las familias que se encuentran en una situación de pobreza crónica. Estas familias representan el 12,34% del total.

Por otro lado, un 11,72% de las familias se encontrarían en una condición de integración social, y sólo un 1,72% en condición de pobreza reciente. Este último porcentaje constataría que en la Comuna existen muy pocas familias bajo la línea de pobreza y que no presentan carencia en la satisfacción de sus necesidades PLADECOS (2012-2016).

Esta situación resulta concordante con los antecedentes referidos al ingreso promedio registrado para los habitantes de la Comuna, el cual si bien ha ido en incremento entre los años 2003 y 2009 (CASEN, 2009), se mantiene muy por debajo a la situación a escala regional y de país, en donde se registran ingresos promedios sobre el 220% de los registrados en la Comuna de Huara (Cuadro 4.4.1.5-2).

CUADRO 4.4.1.5-2

INGRESO PROMEDIO COMUNA DE HUARA

Ingresos Promedio	2003	2006	2009	Región	País
Ingreso Autónomo	190.490	272.953	282.434	649.241	735.503
Subsidio monetario	11.283	7.108	43.624	17.673	18.792
Ingreso monetario	201.773	280.061	326.058	666.913	754.295

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

b) Actividades Económicas y Empleo

Respecto de la situación de empleo, es posible señalar de acuerdo a los resultados de la Encuesta CASEN (2009), que el nivel de ocupación ha evidenciado un aumento entre los años 2003 y 2006, pasando de 964 personas en esta situación, a 1.299 respectivamente, disminuyendo posteriormente a 1.048 al año 2009 (Cuadro 4.4.1.5-3).

CUADRO 4.4.1.5-3
POBLACIÓN OCUPADA, DESOCUPADA E INACTIVA
COMUNA DE HUARA; CASEN 2003-2006-2009

Territorio	Ocupados			Desocupados			Inactivos		
	2003	2006	2009	2003	2006	2009	2003	2006	2009
Comuna de Huara	964	1.299	1.048	59	44	96	698	728	1.327
Región de Tarapacá	163.895	99.875	116.769	19.117	10.740	7.619	134.792	92.803	102.156
País	5.994.561	6.577.961	6.636.881	643.977	519.357	755.252	4.995.468	5.288.126	5.871.272

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

En relación a lo anterior, los niveles de desocupación mantienen una tendencia inversa a los niveles de ocupación entre los años 2003 y 2009, presentándose tasas de desocupación inferiores a la realidad país pero superiores a la situación regional para el año 2009 (Cuadro 4.4.1.5-4).

Respecto de la importancia de las diferentes ramas de la actividad económica, en el Censo 2002 se constató que la población ocupada en la Comuna de Huara se concentra principalmente en las actividades asociadas a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura con un 45.9% de representación en la población ocupada, seguidas por la pesca y luego la explotación de minas y canteras, todas las cuales constituyen el sector primario en la actividad económica de la Comuna (Cuadro 4.4.1.5-5).

CUADRO 4.4.1.5-4
TASAS DE OCUPACIÓN Y DESOCUPACIÓN
COMUNA DE HUARA; CASEN 2003-2006-2009

Territorio	Ocupados			Desocupados			Inactivos		
	2003	2006	2009	2003	2006	2009	2003	2006	2009
Comuna de Huara	56,01	62,72	42,41	5,77	3,28	8,39	59,44	64,85	46,3
Región de Tarapacá	51,57	49,1	51,54	10,45	9,71	6,13	57,59	54,38	54,91
País	51,53	53,11	50,04	9,7	7,32	10,22	57,06	57,3	55,73

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

CUADRO 4.4.1.5-5
POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS, ECONÓMICAMENTE ACTIVA,
POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA. COMUNA DE HUARA

Sector	Actividad	Población	%
Primario	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura.	389	45,9
	Pesca	72	8,5
	Explotación de minas y canteras	49	5,8
Secundario	Industria manufacturera	19	2,2
	Electricidad, gas y agua	2	0,2
	Construcción	59	7
Terciario	Comercio	54	6,4
	Hoteles y restaurantes	23	2,7
	Transportes y comunicaciones	22	2,6
	Intermediación financiera	0	0
	Actividades inmobiliarias	2	0,2
	Administración Pública	104	12,3
	Enseñanza	36	4,2
	Servicios sociales y salud	5	0,6
	Servicios comunitarios	5	0,6
	Servicio doméstico	6	0,7
	Organizaciones extraterritoriales	0	0

CUADRO 4.4.1.5-5

POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS, ECONÓMICAMENTE ACTIVA, POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA. COMUNA DE HUARA

Sector	Actividad	Población	%
	Ignorado	0	0
	Busca trabajo por primera vez	1	0,1
	Total	848	100

Fuente: Elaboración propia en base a INE, Censo (1992).

En lo que respecta específicamente al sector silvoagropecuario, de acuerdo a los antecedentes aportados por el Censo Agropecuario y Forestal del año 2007, existe una mayor presencia de hombres que desarrollan actividades remuneradas en forma permanente, condición que es posible observar tanto a nivel regional como país (Cuadro 4.4.1.5-6).

CUADRO 4.4.1.5-6

**EMPLEOS PERMANENTES EN SECTOR SILVOAGROPECUARIO AÑO 2007
 COMUNA DE HUARA**

Empleo Permanente	Comuna	Región	País
Hombres	51	426	168.262
Mujeres	13	168	19.894
Total	64	594	188.156

Fuente: INE, VII Censo Agropecuario y Forestal (2007).

4.4.1.6. Condiciones de Vida de la Población

a) Salud

La red de salud comunal está compuesta por 5 postas rurales, dependiendo técnicamente la atención de salud, del Servicio de Salud de Iquique y de la infraestructura de derivación de la misma ciudad en su condición de capital regional. En esta existe un hospital de alta complejidad para atención cerrada, y veinte centros de salud ambulatorios, ver Cuadro 4.4.1.6-1.

La Atención de Especialidades, las Intervenciones Quirúrgicas y las Hospitalizaciones, se otorgan en la ciudad de Iquique.

Las postas tienen condiciones regulares de mantención. Sin embargo, en términos de insumos, especialmente de farmacia, las condiciones son relativamente satisfactorias de acuerdo a lo

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

señalado por el PLADECO (2012-2016), destacándose los esfuerzos para crear un “consejo de desarrollo comunal”, así como el plan de capacitación de los funcionarios del nivel primario de atención.

El sistema previsional de salud más importante en la Comuna es el público, situación compartida a nivel regional y nacional, aunque con un porcentaje de cobertura superior, alcanzando un 97% de los habitantes de la Comuna, lo que se entendería según el PLADECO (2012-2016), debido a la situación de pobreza e indigencia que se presenta en la Comuna. En el Cuadro 4.4.1.6-2 se presenta la población según sistema de salud en la Comuna de Huara.

CUADRO 4.4.1.6-1
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SEGÚN TIPO, DEIS 2011
COMUNA DE HUARA

Número de Establecimientos	Comuna	Región	País
Hospitales	0	1	194
Centros de Salud Ambulatorios	0	20	982
Postas Rurales	5	14	1.164
Total	5	35	2.340

Fuente: Ministerio de Salud, Base de Establecimientos de Salud (2011).

CUADRO 4.4.1.6-2
POBLACIÓN SEGÚN SISTEMA DE SALUD COMUNA DE HUARA

Sistema Previsional	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Público	2.008	2.368	7.520	97	76	79
ISAPRE	121	63	73	1	12	13
Particular	284	337	124	2	12	8
Total	2.413	2.768	7.717	100	100	100

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

Cabe señalar que, de las personas que cotizan en el Fondo Nacional de Salud (FONASA), más del 70% se encuentra en los dos primeros grupos (A y B) y el resto en los siguientes (C y D), como se aprecia en el Cuadro 4.4.1.6-3.

CUADRO 4.4.1.6-3
POBLACIÓN EN FONASA SEGÚN TRAMO COMUNA DE HUARA

Población según Tramo	Comuna		Región	
	Nº	%	Nº	%
Grupo A	231	41.85	84.635	38,62
Grupo B	167	30.25	56.378	25,73
Grupo C	77	13.95	38.022	17,35
Grupo D	77	13.95	40.114	18,30
Total	552	100	219.149	100

Fuente: Ministerio de Salud, Departamento de Estadísticas e Información de Salud (2010).

b) Educación

De acuerdo a los antecedentes aportados en el PLADECOS (2012-2016), el promedio de escolaridad en la Comuna de Huara es de los más bajos de la Provincia del Tamarugal, tanto para hombres como para mujeres, superando sólo al promedio de la Comuna de Colchane. En tanto, la tasa de analfabetismo es 50 por ciento más alta que el promedio para el país y cuatro veces más que la de la Región (Cuadro 4.4.1.6-4).

CUADRO 4.4.1.6-4
PROMEDIO DE ESCOLARIDAD Y TASA DE ANALFABETISMO
COMUNA DE HUARA

Territorio	Promedio de Escolaridad (años)			Tasa de Analfabetismo
	Total	Hombre	Mujer	(%)
Total País	9,7	9,8	9,5	4,6
Región de Tarapacá	10,3	10,5	10,1	1,7
Iquique	10,8	10,9	10,7	1,2
Huara	7,5	7,7	7,2	6,1
Camiña	8	8,2	7,8	6
Colchane	5,2	5,6	4,9	23,1
Pica	8,7	8,7	8,7	4,1
Pozo Almonte	9,3	9,4	9,2	3,4

Fuente: PLADECOS Huara 2012-2016, a partir de Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (1998).

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Respecto de la dependencia de los establecimientos educacionales presentes en la Comuna de Huara, se destaca la presencia de doce establecimientos municipales y 1 establecimiento particular subvencionado, sin presencia de establecimientos particulares pagados o establecimientos vinculados a una corporación municipal o privada (Cuadro 4.4.1.6-5).

CUADRO 4.4.1.6-5
ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES POR DEPENDENCIA 2005-2010
COMUNA DE HUARA

Establecimientos	Comuna		Región		País	
	2005	2010	2005	2010	2005	2010
Corporación Municipal	0	0	38	37	1.215	1.166
Municipal	12	12	34	36	4.883	4.573
Particular Subvencionado	1	1	109	144	4.630	5.681
Particular Pagado	0	0	13	13	763	674
Corporación Privada	0	0	1	1	70	70
Total	13	13	195	231	11.561	12.164

Fuente: Elaboración propia en base Ministerio de Educación, Matrículas.

Parte importante de la población (33%) se encuentra en un nivel de escolaridad básico incompleto, cifra superior al promedio regional y nacional, presentándose más del 50% de la población con un nivel de escolaridad que no alcanza a completar la enseñanza media, como se aprecia en el Cuadro 4.4.1.6-6.

CUADRO 4.4.1.6-6
NIVEL EDUCACIONAL DE LA POBLACIÓN COMUNA DE HUARA

Calidad de la Vivienda	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Sin Educación	160	180	651	11	3	4
Básica Incompleta	554	711	1.962	33	12	14
Básica Completa	243	239	918	15	10	11
Media Incompleta	419	524	942	16	20	19
Media Completa	280	367	932	16	36	30
Superior Incompleta	24	32	353	6	9	10
Superior Completa	41	18	178	3	10	12
Total	1.721	2.071	5.936	100	100	100

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

c) Vivienda

En general en la Comuna se presenta un alto porcentaje de viviendas que han sido pagadas (78%), las que junto al número de viviendas cedidas constituyen aproximadamente un 96% del

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

total, constituyéndose un alto porcentaje en comparación de la realidad nacional que alcanza sólo un 69% según antecedentes de la Encuesta CASEN 2009 (Cuadro 4.4.1.6-7).

CUADRO 4.4.1.6-7
TIPO DE TENENCIA DE LA VIVIENDA, COMUNA DE HUARA

Tenencia	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Viviendas Pagadas	379	616	880	78	54	55
Viviendas Pagándose	24	17	0	0	7	12
Arrendadas	82	44	39	3	23	17
Cedidas	280	284	201	18	15	14
Usufructo	5	20	0	0	0	0
Ocupación Irregular	38	29	11	1	1	1
Total	808	1.010	1.131	100	100	100

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

Respecto del tipo de viviendas, las casas constituyen la principal infraestructura habitacional en la Comuna, representadas por un 98% del total de viviendas, valor superior a la situación regional y de país, caracterizándose tanto a nivel comunal como regional un crecimiento horizontal en términos de asentamientos humanos, no existiendo dentro de la Comuna instalaciones habitacionales de altura importante, como es posible apreciar en el Cuadro 4.4.1.6-8.

CUADRO 4.4.1.6-8
TIPO DE VIVIENDA PREDOMINANTE COMUNA DE HUARA

Tipo de Vivienda	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Casa (individual, en cité, en condominio)	605	766	1.103	98	85	89
Departamento	0	0	0	0	15	10
Pieza	6	0	0	0	1	1
Otro Tipo	197	244	28	2	0	1
Total	808	1.010	1.131	100	100	100

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2009).

Se destaca la presencia de viviendas en condiciones deficitarias, las cuales en gran parte están en una condición recuperable, registrándose tan solo un 24% de las viviendas en una condición aceptable para ser utilizada como morada (Cuadro 4.4.1.6-9).

CUADRO 4.4.1.6-9
CALIDAD DE LA VIVIENDA COMUNA DE HUARA

Calidad de la Vivienda	2003	2006	2009	% Según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Aceptable	121	88	270	24	73	81
Recuperable	420	493	760	67	25	18
Irrecuperable	267	419	101	9	2	1
Total	808	1.000	1.131	100	100	100

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, CASEN (2003, 2006, 2009).

d) Servicios Básicos: Agua, Saneamiento y Energía Eléctrica

De acuerdo a los antecedentes aportados por el PLADECO de Huara (2012-2016), el acceso al agua potable en la Comuna resulta poco satisfactorio. Según los datos proporcionados por la Encuesta CASEN (1998), el 48,6% de los hogares tenían abastecimiento con medidor propio o compartido, 14,7% se abastecían de red pública sin medidor, 0,9 % de pozo o noria y 35,9% de río o estero.

De igual forma la eliminación de excretas resulta deficitaria: sólo el 35,4% de los hogares está conectado a alcantarillado o fosa séptica y el 27,4% no dispone de ningún sistema.

En cuanto a la disponibilidad de energía eléctrica, esta se ha registrado con mayor accesibilidad, constatándose que el 43,9% de los hogares mantenían medidor propio, y el 47,2% obtenía la energía por generador. Esta situación implica que el 90% de las familias tiene acceso a energía eléctrica, fundamental para la conservación de una red de frío (PLADECO 2012-2016).

e) Accesibilidad

La red vial regional y en especial la de la Comuna de Huara se emplaza básicamente en función de la Ruta 5 (Panamericana), que atraviesa la comuna de norte a sur (y viceversa), pasa por la depresión intermedia y actúa como eje vertebral a partir de la cual se generan las comunicaciones regionales. La prolongación de dicha ruta une a la Región de Tarapacá con la Región de Arica y Parinacota y la Región de Antofagasta.

La mayor parte de la red vial secundaria se localiza en forma perpendicular a la Ruta 5, permitiendo el acceso al interior de la Comuna de Huara. Se destacan las siguientes rutas de acceso:

Red vial asfaltada:

- La Ruta 5 y A-40 que conecta con Pisagua.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

- La Ruta 5 y A-55 que conecta Huara con Colchane (asfaltado hasta altura de Chusmiza).
- La Ruta 5 y la A- 45 que conecta con la comuna de Camiña, cerca de la altura con el camino que baja a Pisagua.

Red vial de tierra:

- La Ruta 5 y A375 que conecta con la quebrada de Miñi-Miñe y sus caseríos.
- La Ruta 5 y A455 que conecta con la quebrada de Soga y sus asentamientos.
- La Ruta 5 y A457 que conecta con la quebrada de Soga por Arique.
- La Ruta 5 y A475 que conecta los altos de Chusmiza con la quebrada de Chiapa.
- La Ruta 5 y A575 que conecta con la quebrada de Tarapacá en su sector bajo.
- La Ruta 5 y A535 que conecta con la quebrada de Coscaya con la quebrada baja de Tarapacá.
- La Ruta 5 y A536 que conecta con la localidad de Pachica con el camino hacia Cultane y localidades altiplánicas de Lirima y Cancosa ubicadas en la comuna de Pica.
- La Ruta 5 y A 456 camino de tierra que sale de Huara en dirección al norte en paralelo a la Ruta 5 y que sigue el camino de la ex salitrera de la Comuna.

f) Comercio

El comercio a nivel comunal se ubica principalmente en la localidad de Huara, el que se caracteriza por la existencia de almacenes, restaurantes, hoteles y hostales. El otro centro de comercio más cercano es la localidad de Pozo Almonte, donde hay servicios bancarios, una mayor oferta hotelera, comercio, restaurantes, transporte público, entre otros.

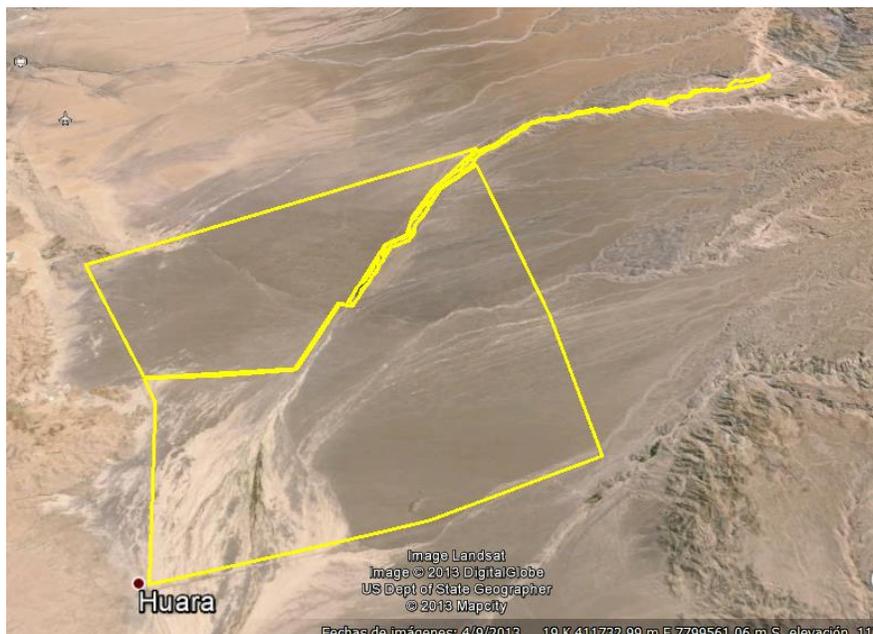
4.4.1.7. Tenencia de la Tierra en relación a las obras del proyecto

La tenencia de la tierra “es la relación, definida en forma jurídica o consuetudinaria, entre personas, en cuanto individuos o grupos, con respecto a la tierra (FAO, 2003)¹”. Por lo que la tenencia jurídica de la tierra puede no coincidir con la ocupación que se hace de ella, en este caso de carácter consuetudinario, por los pueblos originarios del valle de Aroma.

a) Tenencia Jurídica

El área de la que se solicitó información a las entidades públicas, se presenta en la Figura 4.1.1.7-1, la cual incluye tanto la zona de área de inundación como la zona de obras anexas (Tubería de conducción).

FIGURA 4.1.1.7-1
ÁREA SOLICITUD DE INFORMACIÓN



Fuente: Elaboración propia, sobre imagen Google Earth.

La información emanada del Ministerio de Bienes Nacionales, a partir de la Secretaría Regional Ministerial de la Región de Tarapacá, indica que en su mayoría el terreno corresponde a propiedad fiscal, inscrita a favor del Fisco a fojas 78 bajo el N° 77 del año 1985, fojas 1396 bajo el N° 1366 del año 1983 y fojas 1380 bajo el N° 1364 del año 1983, todas del Conservador de Bienes

¹ FAO, 2003. Tenencia de la Tierra y Desarrollo Rural. Estudios sobre la Tenencia de la Tierra.

Raíces (CBR) de Pozo Almonte, las que se encuentran en carácter de propiedad fiscal disponible, en trámite de administración y enajenada previamente.

Adicionalmente, se revisó en el Conservador de Bienes Raíces de Pozo Al Monte directamente, las fojas y números a los que el Ministerio de Bienes Nacionales hacía alusión. En el Cuadro 4.4.1.7-1 se muestra un resumen de la escritura base, indicando el dueño original de la propiedad.

CUADRO 4.4.1.7-1
DETALLE DE PROPIEDADES ZONA DEL PROYECTO

Fojas	Número	Año	Dueño
78	77	1985	Reinscripción Dominio del Fisco de Chile
1396	1366	1983	Brenda Cortés Painamil
1380	1364	1983	Mirianne Zuñiga Cienega

Fuente: Ministerio de Bienes Nacionales, 2013

b) Ocupación de tierras

Respecto al sector agrícola actual (sector 1), la agricultura y riego llevados a cabo es a través de canales ubicados en los sectores adyacentes al río Aroma, aguas abajo de las obras proyectadas en los sectores de Pailca, Cala Cala y Ariquilda (de oriente a poniente).

Estas propiedades se encuentran ocupadas por familias que practican la agricultura consuetudinaria, existiendo solamente un predio con registros en el Ministerio de Bienes Nacionales. Los límites prediales se establecieron en visita a terreno, apoyados en imágenes de Google Earth, ya que no se tienen límites claros de cada una de las propiedades, excepto de la N° 1. Los ocupantes o propietarios aparentes de los predios se presentan en el Cuadro 4.4.1.7-2, mientras que en la Figura 4.4.1.7-2 se presenta la ubicación geográfica de sus límites.

Respecto del sector propuesto como expansión agrícola (sector 2), corresponde a terrenos fiscales y a su alrededor hay terrenos destinados a un servicio público, además de Concesiones de uso gratuito a la Asociación Indígena Unión de Chacareros de Puchuldiza y a la Asociación Indígena Valle Verde.

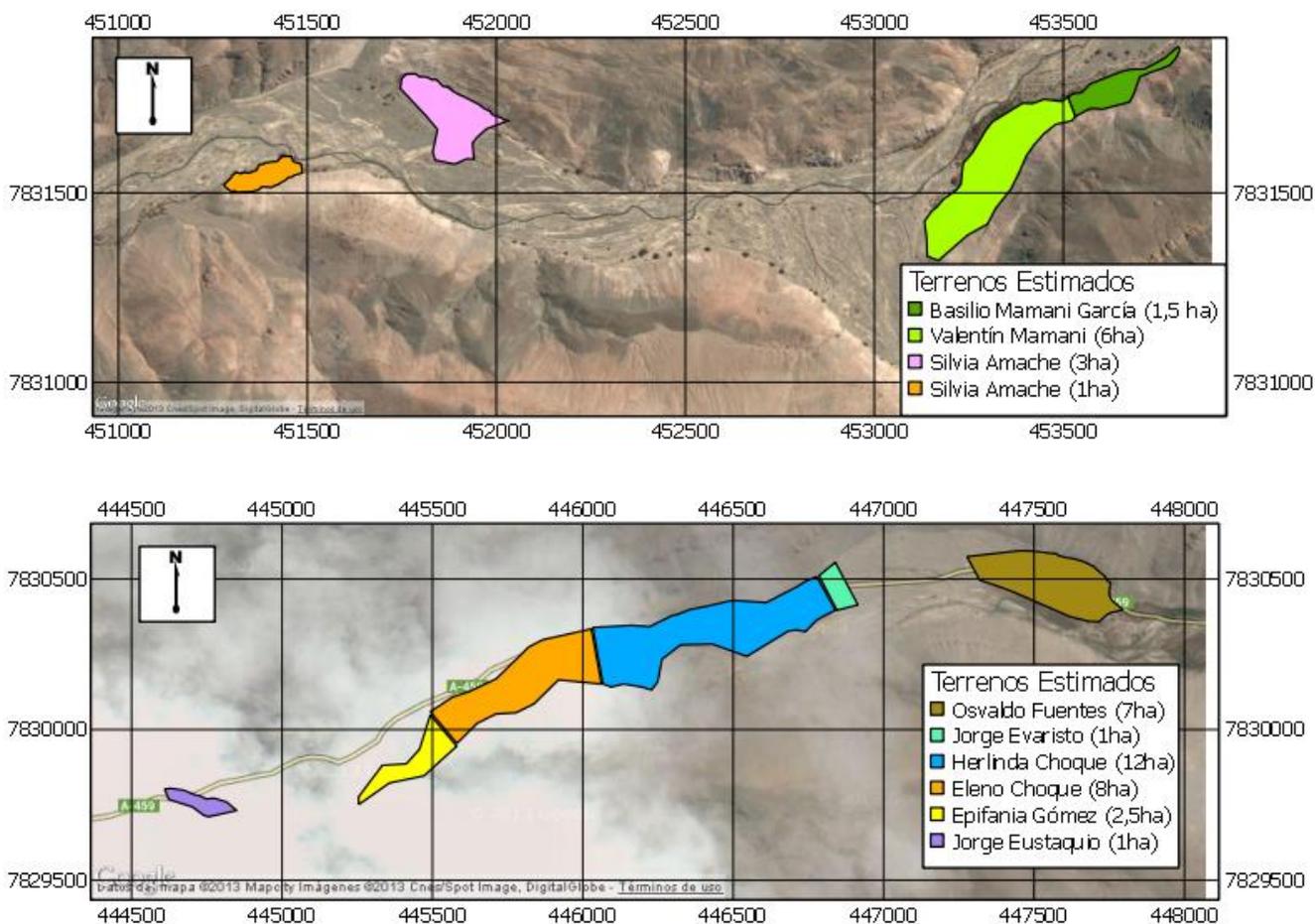
CUADRO 4.4.1.7-2
PROPIEDADES SECTOR AGRÍCOLA 1

N°	Localidad	Propietario Aparente	Superficie Total Estimada (ha)	Fuente Información
1	Pailca	Basilio Mamani García	1,5	Ministerio Bienes Nacionales
2	Pailca	Valentín Mamani e Ilario Mamani	6,0	Información en terreno y Ministerio Bienes Nacionales
3	Cala Cala	Suc. José Amache	3,0	Información en terreno
4	Cala Cala	Suc. José Amache	1,0	Información en terreno
5	Ariquilda	Oswaldo Fuentes	7,0	Información en terreno
6	Ariquilda	Jorge Evaristo Choque	1,0	Información en terreno
7	Ariquilda	Herlinda Choque García ²	12,0	Información en terreno
8	Ariquilda	Eleno Choque García	8,0	Información en terreno
9	Ariquilda	Epifania Choque	2,5	Información en terreno
10	Ariquilda	Jorge Eustaquio Choque ²	1,0	Información en terreno

Fuente: Elaboración propia, basado en información del Ministerio de Bienes Nacionales e información recopilada en terreno.

² El propietario declara encontrarse en trámite de regularización de la propiedad, por parte del Ministerio de Bienes Nacionales.

FIGURA 4.4.1.7-2
OCUPACIÓN DE LA TIERRA EN SECTOR AGRÍCOLA 1



Fuente: Elaboración propia a partir de estudio de Tenencia de la Tierra.

4.4.1.8. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

Con fines del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental del componente Asentamientos Humanos en cada Alternativa, como se muestra en el Cuadro 4.4.1.8-1. Dada la cercanía de las alternativas, la sensibilidad ambiental por esta componente es similar.

Debido a que los sub criterios de Importancia Ecológica no se aplican a este componente, la Sensibilidad Ambiental está dada por la Vulnerabilidad.

CUADRO 4.4.1.8-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL ASENTAMIENTOS HUMANOS

Alternativa	IE	V	Justificación	S
1	N.A.	2	El sector de inundación y los lugares aledaños, objetos de este estudio, serían de propiedad jurídica del Fisco, no obstante la ocupación de tierras actual, indica que existen propietarios “aparentes” que se verían afectados.	2
2		2		2
3		2		2

Nota: IE (Importancia Ecológica), V (Vulnerabilidad), S (Sensibilidad)

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Patrimonio Arqueológico y Cultural

4.4.2.1. Antecedentes Generales

El presente componente fue descrito por la arqueóloga Nuriliuz Herмосilla (NAWEL Consultores) a partir de un reconocimiento en terreno realizado desde el 8 al 10 de abril de 2013 y recopilación de información bibliográfica. El informe original se encuentra en el Anexo EAA 6. Los objetivos de la caracterización del patrimonio arqueológico y cultural son:

- Caracterización del patrimonio arqueológico para anticipar las posibilidades de la existencia de asentamientos históricos o prehistóricos en el área de estudio, con el propósito final de protegerlos de acuerdo a la legislación chilena vigente.

4.4.2.2. Área de Influencia

El Área de Influencia Directa definida para este componente está dada por la zona de inundación de las distintas alternativas, las áreas identificadas para la realización de sondajes geológicos y sus caminos de acceso. No se define área de influencia indirecta.

4.4.2.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

Se levantó información sobre el patrimonio arqueológico y cultural asociada al área de estudio. La recopilación se centró en información arqueológica de la ocupación humana de la Región y en particular sobre el área de estudio. La bibliografía consultada consideró alrededor de 20 documentos los cuales se detallan en el Anexo EAA 6.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

b) Levantamiento de Información en Terreno

Con el fin de hacer un diagnóstico y evaluación de la presencia de rasgos con valor patrimonial en las áreas de alternativas de muro, se realizaron prospecciones superficiales durante el mes de marzo del presente año. Cabe destacar que estos estudios no fueron exhaustivos, ya que fueron realizados con el fin de descartar aquellas alternativas que presentaran problemas de tipo patrimonial. El recorrido de terreno apuntó a los lugares donde se realizarían sondajes geológicos para la instalación de muros, así como también para los caminos de acceso para las máquinas que realizaran dichos sondajes.

4.4.2.4. Resultados

Dado que las áreas de inundación de las 3 alternativas en cuestión no presentan grandes diferencias geográficas se consideró que la descripción arqueológica es similar en todas ellas.

Los sectores de muro se ubican en una angostura de cerros conformados por conglomerado desmigajado blanco (1924 m de altura). La segunda terraza (a unos 20 m sobre el cauce, 1944 m de altura), corresponde a puro material de derrubio y arena, cortada por arrastres, sin restos culturales.

Se recorrió la base del posible embalse por el lado oeste desde donde se divisa la última angostura posible del muro. Corresponde a roca no apta para petroglifos, material de derrubio y cauce, sin restos culturales.

La prospección preliminar del área de estudio, permitió detectar al menos 8 sitios o áreas de interés patrimonial. Se trata fundamentalmente de recintos pircados relacionados con el pastoreo y sitios habitacionales en segunda terraza fluvial. En la Figura 4.4.2.4-1 se muestra la ubicación geográfica de estos sitios. A continuación se describen de manera general cada uno de los sitios hallados.

FIGURA 4.4.2.4-1
SITIOS ARQUEOLOGICOS QUEBRADA DE AROMA



Fuente: Elaboración propia.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

- **Sitio Arqueológico 1:** Se encuentra ubicado aguas arriba del área de inundación de la cola del embalse, en la segunda terraza, lado derecho (mirando en dirección a la bajada de agua), específicamente en el sector de confluencia de la Quebrada de Sapte con la Quebrada de Aroma. Corresponde a una terraza muy horizontal, matriz de arenilla y guijarros, abundante fragmentaria cerámica marrón, monocroma, posiblemente perteneciente al Período Intermedio Tardío. Área indeterminada, posiblemente toda la terraza en un área de más de 200 m de largo. Algunos líticos de desbaste, poco claros.
- Dentro de esta área, se observa un sendero en dirección aproximada este-oeste. Del mismo modo, se observa un trozo de camino de carretas con 6 o 7 huellas paralelas, visible en un tramo de unos 20 m. También se avista un sitio habitacional precolombino con presencia de cerámica y vidrio, el que continúa hasta un sector cortado por cárcavas.
- **Sitio Arqueológico 2:** Campo de cultivo. Se trata de por lo menos 30 campos de cultivo contiguos, separados por montículos de vegetación. Los que eran regados por inundaciones cuadrangulares en primera terraza (unos 10 x 10 m). Probablemente en uso hasta menos de 100 años.
- **Sitio Arqueológico 3:** Sector habitacional. Cortado por cárcavas en la segunda terraza fluvial. Área con cerámica delgada roja de tipo temprano, en una matriz de arena y guijarros. Probablemente se encuentre más arriba del Área Indígena de Desarrollo, A pesar de la altura, se observan posibles estratos de turba o vega quemada en proceso de fosilización.
- **Sitio Arqueológico 4:** Sector habitacional. Área con cerámica rojiza y delgada algunos fragmentos de vasijas grandes ubicada junto al camino actual, en asociación a vegas y posibles vertientes antiguas. También se observa una posible bajada de carretas.
- **Sitio Arqueológico 5:** Sitio Subactual. Pampita de descanso ubicada en la primera terraza fluvial. Fogón con ropa, latas y vidrio, cable, palos. Restos de casa con matas (rancho) con latones, bidones plásticos, huesos de cabra. Corral desmantelado (círculo de fecas de oveja), asociado a los restos mencionados y a un camino vehicular de acceso. Cabe la duda si el corral de piedra es contemporáneo debido a los materiales de construcción descritos, ya que no presenta basura reciente.
- **Sitio Arqueológico 6,** Campo de Cultivo con regadío, en desuso. Se ubica en el lado izquierdo de la cuenca, en la primera terraza. Se observa que el campo fue arado, hay bocatomas con piedra y tela, además de acequias. La horizontalidad está protegida con pircas y cañas en los bordes. Tres niveles de campos rectangulares, Desde el Este se ve un corral y más terrazas, también una cueva desmoronada. Se encontró piedra de majar Pala de lata y fragmento de cerámica roja delgada, erosionado en medio de campos de cultivo. Existe un campamento que incluyó toldo, mesa de camping plástica, ollas de fierro enlozado, latas, maicitos, etc. Dos cimientos cuadrados de piedra y bloque, de unos 2 x 3 m

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

cada una, incluyendo vidrio, fogón, latas, metate El conjunto indica que estas terrazas son de uso subactual.

- **Sitio Arqueológico 7:** Recintos. Corresponde a dos recintos en terraza alta izquierda. Ninguno de ellos presenta basura reciente.
- **Sitio arqueológico 8:** Recinto. Se encuentra pircado junto a la futura bajada de camino para sondajes de muro. Está relleno de arena fina. Parece antiguo, ya que nada indica uso reciente. Es posible que se ubicaran piedras negras en los vértices.

Un aspecto de relevancia es que aguas abajo del área de influencia considerada, específicamente en el sector ubicado entre Ariqueilda y Cala Cala se ubica un importante sitio arqueológico de petroglifos, reconocido como Ariqueilda 1 (**Sitio Arqueológico 0**) Se trata de una serie de petroglifos con más de 4.000 diseños grabados en afloramientos de *ignimbrita* por aproximadamente 2 km en ambas laderas de la quebrada. Además en la ladera sur, al oeste de los petroglifos, se detectó una ocupación prehispánica reducida, no permanente y sin vinculación directa con los petroglifos.

Dadas las circunstancias anteriores, la consultora considera que se requiere de una prospección exhaustiva total del área, superponiendo el proyecto definitivo antes de determinar el verdadero impacto del Proyecto. Eventualmente, debe hacerse una ampliación de línea base arqueológica en algunos sitios dentro del área, para determinar el desarrollo subsuperficial de los mismos.

4.4.2.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

Cabe destacar que los sitios arqueológicos 1, 7 y 8 aparentemente están fuera del área de muro o llenado del embalse y no interfieren con el proyecto, pero deben preservarse caminos y otras intervenciones de proyecto. Los sitios 3 y 4 son de tipo habitacional, sin estructuras y debe revisarse que no sean alterados por la presencia del embalse. En cuanto a las terrazas o áreas de cultivo (Sitios 2, 5 y 6), no puede descartarse su uso anterior al presente.

De acuerdo a los resultados y con el fin del análisis de alternativas en el marco del objetivo del presente informe y tal como se explica en el método del EAA, se define la Sensibilidad Ambiental del componente Patrimonio Arqueológico y cultural en cada Alternativa, como se muestra en el Cuadro 4.4.2.5-1. La Sensibilidad para este componente se basa únicamente en la Vulnerabilidad ya que los atributos de función e importancia ecológica no son aplicables en este caso

CUADRO 4.4.2.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE PATRIMONIO CULTURAL

Alt	Sensibilidad Ambiental	Justificación
1	4	Se identificaron restos arqueológicos en terreno, aunque estos requieren una prospección más exhaustiva para su verificación., El área en general se reconoce como de alta riqueza arqueológica
2	4	
3	4	

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

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 y/o desplazamiento de caminos ya existentes.	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	1	5	5	5	4,00
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	1	1	5	5	3,00
C-9	1	1	3	2	1,75
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 O-1, C-3, C-5 y O-2, estas son “Llenado”, “Movimiento de tierras y Construcción de la presa”, “Construcción de obras de conducción y distribución” y “Operación” respectivamente.

5.2. *Intensidad de Impactos potenciales*

Tal como se indica en la metodología, las distintas actividades generan distintos 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, mientras que el Cuadro 5.2-2, Cuadro 5.2-3 y Cuadro 5.2-4, muestran las intensidades de dichos impactos para cada una de las alternativas estudiadas.

CUADRO 5.2-1
IMPACTOS AMBIENTALES

Componente	Impacto Ambiental
Hi	Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río
Ca	Alteración de la calidad de las aguas
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
Bio	Afectación de áreas Protegidas
AH	Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres
PAr	Pérdida de patrimonio arqueológico

Fuente: Elaboración propia a partir de Barros (2008)

CUADRO 5.2-2
DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES ALTERNATIVA 1

Etapa	Actividad	Agresividad	Sensibilidad Ambiental Componentes							
			Hi	Ca	FVt	FAt	FFa	Bio	AH	Par
			4,75	3,75	3,25	3,5	4,25	4,5	2	4
Construcción	C-1	1,25	3,00	2,50	2,25	2,38	2,75	2,88	1,63	2,63
	C-2	4	3,50	3,25	3,13	3,19	3,38	3,44	2,81	3,31
	C-3	4,75	4,13	4,00	3,94	3,97	4,06	4,09	3,78	4,03
	C-4	4	4,06	4,00	3,97	3,98	4,03	4,05	3,89	4,02
	C-5	4,5	4,28	4,25	4,23	4,24	4,27	4,27	4,20	4,26
	C-6	2,75	3,52	3,50	3,49	3,50	3,51	3,51	3,47	3,50
	C-7	4,25	3,88	3,88	3,87	3,87	3,88	3,88	3,86	3,88
	C-8	3	3,44	3,44	3,44	3,44	3,44	3,44	3,43	3,44
	C-9	1,75	2,60	2,59	2,59	2,59	2,59	2,60	2,59	2,59

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

	C-10	2	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
	C-11	1,5	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Operación	O-1	5	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
	O-2	4,5	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97
Intensidad de Impacto por Componente			3,39	3,31	3,27	3,29	3,35	3,37	3,18	3,33

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 5.2-3

DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES ALTERNATIVA 2

Etapas	Actividad	Agresividad	Sensibilidad Ambiental Componentes							
			Hi	Ca	FVt	FAt	FFa	Bio	AH	Par
			4,75	3,75	3,75	4	4,25	4,5	2	4
Construcción	C-1	1,25	3,00	2,50	2,50	2,63	2,75	2,88	1,63	2,63
	C-2	4	3,50	3,25	3,25	3,31	3,38	3,44	2,81	3,31
	C-3	4,75	4,13	4,00	4,00	4,03	4,06	4,09	3,78	4,03
	C-4	4	4,06	4,00	4,00	4,02	4,03	4,05	3,89	4,02
	C-5	4,5	4,28	4,25	4,25	4,26	4,27	4,27	4,20	4,26
	C-6	2,75	3,52	3,50	3,50	3,50	3,51	3,51	3,47	3,50
	C-7	4,25	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88	3,86	3,88
	C-8	3	3,44	3,44	3,44	3,44	3,44	3,44	3,43	3,44
	C-9	1,75	2,60	2,59	2,59	2,59	2,59	2,60	2,59	2,59
	C-10	2	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
	C-11	1,5	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Operación	O-1	5	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
	O-2	4,5	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97
Intensidad de Impacto por Componente			3,39	3,31	3,31	3,33	3,35	3,37	3,18	3,33

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 5.2-4
DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES
ALTERNATIVA 3

Etapa	Actividad	Agresividad	Sensibilidad Ambiental Componentes							
			Hi	Ca	FVt	FAt	FFa	Bio	AH	Par
			4,75	3,75	3,75	4	4,25	4	2	4
Construcción	C-1	1,25	3,00	2,50	2,50	2,63	2,75	2,63	1,63	2,63
	C-2	4	3,50	3,25	3,25	3,31	3,38	3,31	2,81	3,31
	C-3	4,75	4,13	4,00	4,00	4,03	4,06	4,03	3,78	4,03
	C-4	4	4,06	4,00	4,00	4,02	4,03	4,02	3,89	4,02
	C-5	4,5	4,28	4,25	4,25	4,26	4,27	4,26	4,20	4,26
	C-6	2,75	3,52	3,50	3,50	3,50	3,51	3,50	3,47	3,50
	C-7	4,25	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88	3,86	3,88
	C-8	3	3,44	3,44	3,44	3,44	3,44	3,44	3,43	3,44
	C-9	1,75	2,60	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59
	C-10	2	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
	C-11	1,5	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Operación	O-1	5	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
	O-2	4,5	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97
Intensidad de Impacto por Componente			3,39	3,31	3,31	3,33	3,35	3,33	3,18	3,33

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presenta el Cuadro 5.2-5, el cual resume los impactos identificados por componente y sus intensidades.

CUADRO 5.2-5

RESUMEN INTENSIDAD DE IMPACTOS POR COMPONENTES Y POR ALTERNATIVA

Componente	Impacto Ambiental	Intensidad de Impacto		
		Alt 1	Alt 2	Alt 3
Hi	Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río	3,39	3,39	3,39
Ca	Alteración de la calidad de las aguas	3,31	3,31	3,31
FVt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora	3,27	3,31	3,31
	Pérdida de Vegetación			
FAt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna	3,29	3,33	3,33
	Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación			
FFa	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	3,35	3,35	3,35
	Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación			
Bio	Afectación de áreas Protegidas	3,37	3,37	3,33
AH	Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	3,18	3,18	3,18
PAr	Pérdida de patrimonio arqueológico	3,33	3,33	3,33

Fuente: Elaboración propia

Es habitual en un proyecto de embalses, que los impactos de mayor significancia se encuentran asociados al componente hídrico, en este caso alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río. No obstante en este estudio destaca también la intensidad del impacto de biodiversidad ya que un área protegida pudiera verse afectada dada la cercanía al proyecto y la zona de obras; Flora y fauna acuática ya que su habitad se ve irreversiblemente afectado Así mismo el puntaje obtenido por el ítem patrimonio arqueológico indica la necesidad de ahondar en detalle los vestigios hallados en esta primera definición arqueológica.

6. Otros proyectos en la zona y su relación con el proyecto.

Se consideró la Identificación de proyectos y/o estudios existentes, en desarrollo o planificados en la zona de emplazamiento de este proyecto, que pudieran generar interferencias. La información se extrajo de 2 fuentes principales de información:

a) Ministerio de Desarrollo Social, Banco Integrado de Proyectos.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”

Estudio de Análisis Ambiental

Desde de la plataforma web del Banco Integrado de Proyectos³, se extrajeron todos aquellos proyectos que se encontraban cercanos a la zona de estudio, considerando aquellos que se encontraran en la parte alta de la comuna de Huara. Posteriormente se procedió a georeferenciarlos para un mejor análisis espacial. En el Cuadro 6-1 se muestra un resumen de los proyectos cercanos a la zona de análisis y en la Figura 6-1 se muestra la ubicación geográfica de ellos. Como se puede observar no se encontró ninguno que se encontrara directamente en la zona estudiada.

**CUADRO 6-1
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

ID	Código BIP	Nombre Iniciativa	Tipología	Etapas que postula	Año de Postulación	Sector	SEIA
1	30091330-0	Construcción Defensas De Cauces Naturales Queb. De Tarapacá	Proyecto	Diseño	2014	Multisectorial	No Corresp.
2	30123954-0	Transferencia Para La Constitución Junta De Vigilancia Queb. Tarapacá	Programa	Ejecución	2014	Silvoagropecuaria	No Corresp.
3	30120451-0	Construcción Cierre Perimetral Cerro Unita, Comuna De Huara	Proyecto	Ejecución	2013	Educación Y Cultura	No Corresp.
4	30108239-0	Construcción Sistema De Agua Potable Localidad De Huarasiña	Proyecto	Ejecución	2012	Agua Potable Y Alcantarillado	No Corresp.
5	30087617-0	Construcción Puente De Tarapacá, Ruta A-565 - Huara	Proyecto	Ejecución	2011	Transporte	No Corresp.
6	30072595-0	Diagnostico Manejo De Cauce Queb. De Tarapacá	Estudio Básico	Ejecución	2009	Multisectorial	No Corresp.
7	20123450-0	Mejoramiento Canal Ancoaque-Sibaya	Proyecto	Ejecución	2002	Silvoagropecuaria	No Corresp.
8	20166909-0	Mejoramiento Canal Grande de Huaviña/Huara	Proyecto	Ejecución	2002	Silvoagropecuaria	No Corresp.
9	20123451-0	Mejoramiento Canal Chillanhuane-Ancolaca-Soga	Proyecto	Ejecución	2001	Silvoagropecuaria	No Corresp.

Fuente: Elaboración propia en base a Banco Integrado de proyectos (2013)

b) Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

³Ministerio de Desarrollo social. 2013. Banco Integrado de Proyectos, buscador de proyectos por área geográfica. Disponible en <http://bip.ministeriodesarrollosocial.gob.cl>

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Para complementar la anterior revisión, a través de la plataforma web del SEIA⁴, se ha podido acceder a aquellos estudios de los proyectos ingresados al sistema, cercanos a la zona de estudio. El 6-2 muestra un resumen de los proyectos hallados mientras que la Figura 6-1 los ubica geográficamente. Se puede observar que existe un proyecto que sería importante de considerar, el cual pudiera verse influenciado por la construcción de la obra sujeta de este estudio. Corresponde a un Sondaje Minero ubicado aguas abajo de las obras de este proyecto.

CUADRO 6-2
PROYECTOS EN SEA

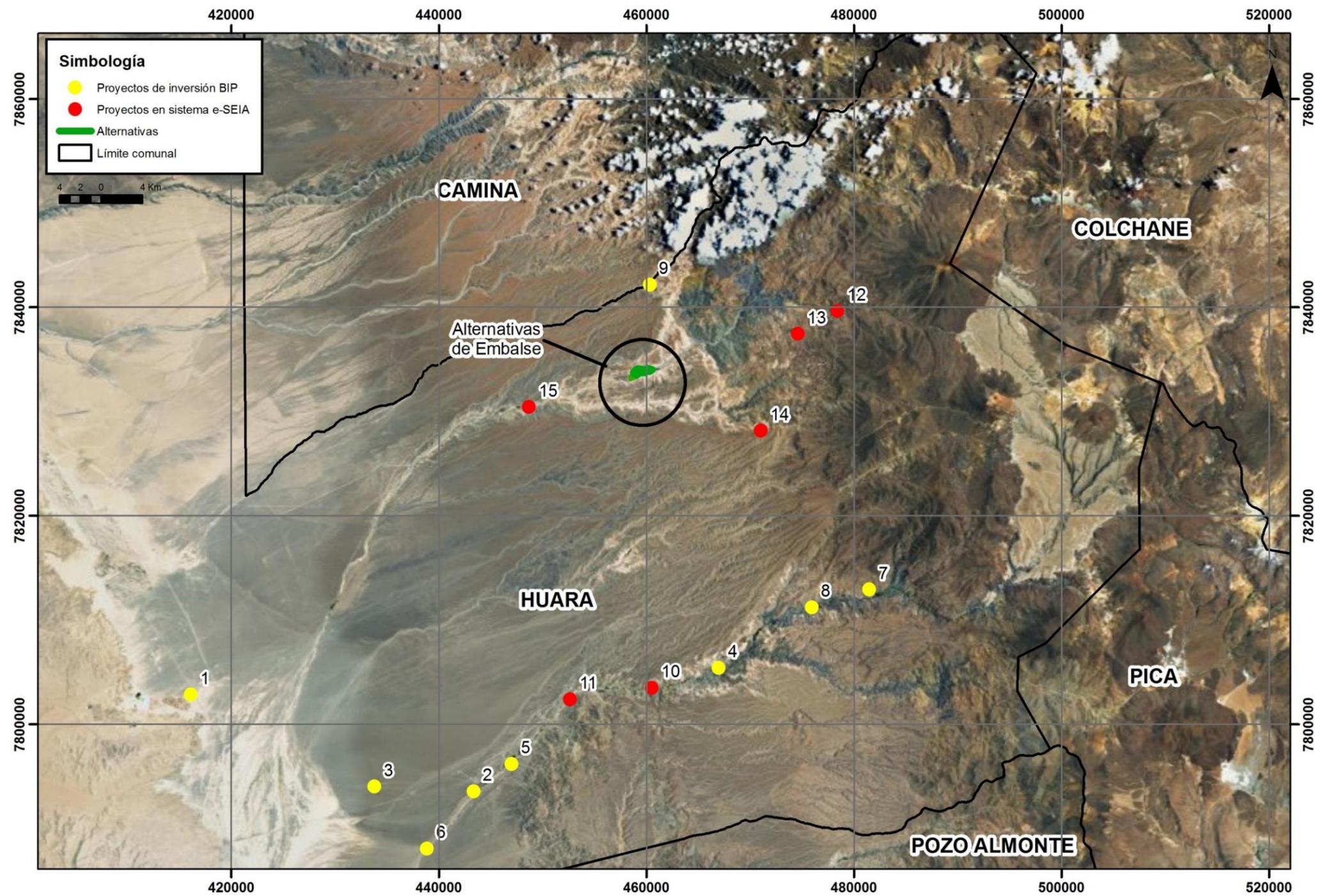
ID	Nombre	Tipo	Titular	Estado	Sector productivo
11	Construcción Defensas Fluviales Quebrada de Tarapacá, Sectores Achacagua, Huaviña, Mocha, Laonzana	DIA	Ministerio De Obras Públicas	En Calificación	Infraestructura Hidráulica
14	Prospección minera Candelabro (e-seia)	DIA	Rio Tinto Mining And Exploration	Aprobado	Minería
15	Sondajes SOGA (e-seia)	DIA	Bhp Chile Inc.	Aprobado	Otros
12	Instalación del Sistema de Agua Potable Rural de Chiapa	DIA	Ministerio De Obras Públicas	Aprobado	Saneamiento Ambiental
13	Instalación del Sistema de Agua Potable Rural de Jaiña	DIA	Ministerio De Obras Públicas	Aprobado	Saneamiento Ambiental
10	Diseño de Ingeniería Construcción del Sistema de Agua Potable Rural de Pachica	DIA	Ministerio De Obras Públicas	Aprobado	Saneamiento Ambiental

Fuente: Elaboración propia en base a e-seia-electrónico (2013)

⁴Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2013. Sistema de Evaluación de Impacto ambiental, buscador de proyectos. Disponible en <http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php>

FIGURA 6-1
PROYECTOS DE INVERSIÓN Y DEL SISTEMA E-SEIA, ZONA DE ESTUDIO

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia en base a Banco Integrado de Proyectos (2013)

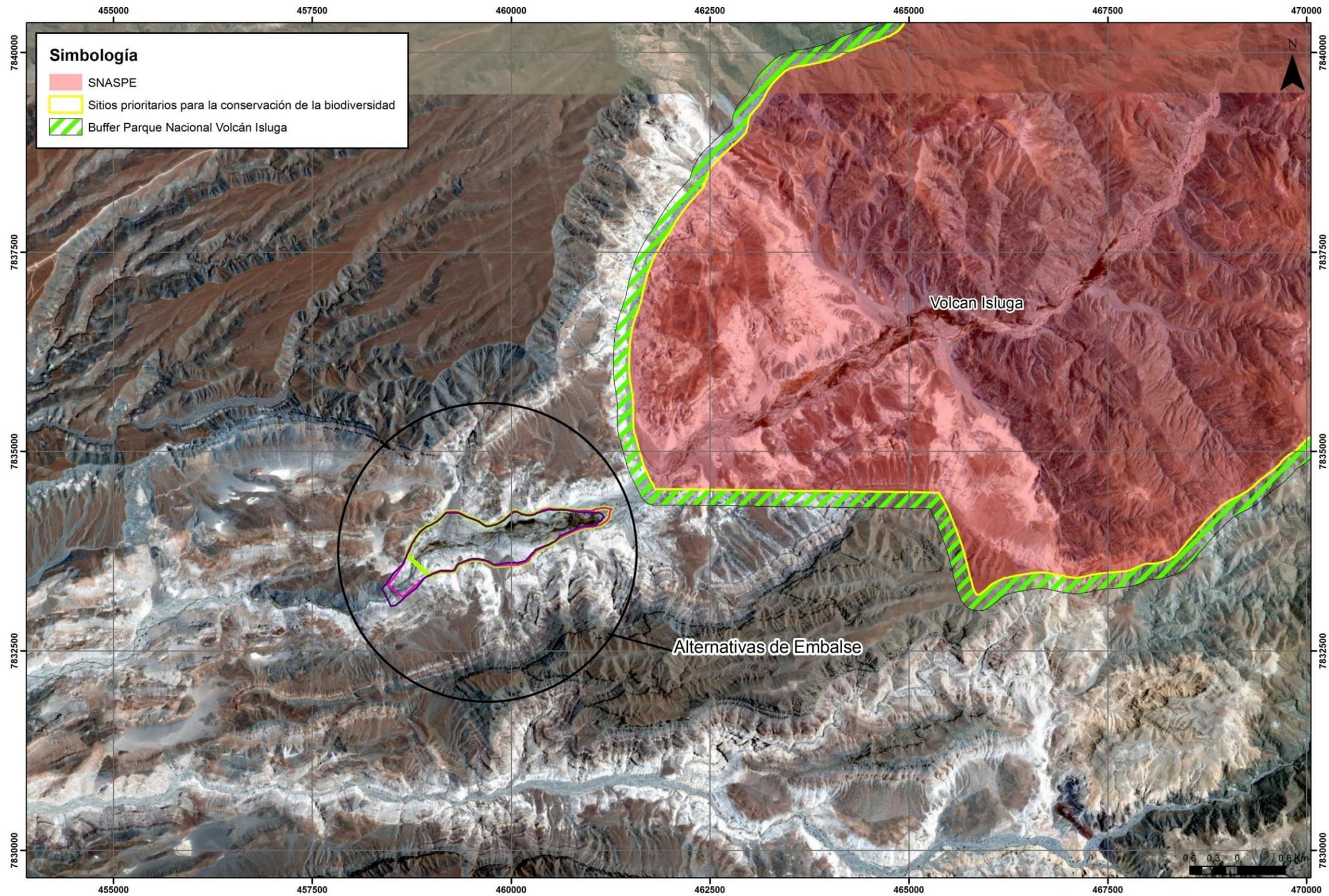
7. Zonas de restricción ambiental

Tal como se indica en el apartado de Biodiversidad (numeral 4.3.4 del presente informe), se propone una zona de restricción en el contorno del Parque Nacional Volcán Isluga, el cual es un sitio protegido por el estado (SNASPE) y también se encuentra mencionado en la “Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad en la región de Tarapacá (CONAMA IV, 2002). Este parque podría verse afectado indirectamente dada su cercanía a la zona de inundación (a menos de 1 km) y que se encuentra en la misma cuenca del proyecto. El objetivo de delimitar una zona de restricción es resguardar la Sensibilidad ambiental del sitio protegido y prioritario, ante lo cual se haría necesario un manejo ambiental de mayor rigurosidad

Cabe mencionar que dado que esta zona de restricción ha sido delimitada a partir de la cartografía regional del SNASPE y/o 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 7-1 y corresponde al área del sitio protegido mencionado con un buffer de 200 m hacia el exterior de su límite.

FIGURA 7-1
ZONA DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL

Estudio de Prefactibilidad Proyecto "Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara"
Estudio de Análisis Ambiental



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (2013)

8. Análisis de la legislación ambiental y plan de cumplimiento

8.1. Normativa Ambiental General

8.1.1. 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).

8.1.2. 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 1º establece que el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación, la 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. Otro aspecto al que hace mención esta Ley, tiene relación con el contenido de la Declaración de Impacto Ambiental, el que es definido por la ley como el documento que describe

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Dicho estudio debe proporcionar los antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

La Ley N° 20.417, introduce importantes modificaciones a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, entre otras cosas, creando el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente.

Otros aspectos incorporados dicen relación con la forma en que el proyecto o actividad se relaciona con las políticas, planes o programas de desarrollo regional.

De esta manera, sin perjuicio de los permisos o pronunciamientos sectoriales, siempre se requerirá el informe del Gobierno Regional, del Municipio respectivo sobre la compatibilidad territorial del proyecto cuando éste se encuentre en el área de influencia.

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. Por otro lado, los proponentes no podrán, a sabiendas, fraccionar sus proyectos o actividades con el objeto de variar el instrumento de evaluación o de eludir el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Será competencia de la Superintendencia del Medio Ambiente determinar la infracción a esta obligación y requerir al proponente, previo informe del Servicio de Evaluación Ambiental, para ingresar adecuadamente al sistema. No se aplicará lo señalado en el inciso anterior cuando el proponente acredite que el proyecto o actividad corresponde a uno cuya ejecución se realizará por fases.

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

8.1.3. DS N° 40/13 Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

a) Identificación del cuerpo legal: D. S. N° 40/12. Reglamento del SEIA Ministerio Secretaría General de la República.

b) Materia Regulada: Establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), actualizando el reglamento establecido en el DS 95/01.

c) Relación con el Proyecto: El DS N° 40/13 En relación con la pertinencia, el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental en su artículo 3, indica qué proyectos o actividades son susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases y por lo tanto deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). En particular, el artículo N° 4°, señala, que el titular de un proyecto o actividad que se someta al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, lo hará presentando una Declaración de Impacto Ambiental, salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley y en los artículos siguientes de este Título, en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental.

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

e) Organismo Fiscalizador: Corresponderá a la SEA.

8.2. Análisis de Pertinencia de Ingreso al seia

8.2.1. Análisis de Legislación Pertinente

En esta sección se presenta el análisis de pertinencia ambiental del proyecto de acuerdo con la Ley N° 19.300/94, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y la Ley N° 20.417, que la complementa y modifica; y el Decreto N° 95/01 del MINSEGPRES, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. El análisis incluye la justificación de someter el proyecto a evaluación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y la necesidad de presentar o no un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

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

El Artículo N° 10 de la Ley N° 19.300/94, en sus letras a) a r), establece la tipología de proyectos o actividades que son susceptibles de causar impacto ambiental y que por lo tanto, están obligados a someterse al SEIA para su evaluación ambiental, 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**”;

8.2.1.2. Decreto Supremo N° 40 de 2013, Aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente.

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.4):

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”.*

Presa, 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 en estudio 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.4)” del DS 95/2001 de MINSEGPRES.

8.2.1.3. Minuta Técnica Sobre los Conceptos de “Áreas colocadas bajo protección oficial” y “Áreas Protegidas” en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA, 2013)

Esta minuta uniforma criterios y exigencias técnicas sobre áreas colocadas bajo protección oficial y áreas protegidas para efectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, e instruye sobre la materia. En particular, se refiere al artículo 10 letra p) y 11 letra d) de la Ley 19.300.

8.2.1.4. Reglamento que regula el procedimiento de consulta indígena en virtud del artículo 6 N°1 Letra A) y N°2 del convenio N°169 de la Organización Internacional del Trabajo (Ministerio de Desarrollo Social, Subsecretaría de Servicios Sociales, 2013)

La resolución de calificación ambiental de los proyectos o actividades que ingresan al Sistema de evaluación de Impacto ambiental, de conformidad a lo establecido en el artículo 10 de la ley N°19.300, y que requieran un proceso de consulta indígena, según lo dispuesto en dicha normativa y su reglamento, deben ser consultadas de acuerdo a la normativa del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, dentro de los plazos que tal normativa establece, y respetando el artículo 16 del artículo del reglamento al cual este párrafo se refiere, en lo que se refiere a las etapas de la mencionada consulta.

8.2.2. Pertinencia de Presentar un EIA

Los criterios que se utilizan para determinar la pertinencia de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (en el caso de que el proyecto deba ingresar al SEIA), corresponden a los estipulados en el Artículo N° 11 de la Ley 19.300, y los cuales se desarrollan en los artículos N° 5, 6, 8, 9, 10 y 11, del Reglamento del SEIA. El artículo N° 11 de la Ley 19.300, establece que los proyectos o actividades mencionados en el artículo N° 10 requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Ambiental (EIA), si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

Artículo 5. El Titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos que genera o produce.

Emisiones/Efluentes/Residuos	Etapas del proyecto que lo genera
Emisión de Material Particulado	Durante su fase de construcción se generará un incremento de material particulado en suspensión.
Efluente de aguas servidas	Durante la fase de Construcción en los frentes de trabajo, se utilizarán baños químicos.
Residuos domésticos y asimilables a domésticos	El Proyecto contempla la generación de residuos domésticos, generados principalmente por los trabajadores en instalaciones de faenas.
Residuos Material de descarte de la excavación y material de la construcción	El Proyecto contempla la generación de residuos productos de la excavación y de materiales de la construcción de las obra.
Residuos peligrosos	La fase de construcción del proyecto contempla la generación de residuos peligrosos.
Emisión de ruido	Durante la fase de construcción, las emisiones de ruido provendrán de las maquinarias y equipos, así como vehículos de tránsito y de las actividades propias de construcción.
Emisión de energía, radiación o vibraciones	El Proyecto no contemplará, la generación de energía y radiaciones que puedan ocasionar o presentar riesgo para la salud de la población.

En conclusión, para el artículo 5, el proyecto no contempla la generación de efluentes, emisiones o residuos que puedan representar un riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad que produce.

Artículo 6. El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

Emisiones/Efluentes/Residuos	Etapas del proyecto que lo genera
Emisiones atmosféricas	Durante su fase de construcción se generará un incremento de emisiones atmosféricas pero de carácter local y transitorio.
Efluente de aguas servidas	Durante la fase de Construcción en los frentes de trabajo, se utilizarán baños químicos.
Residuos sólidos	El Proyecto contempla la generación de residuos domésticos, material de descarte e industriales peligrosos.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Emisiones/Efluentes/Residuos	Etapas del proyecto que lo genera
Emisión de ruido	Las emisiones de ruido provendrán de las actividades propias de construcción. Serán en un área acotada y de carácter temporal.
Emisión de energía, radiación o vibraciones	El Proyecto no contemplará, la generación de energía y radiaciones que puedan ocasionar o presentar riesgo para la salud de la población.
Intervención de vegetación nativa	Durante la fase de construcción, 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.
Intervención de fauna silvestre	Durante la fase de construcción se altera el hábitat de la fauna terrestre, afectando a 3 especies en categorías de conservación.
Intervención de flora y fauna acuática	Durante la fase de construcción se altera el hábitat de la flora y fauna acuática afectando a una especie en peligro y rara.
Explotación de recursos hídricos (vegas, bofedales, humedales, acuíferos)	El Proyecto no considera intervenir ni explotar directamente recursos hídricos en vegas, bofedales, humedales ni acuíferos; no obstante, se requeriría un estudio particular para evaluar el efecto del Proyecto en el acuífero del sector Pampa del Tamarugal.

En conclusión, para el artículo 6, el proyecto presentaría efectos adversos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, particularmente flora y fauna. Cabe señalar que sería recomendable estudiar en detalle el efecto sobre los acuíferos. De acuerdo a ello, resulta pertinente realizar un EIA.

Artículo 8. El Titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto a actividad genera reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

De acuerdo a ello, no existiría un efecto directo en las zonas de inundación proyectadas, dado que no existe población asentada en esos lugares en particular. No obstante, dados los objetivos de la obra, que busca beneficiar a los regantes aguas abajo, resulta pertinente y necesario el estudio del impacto en la dimensión, particularmente, socioeconómica, considerando el empleo y la presencia de las actividades productivas asociadas al proyecto, tal como señala la letra d) del artículo 8.

Artículo 9. El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad se localiza próximo a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

Dimensión	Descripción
Población protegida	El proyecto se localiza en un Área de Desarrollo Indígena.
Recursos protegidos	El proyecto se localizaría en áreas de valor arqueológico.
Áreas protegidas	El proyecto se localizará próximo a un área protegida, la cual se emplaza aguas arriba de éste.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

En conclusión, para el artículo 9, el proyecto presentaría efectos adversos alrededor de áreas protegidas o colocadas bajo protección oficial, además de localizarse en territorio indígena y zonas con valor arqueológico. Por tanto sería pertinente un EIA.

Artículo 10. El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera alteración significativa, en términos de magnitud y duración, del valor paisajístico o turístico de la zona.

Efecto sobre el componente	Descripción
Obstrucción de visibilidad	Existe obstrucción de la visibilidad, dada las características de la obra.
Alteración de recursos con valor paisajístico	El proyecto alteraría el valor paisajístico.
Obstrucción del acceso a zonas con valor paisajístico	El proyecto obstruiría el acceso al Parque Nacional Volcán Isluga.
Emplazamiento en área turística	Las instalaciones previstas intervenirían el acceso a un Parque Nacional, pero no se localizarían directamente zona turística.

En conclusión, para el artículo 10, el proyecto presenta o genera efectos adversos significativos en términos de magnitud y duración, del valor paisajístico o turístico de la zona.

Artículo 11. El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor arqueológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Respecto al artículo 11, el Proyecto afectaría un área de valor arqueológico, según se determinó en las prospecciones de terreno. Aunque se recomienda hacer un estudio más exhaustivo para su verificación.

8.2.3. 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

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

modificaciones (Ley 20.417) y sus especificaciones en el Artículo 6 (letras a y c) del Reglamento del SEIA.

Cabe señalar que este estudio aborda de manera preliminar ciertas medidas de control ambiental (mitigación, restauración o compensación, según sea el caso) las cuales son detalladas a través de un plan de manejo ambiental, las cuales se solicitan considerar en etapas posteriores del proyecto (Factibilidad y Diseño).

8.3. Permisos Ambientales Sectoriales

En el Cuadro 8.3-1, 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 8.3-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES APLICABLES

Artículo Nº	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	Sí	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

CUADRO 8.3-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES APLICABLES

Artículo Nº	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, Nº1 Ley 18.248
86	Ejecución labores mineras en Parques Nacionales	No	Art. 17, Nº26 Ley 18.248
87	Ejecución labores mineras en lugares declarados de interés histórico o científico	No	Art. 17, Nº6, 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	Si	Art. 294, DFL 1.122/81
102	Corta o explotación de bosque nativo	SÍ	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

CUADRO 8.3-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES APLICABLES

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Ley Afecta
106	Modificación del cauce para la construcción del embalse de riego	Si	Art. 171.DFL 1.122/81

Fuente: Reglamento del SEIA

9. Plan de manejo Ambiental

9.1. aspectos generales

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)

En el Cuadro 9.1-1 se presenta un resumen de los principales impactos ambientales de cada componente, y el tipo de medida propuesta por fase del Proyecto.

CUADRO 9.1-1
IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS POR ETAPA Y MEDIDA PROPUESTA

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Impacto	Etapas	Tipo de Medida	Medida
Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río	Construcción	Mitigación	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	Mitigación	Establecimiento de Caudal Ecológico para asegurar la conservación de la flora y fauna aguas abajo del embalse.
Restauración			Prevención y control de la erosión mediante un Programa de restauración de cauces intervenidos.
Alteración de la calidad del agua	Construcción	Mitigación	Programa de intervención del cauce
		Restauración	Plan de limpieza para eliminar materiales residuales
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora	Construcción	Mitigación	Rescate de especies en estado de conservación ubicadas en el área de influencia de la obra
Pérdida de Vegetación			Definición de un Plan de Manejo de la vegetación, en caso de ser necesario.
			Restauración
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna	Construcción y Operación	Mitigación	Programa de restauración de vegetación, en los lugares que hayan sido intervenidos temporalmente
			Prohibición de caza y captura de especies
Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación	Construcción	Mitigación	Implementación de señalética en sectores identificados como hábitat de especies de interés
Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	Construcción	Mitigación	Rescate de ejemplares de especies con categoría de conservación
Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	Construcción	Mitigación	Rescate de ejemplares con categorías de conservación
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	Construcción	Mitigación	Programa de intervención adecuada del río
	Operación	Mitigación	Establecimiento de caudal ecológico
Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	Construcción	Mitigación	Riego de superficie de tránsito de vehículos
			Mantenimiento periódico de la maquinaria
			Restricción velocidad de circulación
		Restauración	Disposición de señalética
		Restauración	Plan de limpieza para eliminar materiales residuales

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

Impacto	Etapa	Tipo de Medida	Medida
	Construcción	Restauración	Plan de reconstrucción del camino que se encuentra en el área de inundación, asegurando que siga cumpliendo su función de conexión.
Pérdida de patrimonio arqueológico	Construcción	Mitigación	Plan de monitoreo arqueológico de las obras

Fuente: Elaboración Propia.

Además de las medidas específicas expuestas en el Cuadro 9.1-1, se sugiere implementar un Plan de cierre de las faenas, incluyendo todas las medidas necesarias para volver a las condiciones originales las áreas intervenidas temporalmente para la instalación de campamentos y patios de maquinarias.

9.2. 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.

En los numerales siguientes se presentan las medidas de mitigación agrupadas por componente: Medio físico, Medio Biótico y Medio Social y Cultural.

9.2.1. Medio Físico

9.2.1.1. 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 9.2.1.1-1 se presentan las medidas de mitigación para estos impactos.

CUADRO 9.2.1.1-1

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LA HIDROLOGÍA

Impacto	Etapa	Medida
Alteración del régimen	Construcción	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

hidrológico y sedimentológico del río		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

9.2.1.2. 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 9.2.1.2-1

CUADRO 9.2.1.2-1

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CALIDAD DEL AGUA

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

Fuente: Elaboración Propia

9.2.2. Medio Biótico

9.2.2.1. 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 9.2.2.1-1.

CUADRO 9.2.2.1-1

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 influencia 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

9.2.2.2. 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 9.2.2.2-1

CUADRO 9.2.2.2-1

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.

9.2.2.3. 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 9.2.2.3-1.

CUADRO 9.2.2.3-1

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

9.2.3. Medio Social y Cultural

9.2.3.1. 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 9.2.3.1-1.

CUADRO 9.2.3.1-1
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

Fuente: Elaboración Propia

9.2.3.2. Patrimonio Arqueológico

Como ya se analizó anteriormente, el proyecto se emplazaría en terrenos cuyo detalle arqueológico debe ser nuevamente cotejado en la etapa de construcción. Para lo anterior se proponen las medidas que se mencionan en el Cuadro 9.2.3.2-1.

CUADRO 9.2.3.2-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Impacto	Etapas	Medida
Pérdida de patrimonio arqueológico	Construcción	Plan de monitoreo arqueológico de las obras

Fuente: Elaboración Propia

9.3. 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.
- Plan de reconstrucción del camino que se encuentra en el área de inundación de manera de asegurar que continúe cumpliendo su función de conexión.
- 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.

9.4. 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.

10. Plan de Seguimiento Ambiental

10.1. aspectos generales

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.

10.2. Instrumentos del Plan de Seguimiento

10.2.1. Introducción

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.

10.2.2. 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 10.2.2-1, 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 10.2.2-1

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 Chalinga
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 Chalinga 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
Patrimonio Arqueológico	<u>Mitigación</u> Plan de monitoreo arqueológico de las obras

Fuente: Elaboración propia

10.2.3. 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 10.2.3-1, 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 10.2.3-1

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 calidad de agua y biota
Asentamientos Humanos	Monitoreo del funcionamiento de la maquinaria y su velocidad de circulación.
Patrimonio arqueológico	Monitoreo arqueológico de las obras

Fuente: Elaboración propia

11. Identificación de estudios ambientales

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 de la línea base en que se evidencian intensidades de impactos mayores, como lo son la Biodiversidad, la Hidrología (especial cuidado se debe tener al establecer un caudal ecológico acorde con las características del medio biótico asociado al Quebrada de Aroma). Calidad de Aguas, y el componente de Flora y Fauna acuática, donde se evidencia existencia de especies con problemas de conservación. Considerando lo anterior, a continuación se enlistan aquellos estudios que, se propone, deben profundizarse y/o agregarse para la etapa de Factibilidad.

- Estudio para la determinación de un caudal ecológico, idealmente basado en criterios tanto biológicos, físicos (geomorfología fluvial) como hidrológicos.
- Estudio sobre conservación de la funcionalidad ecológica del río. Estrechamente vinculado con el caudal ecológico pero no únicamente enfocado al régimen de caudal sino también en régimen sedimentológico y de nutrientes, que permitan ofrecer soluciones para minimizar el impacto, como por ejemplo un plan de conservación de lechos.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

- Estudio para la determinación a una menor escala de los límites del área protegida Parque Nacional Volcán Isluga, además de la determinación de una zona de transición de manera de asegurar la no afectación de éste Parque
- 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.
- Profundización de la línea de base arqueológica en zona del embalse proyectado. Dadas las recomendaciones del arqueólogo del estudio, 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.

12. 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 en forma genérica, 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 medidas adicionales que no han sido declaradas explícitamente.

Es necesario tener en cuenta que las medidas costeadas corresponden a medidas "tipo" 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 pertinente a este proyecto, en el cual se definirán con mayor exactitud los costos ambientales del proyecto.

Para efectos de esta evaluación de costos, se consideraron las tres alternativas de ubicación estudiadas en el presente estudio, con 5 tamaños posibles para cada una (3; 6; 9; 12 y 15 hm³ de volumen útil) Además, dadas las condiciones de calidad de aguas imperantes en la zona, las cuales restringen en forma gravitante el desarrollo agropecuario futuro, se ha decidido evaluar un escenario en el cual se mantiene la calidad de aguas actual y otro con una inversión en obras y tratamiento para el mejoramiento de la calidad de aguas.

Primeramente, en el Cuadro 12-1, se presenta la información base de costos unitarios asociados a las medidas ambientales propuestas⁵, para el caso de los componentes no analizados se presenta un monto asociado a los estudios básicos de descripción de dichos componentes. Así también se presentan las cantidades estimativas de cada medida.

En segundo lugar, el Cuadro 12-2 muestra un resumen de los costos ambientales totales (Costos directos + 30% de imprevistos y otros) para cada escenario de capacidad de embalse, donde se incluye cada una de las 3 alternativas propuestas en este estudio, con las variantes de calidad de agua actual sin mejoramiento y calidad de agua mejorada. Las obras evaluadas en cada alternativa coinciden con las obras evaluadas en el acápite 5.2 del presente estudio. Se presentan en pesos actualizados a enero 2014.

⁵ Se considera un nivel de precios a enero 2014, el que queda dado por un dólar de \$ 524,61, y una UF de \$ 22.837,06, de modo de concordar con los valores utilizados en las otras áreas del Estudio de Prefactibilidad.

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

CUADRO 12-1.
COSTOS UNITARIOS MEDIDAS AMBIENTALES

Etapa	Plan	Componente	Medida	Unidad	Valor unitario (UF)	Valor unitario (USD\$)	Cantidad
Construcción	PMM	Hidrología	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales				
Construcción	PMM	Hidrología	Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal				
Operación	PMM	Hidrología	Establecimiento de Caudal Ecológico (estudio)				
Construcción	PMM	Calidad de Aguas	Programa de intervención del cauce	gl	34	1500	1
Construcción	PMM	Flora y Vegetación Terrestre	Rescate de especies con estado de conservación ubicadas en el área de la obra	gl	429	18753	1
Construcción	PMM	Flora y Vegetación Terrestre	Definición de un Plan de Manejo de la vegetación	gl	43	1875	1
Construcción	PMM	Flora y Vegetación Terrestre	Prohibición de corte y quema de vegetación nativa	gl	21	938	1
Ambas	PMM	Fauna Terrestre	Prohibición de caza y captura de especies	gl	21	938	1
Ambas	PMM	Fauna Terrestre	Implementación de señalética en sectores identificados como hábitat de especies de interés	unidad	5	225	5
Construcción	PMM	Fauna Terrestre	Rescate de ejemplares de especies con categoría de conservación	gl	515	22503	1
Construcción	PMM	Flora y Fauna acuática	Rescate de ejemplares con categorías de conservación	gl	515	22503	1
Construcción	PMM	Flora y Fauna acuática	Programa de intervención adecuada del río	gl	34	1500	1

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

CUADRO 12-1.
COSTOS UNITARIOS MEDIDAS AMBIENTALES

Etapa	Plan	Componente	Medida	Unidad	Valor unitario (UF)	Valor unitario (USD\$)	Cantidad
Operación	PMM	Flora y Fauna acuática	Establecimiento de caudal ecológico (estudio)	estudio	322	14064	1
Construcción	PMM	Asentamientos Humanos	Riego de superficie de tránsito de vehículos	gl mes	86	3751	12
Construcción	PMM	Asentamientos Humanos	Mantenimiento periódico de la maquinaria	gl mes	8	338	12
Construcción	PMM	Asentamientos Humanos	Restricción velocidad de circulación	gl año	5	216	1
Construcción	PMM	Asentamientos Humanos	Disposición de señalética	unidad	5	234	6
Construcción	PMM	Asentamientos Humanos	Reuniones informativas con la comunidad	reunión	15	656	3
Construcción	PMR	Flora y Vegetación Terrestre	Programa de restauración de vegetación	gl	429	18753	1
Construcción	PMR	Transversal	plan de limpieza con el fin de eliminar cualquier material residual de construcción	gl	34	1500	1
Construcción	PMR	Transversal	Programa de restauración de cauces (prevención y control de la erosión)	profesion al/mes	43	1875	2
Construcción	PMR	Transversal	Plan de cierre de las faenas	profesion al/mes		0	
Ambas	PSA	Transversal	Plan de seguimiento ambiental	mes	154	6751	24
Ambas	Monitoreo	Flora y Vegetación Terrestre	Monitoreo de la sobrevivencia, colonización y desarrollo de la vegetación	campana	300	13127	4

Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Construcción Embalse Pintanane en Quebrada de Aroma, Huara”
Estudio de Análisis Ambiental

CUADRO 12-1.
COSTOS UNITARIOS MEDIDAS AMBIENTALES

Etapa	Plan	Componente	Medida	Unidad	Valor unitario (UF)	Valor unitario (USD\$)	Cantidad
Ambas	Monitoreo	Fauna Terrestre	Monitoreo de micromamíferos, reptiles y aves	campana	322	14064	4
Ambas	Monitoreo	Flora y Fauna acuática	Monitoreo de biota acuática	campana	429	18753	4
Ambas	Monitoreo	Calidad de Aguas	Monitoreo de calidad del agua	campana	11	488	8
Construcción	Monitoreo	Patrimonio Arqueológico y cultural	Monitoreo arqueológico de las obras	profesion al/mes	86	3751	12
Componentes no Analizados	Componentes no Analizados	Aire		gl	137	6001	6
Componentes no Analizados	Componentes no Analizados	Ruido		gl	103	4501	6
Componentes no Analizados	Componentes no Analizados	Suelo		gl	429	18753	1

Fuente: Elaboración propia.

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

CUADRO 12-2
COSTOS TOTALES DE LAS ALTERNATIVAS DE ESTUDIO, PARA DISTINTAS
CAPACIDADES (VU) DE EMBALSE

Capacidad: VU 3 hm³			
ALTERNATIVA	AÑO 1 (CONSTRUCCIÓN)	AÑO 2 (PRIMER AÑO DE OPERACIÓN)	COSTO TOTAL
1A*1	\$ 728,736,818	\$ 416,711,590	\$ 1,145,448,408
1B*2	\$ 1,280,581,892	\$ 724,504,516	\$ 2,005,086,408
2A*1	\$ 769,265,141	\$ 435,220,951	\$ 1,204,486,091
2B*2	\$ 1,318,287,293	\$ 745,836,798	\$ 2,064,124,091
3A*1	\$ 823,021,309	\$ 465,634,146	\$ 1,288,655,454
3B*2	\$ 1,372,043,461	\$ 776,249,993	\$ 2,148,293,454
Capacidad: VU 6 hm³			
ALTERNATIVA	AÑO 1 (CONSTRUCCIÓN)	AÑO 2 (PRIMER AÑO DE OPERACIÓN)	COSTO TOTAL
1A*1	\$ 854,968,799	\$ 483,708,820	\$ 1,338,677,619
1B*2	\$ 1,578,396,773	\$ 892,996,846	\$ 2,471,393,619
2A*1	\$ 896,802,706	\$ 507,376,853	\$ 1,404,179,559
2B*2	\$ 1,620,230,680	\$ 916,664,879	\$ 2,536,895,559
3A*1	\$ 906,090,868	\$ 512,631,742	\$ 1,418,722,610
3B*2	\$ 1,629,518,842	\$ 921,919,768	\$ 2,551,438,610
Capacidad: VU 9 hm³			
ALTERNATIVA	AÑO 1 (CONSTRUCCIÓN)	AÑO 2 (PRIMER AÑO DE OPERACIÓN)	COSTO TOTAL
1A*1	\$ 920,019,388	\$ 520,511,969	\$ 1,440,531,357
1B*2	\$ 1,754,786,126	\$ 992,791,231	\$ 2,747,577,357
2A*1	\$ 1,030,551,394	\$ 583,046,773	\$ 1,613,598,167
2B*2	\$ 1,865,318,132	\$ 1,055,326,035	\$ 2,920,644,167
3A*1	\$ 943,306,532	\$ 533,686,949	\$ 1,476,993,481
3B*2	\$ 1,778,073,270	\$ 1,005,966,211	\$ 2,784,039,481
Capacidad: VU 12 hm³			
ALTERNATIVA	AÑO 1 (CONSTRUCCIÓN)	AÑO 2 (PRIMER AÑO DE OPERACIÓN)	COSTO TOTAL
1A*1	\$ 973,220,520	\$ 550,611,145	\$ 1,523,831,665
1B*2	\$ 1,854,664,851	\$ 1,049,298,814	\$ 2,903,963,666
2A*1	\$ 1,154,620,685	\$ 653,240,457	\$ 1,807,861,142
2B*2	\$ 2,036,065,016	\$ 1,151,928,126	\$ 3,187,993,143
3A*1	\$ 1,067,600,760	\$ 604,007,894	\$ 1,671,608,654
3B*2	\$ 1,949,045,091	\$ 1,102,695,563	\$ 3,051,740,654
Capacidad: VU 15 hm³			

CUADRO 12-2
COSTOS TOTALES DE LAS ALTERNATIVAS DE ESTUDIO, PARA DISTINTAS
CAPACIDADES (VU) DE EMBALSE

ALTERNATIVA	AÑO 1 (CONSTRUCCIÓN)	AÑO 2 (PRIMER AÑO DE OPERACIÓN)	COSTO TOTAL
1A*1	\$ 1,098,400,103	\$ 621,432,991	\$ 1,719,833,094
1B*2	\$ 2,022,138,220	\$ 1,144,048,875	\$ 3,166,187,094
2A*1	\$ 1,214,686,256	\$ 687,223,272	\$ 1,901,909,529
2B*2	\$ 2,138,424,373	\$ 1,209,839,156	\$ 3,348,263,529
3A*1	\$ 1,155,703,787	\$ 653,853,236	\$ 1,809,557,023
3B*2	\$ 2,079,441,904	\$ 1,176,469,119	\$ 3,255,911,023

Costos totales incluyen un 30% de imprevistos y otros

*1: Alternativa variante A :Calidad de agua actual

*2: Alternativa variante B: Calidad de agua mejorada

Fuente: Elaboración propia

13. 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 8 del presente informe).

En términos generales, las tres alternativas presentan condiciones similares, tales como la localización (500 metros aproximadamente entre la alternativa 1 y 3), y las condiciones geográficas donde se encontrarían emplazadas. Por otra parte, las áreas de inundación también son similares, fluctuando entre los 117 y 130 ha aproximadamente, y el tipo de embalse, en los tres casos, sería CFGD. Estas condiciones podrían explicar la similitud en la **intensidad** de los impactos ambientales asociados a cada una de las alternativas, no distinguiéndose ninguna, en términos ambientales, respecto al resto.

De acuerdo al análisis preliminar de impactos potenciales, se concluye inicialmente, que el componente más afectado sería el de Hidrología, debido a la alteración del régimen de agua y sedimentos del cauce. En cuanto a impacto, le siguen los componentes de Biodiversidad, ya que existe un Parque Nacional perteneciente al SNASPE a menos de 1 km de las áreas de inundación consideradas, posteriormente Flora y Fauna acuática por las implicancias que tiene para este componente el hecho de intervenir el cauce y dado que se hallaron especies con problemas de conservación. Por último, es importante destacar el impacto que podría sufrir el componente de Patrimonio arqueológico y cultural ya que se encontró vestigios que pudieran tener relevancia histórica y que es necesario investigar más profundamente.

Finalmente, se ha recomendado la realización de algunos estudios ambientales específicos como; un estudio sobre la funcionalidad ecológica del río, estrechamente vinculado con la determinación de un caudal ecológico; un estudio para la delimitación de los límites del Parque Nacional Volcán Isluga a una escala más detallada; la actualización de la línea base del medio biótico, profundización de la línea de base arqueológica, entre otros. El objetivo de lo anterior es afinar el conocimiento respecto de 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 del presente proyecto.