



**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
“PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
RIEGO EN EL RÍO CARMEN, REGIÓN DE ATACAMA”**

**INFORME FINAL**

**VOLUMEN 3**

**ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

**DICIEMBRE 2011**

**ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.**

**Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego  
María Luisa Santander 0231, Providencia, Santiago**

---

**Fono 341 48 00**

**Fax 274 5023 e-mail: [oficina@arrauingenieria.cl](mailto:oficina@arrauingenieria.cl)**



**INFORME FINAL  
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

**ÍNDICE GENERAL**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**VOLUMEN 1: ESTUDIO DE INGENIERÍA**

**VOLUMEN 2: ESTUDIOS AGROECONÓMICOS**

**VOLUMEN 3: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL**

**VOLUMEN 4: PARTICIPACIÓN CIUDADANA**

**VOLUMEN 5: ÁLBUM DE PLANOS**

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 3**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

**ÍNDICE**

<b>Acápites</b>	<b>Descripción</b>	<b>#</b>
<b>1.</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>1</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL EAA	1
1.2.1.	Objetivo General	1
1.2.2.	Objetivos Específicos	1
1.3.	Contenido del EAA	2
1.4.	Resumen Método Empleado en Evaluación de Impactos	3
1.5.	Resultados Principales del Estudio	4
1.5.1.	Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA	4
1.5.2.	Evaluación de Impactos Ambientales	5
1.5.3.	Medidas Ambientales y Costos Asociados	7
1.5.4.	Estudios Recomendados para Etapas Posteriores	8
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL EAA</b>	<b>9</b>
2.1.	OBJETIVO GENERAL DEL EAA	10
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL EAA	10
<b>3.</b>	<b>ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>11</b>
3.1.	CONTEXTO GENERAL	11
3.2.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	12
3.3.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	15
3.4.	OBJETIVO DEL PROYECTO	15
3.5.	ETAPAS DEL PROYECTO Y SU SINCRONÍA CON EL EAA	15
3.6.	SITIOS IDENTIFICADOS COMO ALTERNATIVAS DE EMBALSE	16
3.6.1.	Aspectos Generales de la Identificación de Sitios	16
3.6.2.	Alternativas Identificadas	18
3.6.3.	Alternativa Seleccionada	19
3.7.	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS	20
3.7.1.	Presa de Hormigón Rodillado	20
3.7.2.	Evacuador de Crecidas	21
3.7.3.	Túnel de Desvío	21
3.7.4.	Obra de Entrega	21
3.7.5.	Minicentral Hidroeléctrica	21
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL AMBIENTAL APLICABLE</b>	<b>21</b>
4.1.	NORMATIVA AMBIENTAL GENERAL	22
4.1.1.	Constitución Política de la República de Chile. Decreto N° 100/05	22
4.1.2.	Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus	22

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 3**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

**ÍNDICE**

<b>Acápito</b>	<b>Descripción</b>	<b>#</b>
	<b>Modificaciones</b>	
4.1.3.	DS N° 95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	23
4.2.	Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA	23
4.2.1.	Análisis de Legislación Pertinente	24
4.2.1.1.	Ley N° 19.300 y Modificaciones (Ley 20.417) Sobre Bases Generales del Medio Ambiente	24
4.2.1.2.	D.S. 30/97 y sus modificaciones en D.S. 95/02 y D.S. 122/08, ambos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Reglamento del SEIA)	24
4.2.2.	Conclusiones del Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA	25
<b>5.</b>	<b>EXPLICACIÓN METODOLOGÍA GENERAL DEL EAA</b>	<b>26</b>
5.1.	PASO 1: EVALUACIÓN DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	26
5.2.	PASO 2: IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES	27
5.3.	PASO 3: EVALUACIÓN PARCIAL DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES	27
5.4.	PASO 4: EVALUACIÓN FINAL DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES	28
<b>6.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b>	<b>29</b>
6.1.	MEDIO FÍSICO	29
6.1.1.	Climas	29
6.1.1.1.	Antecedentes Generales	29
6.1.1.2.	Área de Influencia	29
6.1.1.3.	Metodología	29
6.1.1.4.	Resultados	30
6.1.1.5.	Conclusiones	32
6.1.2.	Calidad del Aire	32
6.1.2.1.	Antecedentes Generales	32
6.1.2.2.	Área de influencia	32
6.1.2.3.	Metodología	32
6.1.2.4.	Resultados	32
6.1.2.5.	Conclusiones	34
6.1.3.	Ruido y Vibraciones	34
6.1.3.1.	Antecedentes generales	34
6.1.3.2.	Área de Influencia	34
6.1.3.3.	Metodología	34

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 3**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

**ÍNDICE**

<b>Acápites</b>	<b>Descripción</b>	<b>#</b>
6.1.3.4.	Resultados	35
6.1.3.5.	Conclusiones	36
6.1.4.	Geología y Geomorfología	36
6.1.4.1.	Antecedentes Generales	36
6.1.4.2.	Área de Influencia	37
6.1.4.3.	Metodología	37
6.1.4.4.	Resultados	37
6.1.4.5.	Conclusiones	42
6.1.5.	Suelo y Uso de Suelo	43
6.1.5.1.	Antecedentes Generales	43
6.1.5.2.	Área de Influencia	43
6.1.5.3.	Metodología	43
6.1.5.4.	Resultados	43
6.1.5.5.	Conclusiones	47
6.1.6.	Hidrología	48
6.1.6.1.	Antecedentes Generales	48
6.1.6.2.	Área de Influencia	48
6.1.6.3.	Metodología	48
6.1.6.4.	Resultados	48
6.1.6.5.	Conclusiones	51
6.1.7.	Calidad de Aguas	52
6.1.7.1.	Antecedentes Generales	52
6.1.7.2.	Área de Influencia	52
6.1.7.3.	Metodología	52
6.1.7.4.	Resultados	53
6.1.7.5.	Conclusiones	57
6.2.	<b>MEDIO BIÓTICO</b>	57
6.2.1.	Generalidades Sobre Zonas Protegidas y Sitios Prioritarios de Biodiversidad	57
6.2.2.	Vegetación y Flora	59
6.2.2.1.	Antecedentes Generales	59
6.2.2.2.	Área de Influencia	59
6.2.2.3.	Metodología	59
6.2.2.4.	Resultados	60
6.2.2.5.	Conclusiones	67
6.2.3.	Fauna	67
6.2.3.1.	Antecedentes Generales	67
6.2.3.2.	Área de Influencia	68

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 3**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

**ÍNDICE**

<b>Acápites</b>	<b>Descripción</b>	<b>#</b>
6.2.3.3.	Metodología	68
6.2.3.4.	Resultados	69
6.2.3.5.	Conclusiones	74
6.3.	<b>MEDIO HUMANO</b>	74
6.3.1.	Componente Social	74
6.3.1.1.	Antecedentes Generales	74
6.3.1.2.	Área de Influencia	74
6.3.1.3.	Metodología	75
6.3.1.4.	Resultados	75
6.3.1.5.	Conclusiones	87
6.3.2.	Patrimonio Arqueológico y Cultural	87
6.3.2.1.	Antecedentes Generales	87
6.3.2.2.	Área de Influencia	88
6.3.2.3.	Metodología	88
6.3.2.4.	Resultados	88
6.3.2.5.	Conclusiones	93
6.4.	<b>MEDIO CONSTRUIDO</b>	94
6.4.1.	Infraestructura Vial	94
6.4.1.1.	Antecedentes Generales	94
6.4.1.2.	Área de Influencia	94
6.4.1.3.	Metodología	94
6.4.1.4.	Resultados	95
6.4.1.5.	Conclusiones	95
6.4.2.	Obras Menores	96
6.4.2.1.	Antecedentes Generales	96
6.4.2.2.	Área de Influencia	96
6.4.2.3.	Metodología	96
6.4.2.4.	Resultados	96
6.4.2.5.	Conclusiones	98
<b>7.</b>	<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>98</b>
7.1.	<b>PASO 1. SÍNTESIS EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL</b>	<b>98</b>
7.1.1.	Síntesis de la Importancia Ecológica	98
7.1.2.	Síntesis de la Vulnerabilidad Ambiental	100
7.1.3.	Síntesis de Sensibilidad Ambiental	102
7.2.	<b>PASO 2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS</b>	<b>103</b>
7.2.1.	Obras y Actividades del Proyecto	103
7.2.2.	Componentes Ambientales afectados por el Proyecto	104

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 3**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

**ÍNDICE**

<b>Acápites</b>	<b>Descripción</b>	<b>#</b>
7.2.2.1.	Medio Físico	104
7.2.2.2.	Medio Biótico	107
7.2.2.3.	Medio Humano	108
7.2.2.4.	Medio Construido	109
7.2.3.	Impactos en Etapa de Construcción	110
7.2.4.	Impactos en Etapa de Operación	111
7.3.	PASO 3. EValuación Parcial de la Intensidad de Impactos Potenciales	111
7.3.1.	Valoración Parcial de Impactos en Etapa de Construcción	114
7.3.2.	Valoración Parcial de Impactos en Etapa de Operación	115
7.4.	PASO 4: EVALUACIÓN FINAL DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES	115
<b>8.</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN REPARACIÓN Y/O COMPENSACIÓN Y COSTOS ASOCIADOS</b>	<b>117</b>
<b>9.</b>	<b>PERMISOS SECTORIALES</b>	<b>121</b>
<b>10.</b>	<b>ESTUDIOS RECOMENDADOS</b>	<b>121</b>
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>122</b>
<b>12.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>123</b>

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 3**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
ANEXOS**

**ÍNDICE**

<b>Anexo</b>	<b>Descripción</b>
EAA-1	Normativa Ambiental Específica
EAA-2	Informe Avance 1 EAA (electrónico)
EAA-3	Actores Sociales
EAA-4	Informe Arqueológico



## **1. RESUMEN EJECUTIVO**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

El presente EAA abarca los aspectos más relevantes referentes a la evaluación de los impactos ambientales potenciales de acuerdo al tipo de obra y a la alternativa de ubicación escogida, exponiendo también la legislación ambiental aplicable y la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Del mismo modo se propusieron medidas ambientales (mitigación, reparación y/o compensación) tentativas y sus costos asociados estimados.

### **1.2. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL EAA**

#### **1.2.1. Objetivo General**

Analizar ambientalmente el embalse proyectado, evaluando en forma preliminar los potenciales Impactos Ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del mismo, su pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, proponiendo además y en forma preliminar, Medidas ambientales tentativas y sus costos aproximados, de tal forma de lograr una valoración y cuantificación adecuada para su ejecución.

#### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Para el logro del objetivo general, se desarrolló una metodología que dio cumplimiento a los siguientes objetivos específicos.

- Evaluar la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de la obra en estudio e indagación del marco regulatorio vigente y aplicable
- Identificación y caracterización del área de influencia para los distintos componentes en las distintas alternativas.
- Evaluación de sensibilidad ambiental en cada componente a partir de un diagnóstico ambiental territorial. La sensibilidad se estableció a partir de la metodología de Planificación Ecológica.
- Descripción y valoración de impactos ambientales potenciales asociados a las obras propuestas en cada alternativa. Los impactos se evaluaron de acuerdo a gravedad, efecto, incidencia, temporalidad, reversibilidad, recuperabilidad y extensión.



- Proposición de medidas de mitigación, reparación y/o compensación para las distintas alternativas.
- Realización de un Informe de Recomendaciones respecto de futuros estudios de carácter ambiental que sean necesarios de realizar previo a la aprobación y construcción de la obra.

### 1.3. CONTENIDO DEL EAA

El EAA se presenta en 12 Capítulos, cuyo contenido se resume brevemente a continuación:

1. **Resumen Ejecutivo:** Presenta el resumen de los principales contenidos del EAA.
2. **Introducción y Objetivos:** Pone en contexto el EAA y expone objetivos del mismo.
3. **Antecedentes Generales del Proyecto:** Da a conocer la características generales del estudio en curso y el tipo de obras involucradas.
4. **Descripción del Marco Legal Ambiental Aplicable:** Expone los cuerpos legales que regulan la ejecución de las obras y actividades en estudio en materia ambiental.
5. **Explicación Metodología General del EAA.** Detalla el método empleado para evaluar la intensidad final de impactos.
6. **Caracterización Ambiental y Territorial del Área de Influencia:** Se describen los principales aspectos de los componentes ambientales relevantes en el proyecto en el área de influencia.
7. **Evaluación de Impactos Ambientales:** Se identifican y evalúan impactos ambientales en etapas de construcción y operación.
8. **Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación:** Se proponen medidas ambientales tentativas y se estiman sus costos.
9. **Permisos Sectoriales.** Se explica lo referente a la identificación de permisos ambientales sectoriales.
10. **Estudios Recomendados:** Detalla los estudios ambientales recomendados para las etapas posteriores (factibilidad y diseño), con el



fin de sumar información de mayor detalla a la toma de decisiones en materia ambiental.

11. **Conclusiones: Se presentan conclusiones del EAA.**
12. **Referencias bibliográficas. Se enlistan las fuentes de información utilizadas.**

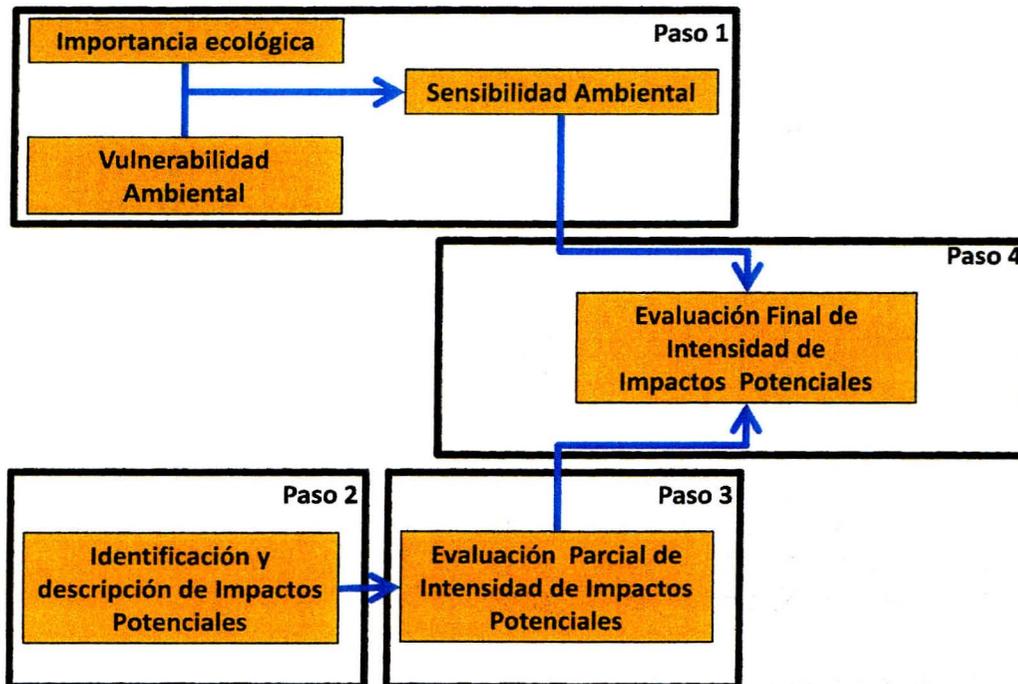
#### **1.4. RESUMEN MÉTODO EMPLEADO EN EVALUACIÓN DE IMPACTOS**

La evaluación y valoración de impactos potenciales fue llevada a cabo mediante la integración de distintos criterios, entre los cuales se incluye aquellos referidos a las actividades propiamente tal y otros referidos a la sensibilidad ambiental. La Figura 1.4-1 muestra el esquema conceptual de la metodología empleada.

Debe tenerse en cuenta que el resultado de este análisis estuvo fuertemente condicionado a la información disponible respecto de los componentes ambientales, siendo en la mayorías de los casos de carácter muy general y obtenida a partir de recopilación bibliográfica (principalmente para los componentes del medio biótico).

En este análisis preliminar de impactos potenciales, se concluyó, como es de esperarse dado el tipo de obras, que los componentes más afectados serían aquellos pertenecientes al medio biótico, principalmente flora y fauna acuática, por la presencia de especies en peligro de extinción (ej.: Pejerrey chileno), seguido del componente hidrológico (alteración de regímenes naturales de caudales y sedimentos) tanto en las etapas de operación como construcción. A esto se suma el hecho de que el proyecto se ubica en un sitio clasificado como "prioritario" dentro de la Estrategia Regional de Biodiversidad.

**FIGURA 1.4-1**  
**ESQUEMA EMPLEADO PARA OBTENCIÓN DE RIESGO ECOLÓGICO**



Fuente: Elaboración propia

## 1.5. RESULTADOS PRINCIPALES DEL ESTUDIO

### 1.5.1. Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA

De acuerdo a las características de la obra estudiada en la presente consultoría, el proyecto cumple con lo dispuesto en el Artículo 10, letra a) de la Ley General Sobre Bases del Medio Ambiente y sus modificaciones, al tratarse de un embalse de altura de muro superior a 5 m y una capacidad mayor a 50.000 m<sup>3</sup>. Dicha condición es refrendada en el Reglamento del SEIA en su artículo 3 letra a.1). Dado lo anterior el proyecto debe ingresar al SEIA.

El modo de ingreso 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 la alternativa propuesta genera impactos ambientales relevantes y que determinan el modo de ingreso como un EIA de acuerdo al Artículo 11 de la Ley 19.300, sus modificaciones (Ley 20.417) y sus especificaciones en el Artículo 6 (letras m y p) del Reglamento del SEIA. Dichos impactos son los siguientes (ver análisis detallados en los Acápites 6 y 7 del Volumen EAA):

- Alteración y/o destrucción del hábitat de fauna terrestre con problemas de conservación.
- Alteración de hábitat de Pejerrey chileno (especie en peligro de extinción) por alteración/reducción de caudal en zona aguas abajo del muro.
- Alteración del ecosistema correspondiente al sitio prioritario de Biodiversidad “Río Huasco” (el cual abarca el cauce del Río El Carmen en todo su recorrido hasta aguas arriba de las Alternativas de embalse).

### **1.5.2. Evaluación de Impactos Ambientales**

La evaluación final de la intensidad de impactos potenciales, estuvo dada por la combinación de los resultados obtenidos entre Sensibilidad Ambiental e Intensidad Parcial de Impactos Potenciales (ver capítulo 7 del Volumen EAA). El Cuadro 1.5.2-1 muestra el resultado final de dicha operación para la etapa de construcción y posteriormente, en el Cuadro 1.5.2-2, el símil para la etapa de operación.

Como es posible apreciar en el cuadro anterior queda de manifiesto que los impactos más altos se generan sobre el medio biótico, y están dados básicamente por la alteración de formaciones vegetacionales, pérdida de especies producto del despeje de vegetación en las áreas aledañas a la instalación de faenas para la construcción de la presa y sus obras anexas. Así mismo por la pérdida de hábitat de las diferentes especies tanto de fauna terrestre como acuática, siendo esta última más vulnerable a las interrupciones del cauce del río y a la pérdida de sitios naturales de reproducción.

En la etapa de operación los impactos identificados se clasifican como impactos moderados a altos en el medio físico, considerándose alto a muy alto el efecto de la

modificación del régimen del río así como los impactos sobre el medio biótico y sus componentes.

**CUADRO 1.5.2-1**  
**EVALUACIÓN FINAL DE INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES**  
**EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

<b>Componente</b>	<b>Descripción de el o los Impacto(s) asociado(s) a las distintas componentes</b>	<b>Intensidad Parcial de Impacto (I)</b>	<b>Sensibilidad Ambiental</b>	<b>Intensidad Final del Impacto</b>
<b>Calidad del aire</b>	Aumento de Emisiones y Concentración de PM10 y gases	3,0	3,0	3,0
<b>Ruido y Vibraciones</b>	Aumento de los niveles sonoros basales y Aumento de las vibraciones (tronaduras)	2,4	2,0	2,2
<b>Geomorfología</b>	Alteración de geoformas y de laderas estables	2,7	3,0	2,9
<b>Suelos</b>	Compactación de suelo y Cambio de uso del suelo	3,8	2,0	2,9
<b>Hidrología</b>	Alteración del cauce del río	3,2	4,5	3,2
<b>Calidad de aguas</b>	Aumento de la turbidez del agua y Alteración de la calidad del agua	2,8	4,25	2,8
<b>Vegetación y flora</b>	Deterioro y/o Pérdida de la flora y vegetación	4,3	4,0	4,2
<b>Fauna terrestre</b>	Pérdida de hábitat para la fauna nativa Mortalidad incidental de fauna nativa	3,5	4,0	3,7
<b>Fauna acuática</b>	Pérdida de sitios de reproducción natural Pérdida y alteración de hábitat para la fauna acuática	3,9	5,0	4,4
<b>Social</b>	Aumento de la Población Flotante	1,9	4,0	3,0
<b>Arqueológico</b>	Alteración de sitios arqueológicos	1,0	3,0	2,0
<b>Infraestructura vial</b>	Deterioro de la infraestructura vial existente y pérdida de la Ruta San Félix-Pascua Lama	3,1	1,0	2,0

**Fuente:** Elaboración propia

### CUADRO 1.5.2-2 EVALUACIÓN FINAL DE INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN ETAPA DE OPERACIÓN

Componente	Descripción del Impacto	Intensidad de Impacto (I)	Sensibilidad Ambiental	Valoración Final del Impacto
Geomorfología	Generación de procesos erosivos Alteración en la morfología del río, desembocadura y riberas aguas abajo	4,5	3,0	3,8
Suelos	Cambio de uso del suelo y Pérdida de suelo en el área de inundación	4,0	2,0	3,0
Hidrología	Modificación en el régimen hidrológico y sedimentológico del río	4,4	4,5	4,4
Calidad de aguas	Alteración de la calidad del agua	3,0	4.25	3,0
Vegetación y flora	Deterioro y/o Pérdida de la flora y vegetación	5,0	4,0	4,5
Fauna terrestre	Pérdida de hábitat para la fauna nativa	4,9	4,0	4,5
Fauna acuática	Pérdida de sitios de reproducción natural Pérdida y alteración de hábitat para la fauna acuática	4,0	5,0	4,5

Fuente: Elaboración propia

#### 1.5.3. Medidas Ambientales y Costos Asociados

Se realizó una estimación preliminar de costos ambientales asociados a la ejecución de un conjunto de medidas de mitigación, reparación y/o compensación y monitoreos que han sido propuestas de forma tentativa. A los costos ya mencionados debe sumarse el valor de la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Los montos estimados para todo lo antes dicho se muestran en el Cuadro 1.5.3-1, y fueron estimados para distintos tamaños de embalse (según volumen útil) y considerados dentro de la Evaluación Económica del Proyecto.

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

### CUADRO 1.5.3-1 COSTOS AMBIENTALES TOTALES (PESOS CHILENOS)

Ítem	Alternativas de Volumen Útil (hm <sup>3</sup> )				
	3,9	6,9	8	10,6	13,7
Implementación de Medidas de Mitigación, Reparación y /o Compensación, planes de monitoreo y otras medidas tentativas	621.439.076	738.874.288	778.401.954	854.065.102	947.945.056
Realización EIA, Tramitación y obtención de RCA	170.000.000	170.000.000	170.000.000	170.000.000	170.000.000
<b>Total (pesos chilenos)</b>	<b>791.439.076</b>	<b>908.874.288</b>	<b>948.401.954</b>	<b>1.024.065.102</b>	<b>1.117.945.056</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 1.5.4. Estudios Recomendados para Etapas Posteriores

Respecto de los estudios recomendados para las etapas posteriores, si bien ya se ha establecido que el proyecto debe ingresar al SEIA mediante la realización de un EIA (con todo lo que ello involucra), debe ponerse especial énfasis a aquellos componentes del medio biótico en que existe evidencia sobre existencia de especies con problemas de conservación. Estos componentes serían Fauna terrestre y acuática y Flora y Vegetación terrestre. Otro aspecto de importancia debe ser el establecimiento de un caudal ecológico acorde con las características del medio biótico asociado al río El Carmen. Esto adquiere mayor importancia al considerar que el cauce del Río El Carmen forma parte del sitio prioritario de Biodiversidad "Río Huasco", incluido dentro de la estrategia regional de Biodiversidad de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Región de Atacama.

A continuación se enlistan aquellos estudios que, se propone, deben adelantarse para la etapa de Factibilidad.

- Levantamiento y evaluación de flora y fauna acuática (micro y macro invertebrados, y fauna íctica) del río El Carmen en el tramo ubicado desde la cola del embalse, hasta la confluencia con el río El Tránsito.
- Levantamiento y evaluación de fauna terrestre asociada al cauce del río El Carmen en el tramo ubicado desde la cola del embalse, hasta la confluencia con el río El Tránsito.
- Estudio para la determinación de un caudal ecológico, idealmente basado en criterios tanto biológicos, físicos (geomorfología fluvial) como hidrológicos.



- Levantamiento y evaluación de flora y vegetación terrestre en toda la zona de inundación y cauce aguas abajo del muro. Dicho estudio debiera abarcar la planicie de inundación del río el Carmen en el tramo comprendido entre el muro del embalse y la confluencia con el río El Tránsito y la zona de inundación (espejo de agua del embalse) y sus zonas aledañas.

Estos estudios servirán para afinar el conocimiento referente a estos temas y aumentar así el nivel de claridad y seguridad al momento de evaluar el impacto ambiental correspondiente, con todo lo que esto involucra en términos de la toma de decisiones futuras, planificación y manejo. Estos estudios, se propone, debieran realizarse para el Estudio de Factibilidad del mismo proyecto.

## 2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL EAA

El presente Estudio de Análisis Ambiental (EAA) se enmarca en la consultoría denominada "Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Riego en el Río El Carmen, Región de Atacama", correspondiente a un estudio prefactibilidad encargado por la Comisión Nacional de Riego (CNR). En dicha consultoría se analizaron distintas alternativas para la construcción de un embalse de cabecera para aumentar la seguridad de riego en el Valle de San Félix (Río del Carmen). Dicho análisis contempla también el aprovechamiento hidroeléctrico.

La implementación de las distintas obras, podrían significar efectos negativos en el medio ambiente, debido a la construcción y operación de las mismas. Por esto se debieron evaluar - en el contexto territorial - los impactos ambientales potenciales, considerando las zonas ambientales más sensibles y las implicancias legales exigidas por la normativa atingente en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y que fueron solicitadas por la Comisión Nacional de Riego. De este modo, y en colaboración permanente con el equipo de ingeniería, se desarrolló el EAA.

El EAA se presenta en 12 Capítulos, cuyo contenido se resume brevemente a continuación:

1. **Resumen Ejecutivo:** Presenta el resumen de los principales contenidos del EAA.
2. **Introducción y Objetivos:** Pone en contexto el EAA y expone objetivos del mismo.
3. **Antecedentes Generales del Proyecto:** Da a conocer la características generales del estudio en curso y el tipo de obras involucradas.

4. **Descripción del Marco Legal Ambiental Aplicable:** Expone los cuerpos legales que regulan la ejecución de las obras y actividades en estudio en materia ambiental.
5. **Explicación Metodología General del EAA.** Detalla el método empleado para evaluar la intensidad final de impactos.
6. **Caracterización Ambiental y Territorial del Área de Influencia:** Se describen los principales aspectos de los componentes ambientales relevantes en el proyecto en el área de influencia.
7. **Evaluación de Impactos Ambientales:** Se identifican y evalúan impactos ambientales en etapas de construcción y operación.
8. **Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación:** Se proponen medidas ambientales tentativas y se estiman sus costos.
9. **Permisos Sectoriales.** Se explica lo referente a la identificación de permisos ambientales sectoriales.
10. **Estudios Recomendados:** Detalla los estudios ambientales recomendados para las etapas posteriores (factibilidad y diseño), con el fin de sumar información de mayor detalla a la toma de decisiones en materia ambiental.
11. **Conclusiones:** Se presentan conclusiones del EAA.
12. **Referencias bibliográficas.** Se enlistan las fuentes de información utilizadas.

## 2.1. OBJETIVO GENERAL DEL EAA

Analizar ambientalmente el embalse proyectado, evaluando en forma preliminar los potenciales Impactos Ambientales que se podrían generar durante la construcción y operación del mismo, su pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, proponiendo además y en forma preliminar, Medidas ambientales tentativas y sus costos aproximados, de tal forma de lograr una valoración y cuantificación adecuada para su ejecución.

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL EAA

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



1. Evaluar la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de la obra en estudio e indagación del marco regulatorio vigente y aplicable
2. Identificación y caracterización del área de influencia para los distintos componentes en las distintas alternativas.
3. Evaluación de sensibilidad ambiental en cada componente a partir de un diagnóstico ambiental territorial. La sensibilidad se estableció a partir de la metodología de Planificación Ecológica.
4. Descripción y valoración de impactos ambientales potenciales asociados a las obras propuestas en cada alternativa. Los impactos se evaluaron de acuerdo a gravedad, efecto, incidencia, temporalidad, reversibilidad, recuperabilidad y extensión.
5. Proposición de medidas de mitigación, reparación y/o compensación para las distintas alternativas.
6. Realización de un Informe de Recomendaciones respecto de futuros estudios de carácter ambiental que sean necesarios de realizar previo a la aprobación y construcción de la obra.

### **3. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO**

#### **3.1. CONTEXTO GENERAL**

El valle de San Félix es un lugar privilegiado para el desarrollo de la agricultura, presenta condiciones climáticas favorables para cultivos de altos rendimientos principalmente por la alta luminosidad y las diferencias de temperatura entre el día y la noche, además de las características de suelos, sin embargo la seguridad de riego es baja, generándose problemas por escasez de recursos en años secos.

La estructura actual de uso de la tierra en el área del proyecto está condicionada por la estacionalidad de la oferta de agua que se caracteriza por una relativa abundancia en los meses primaverales y una gran disminución en los meses estivales, provocando una situación precaria donde predominan los cultivos anuales únicos capaces de aprovechar la abundancia estacional de agua en primavera.

Desde hace muchos años existe en el valle el anhelo de contar con un embalse para mejorar la disponibilidad de agua para regadío, los estudios anteriores reflejan la



necesidad de construir un embalse de cabecera sobre el río El Carmen capaz de almacenar los recursos provenientes de la alta cordillera. La implementación del proyecto permitiría aumentar la seguridad de riego, incorporar nueva superficie de cultivos de alto rendimiento y regular el cauce de modo de ajustar la curva de oferta con la demanda de agua de los cultivos.

Por estos efectos la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus afluentes, han hecho todos los esfuerzos para incluir a la zona del valle de San Félix dentro de las prioridades para desarrollar un programa de inversiones para el desarrollo integral de riego donde se incluye la necesidad de construir un embalse de cabecera.

El área beneficiada por el proyecto en estudio es el valle de San Félix o del río El Carmen hasta la confluencia con el río El Tránsito, en donde se encuentran los predios potencialmente beneficiados por las obras del embalse en conformidad con los derechos de aguas constituidos.

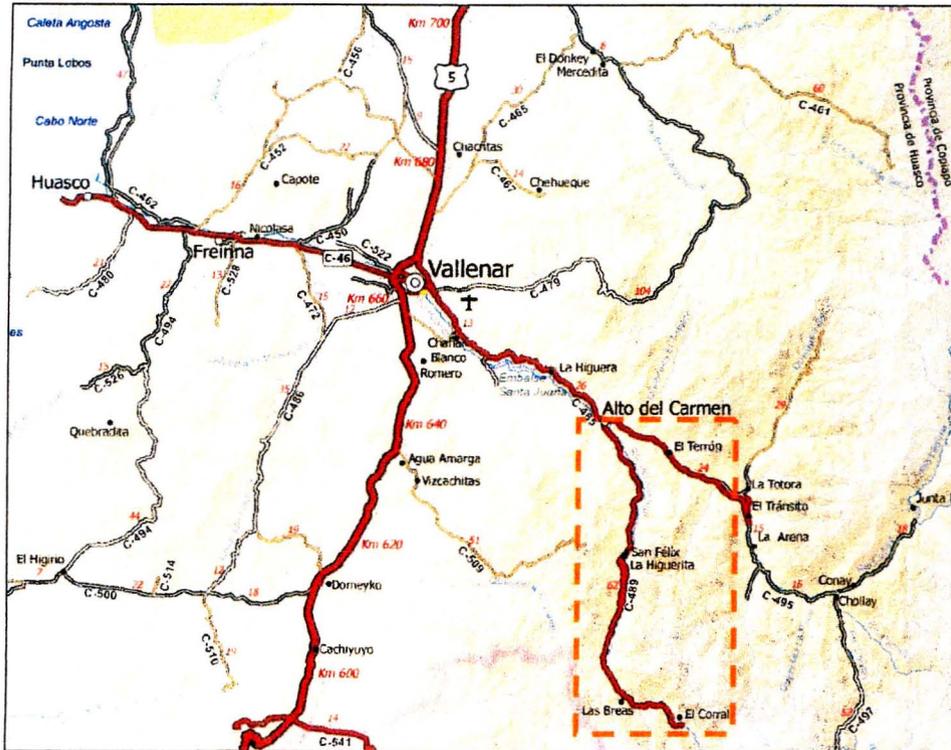
Los potenciales beneficiados por el proyecto de embalse corresponden a los miembros de la junta de vigilancia del río Huasco en su primer tramo, correspondiente al río El Carmen y que por ende poseen derechos de aprovechamientos de agua en el mismo. Estos agricultores son 612 y se dividen en 839 predios a lo largo del valle. La superficie de riego actual es de 921,2 has físicas con una seguridad de riego del 36,6%, la cual aumentaría al 85% de seguridad, de construirse el embalse.

### 3.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

La cuenca hidrográfica del río Huasco se extiende aproximadamente entre los paralelos 28°30' y los 29°40' de latitud sur, con una extensión de 9.850 km<sup>2</sup>. El río Huasco se forma a 90 km de su desembocadura en el mar, por la confluencia de los ríos El Tránsito que viene del NE y El Carmen del SE (CNR, 2010). La hoya del río El Carmen, en donde se emplaza el área de estudio, tiene una superficie de 2.860 km<sup>2</sup>. En su límite norte se encuentra la sierra del Medio o Tatul, que disminuye paulatinamente de altura desde la frontera hasta la Junta del Carmen (CNR, 2010).

Dos ríos principales y de escurrimiento permanente contribuyen a la formación del río El Carmen. Desde la cordillera baja el río Potrerillo, que confluye con el río Matancilla, para formar el río El Carmen propiamente tal. A esto se suman pequeños aportes de quebradas permanentes e intermitentes, siendo la principal la quebrada de La Plata. El río El Carmen tiene 145 km, desde el nacimiento del tributario más largo hasta la Junta con el río El Tránsito. La Figura 3.2-1 muestra la ubicación general del área de estudio (CNR, 2010).

**FIGURA 3.2-1**  
**UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**



Fuente: <http://www.mapas.mop.cl/>

Desde el punto de vista político-administrativo el área de estudio se ubica en la Comuna de Alto del Carmen, Provincia de Huasco, Región de Atacama.

La Región de Atacama se ubica entre los 25° 17' y los 29° 30' de latitud Sur y desde los 68° 17' longitud Oeste hasta el Pacífico. Alcanza una superficie de 75.176,2 km<sup>2</sup> y limita al Oeste con el océano Pacífico, al Este con Argentina, al Norte con la región de Antofagasta y al Sur con la Región de Coquimbo (INE, 2007).

La Región cuenta con tres provincias, subdivididas en nueve comunas. Su capital es la ciudad de Copiapó. La mayor parte de la población de la región es urbana (91%), distribuida entre las ciudades de Copiapó, Chañaral y Vallenar; y sólo el 9% de la población vive en las zonas rurales (INE, 2007).

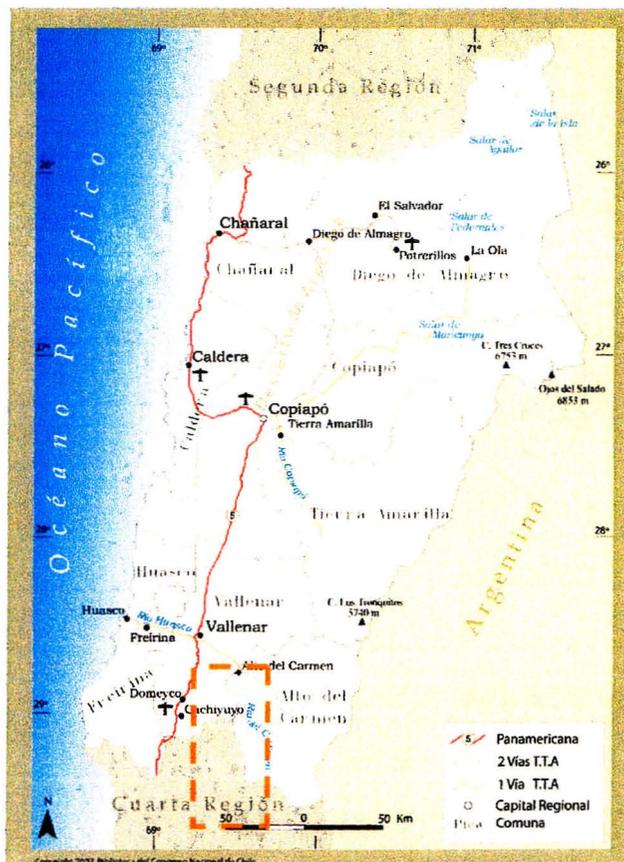
La capital de la Provincia de Huasco es Vallenar, ubicada en el valle formado por el río Huasco. A nivel regional, ésta es la provincia de menor superficie, pero con más

comunas: Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen. La Provincia alberga al 26,3% de la población regional (INE, 2007).

La Comuna de Alto del Carmen, distante a 190 km de la capital Regional y a 45 km de la cabecera Provincial, presenta una extensión de 5.938 km<sup>2</sup>, es decir el 7,9 % del territorio Regional. La Comuna limita al Norte con la Comuna de Tierra Amarilla; al oeste con la Comuna de Vallenar; al este con el territorio argentino y al sur con la región de Coquimbo.

Además de la cabecera comunal (Alto del Carmen), existen cerca de 30 localidades. Las más importantes son San Félix en el Valle de El Carmen, y El Tránsito, en el valle del mismo nombre. La Figura 3.2-2 presenta la ubicación general del proyecto en el contexto regional y con las divisiones comunales respectivas.

**FIGURA 3.2-2**  
**UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO**



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional, 2007



### 3.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El principal problema identificado en el área de estudio es la escasez de recursos hídricos en años secos y la baja seguridad de riego, provocando en el valle de San Félix que a pesar de tener condiciones climáticas favorables para el desarrollo de rubros como viñas, parronales, paltos y otros frutales de alta rentabilidad, no sean éstos los rubros más explotados, predominando por el contrario cultivos anuales poco rentables como trigo, pastos naturales y chacras.

### 3.4. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es analizar y evaluar técnica, económica, legal y ambientalmente a nivel de prefactibilidad las alternativas de construcción de un embalse de cabecera con aprovechamiento hidroeléctrico para aumentar la seguridad de riego del valle de San Félix en el río El Carmen, estudiando alternativas de obras necesarias para su optimización y multiuso de las aguas para riego.

### 3.5. ETAPAS DEL PROYECTO Y SU SINCRONÍA CON EL EAA

El proyecto completo estuvo dividido en 5 Etapas, seguido de la elaboración del Borrador del Informe Final (BIF) y el Informe Final (IF). En concordancia con lo solicitado por los Términos de Referencia del proyecto, las Etapas fueron articuladas con la elaboración del EAA de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 3.5-1.

**CUADRO 3.5-1**

#### ETAPAS DEL PROYECTO Y SINCRONÍA CON EL EAA

Etapa	Nombre de la Etapa	Entregas del EAA
<b>Etapa 1</b>	Recopilación de Antecedentes, primeras visitas a terreno y diagnóstico preliminar	-
<b>Etapa 2</b>	Identificación y Evaluación de Sitios de embalse	Primer Avance EAA
<b>Etapa 3</b>	Trabajos de Terreno y Estudios Básicos	-
<b>Etapa 4</b>	Estudios Agroeconómicos	-
<b>Etapa 5</b>	Aspectos de Ingeniería y Evaluación Económica	Segundo Avance EAA
<b>Borrador Informe Final (BIF)</b>		BIF EAA
<b>Informe Final (IF)</b>		IF EAA

**Fuente:** Elaboración propia



### 3.6. SITIOS IDENTIFICADOS COMO ALTERNATIVAS DE EMBALSE

#### 3.6.1. Aspectos Generales de la Identificación de Sitios

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

- **Relación Agua/Muro:** La relación agua muro será mejor en la medida que la angostura sea más estrecha y el valle se “abra” hacia aguas arriba
- **Características Geológicas y Geotécnicas de la angostura:** Interesa tanto la resistencia geomecánica del suelo de apoyo, así como también su permeabilidad y la del vaso de inundación
- **Características productivas de la zona a inundar:** Interesa que la zona de inundación sea lo menos productiva posible, de manera de no afectar a los agricultores obligándolos a expropiaciones o traslados indeseados. También, el costo de expropiación es menor.
- **Ubicación con respecto a la zona de riego:** Interesa que el embalse pueda abastecer, en lo posible a la totalidad de los beneficiarios en forma directa. Ello no es siempre posible y normalmente quedan beneficiarios ubicados aguas arriba de la presa, pero se trata que este riego indirecto sea el menor posible, y que la “liberación” de tributar derechos les permita alcanzar similar seguridad de riego que los abastecidos directamente por el embalse.
- **Ubicación con respecto a los recursos de agua de la cuenca:** La presa no debe quedar ubicada tan abajo en la cuenca, que quede mucho riego aguas arriba de ella, así como tampoco debe quedar ubicada tan arriba, como para que la cuenca aportante sea muy pequeña y no se pueda regular una parte importante del recurso.
- **Cantidad y características de las interferencias:** Todo lo que sea caminos públicos, principales o secundarios, líneas eléctricas, bosques nativos, líneas férreas, obras civiles de diverso tipo, etc., significan un elevado costo de reponerlos en otro lugar, por lo que se trata que las interferencias sean las mínimas posibles.
- **Impactos Ambientales asociados:** Todo embalse crea impactos ambientales, tanto del recurso agua como de transporte de sedimentos, como también es posible inundar sitios arqueológicos, o de interés patrimonial de la nación, etc. Los aspectos relacionados con este tema son tratados en profundidad en el presente informe.

- Tipos de presas posibles, de acuerdo con disponibilidad de materiales: empréstitos: Entre los diferentes tipos de presas, naturalmente unas son bastante más caras que otras. Tradicionalmente, en Chile las mayores presas de riego se han construido de tierra y si no existe material impermeable para ello, se ha recurrido al enrocado con pantalla de concreto. Sin embargo, en los últimos años ha tomado gran auge la construcción de presas de gravas con pantalla impermeable. Si no requieren de una pared moldeada muy profunda y compleja, son las más económicas y rápidas de construir. Entonces, hoy en día lo primero que se observa es si están dadas las condiciones, tanto de fundación como de empréstitos, para postular este tipo de presas.
- Accesibilidad: Naturalmente, la accesibilidad usualmente juega un rol muy importante, ya que tener que construir nuevos caminos de acceso constituye costos importantes para el proyecto. La accesibilidad debe considerar también la ubicación de los empréstitos: se trata que las distancias de traslado sean lo menores posible y que ojalá el traslado de materiales se realice a favor de la pendiente en el valle, o sea, que los materiales se extraigan de aguas arriba de la presa.
- Tamaño del proyecto: El tamaño del proyecto es de gran importancia, pudiendo algunas angosturas quedar descartadas porque no permiten almacenar el agua requerida, o bien porque las solicitaciones de carga hidráulica en una presa muy alta pueden ser exageradas, tanto estructuralmente como desde el punto de vista de las filtraciones.
- Costos de expropiaciones: No solamente, las características del área de inundación, sino que también la complejidad de algunas obras, como vertedero y túnel by pass, ubicación del cauce principal del río, etc., pueden derivar en requerimientos de mayor o menor envergadura respecto de las expropiaciones, que pueden tener una incidencia relevante en el presupuesto final.
- Facilidades para diseñar las obras de arte asociadas: Como se mencionó, las obras de arte, principalmente vertedero y túnel by pass, pueden ser complejas y costosas según el tipo de diseño que se pueda efectuar. Influyen en forma importante para ello la geomorfología y la geología y geotecnia del sector de la presa, por lo que son aspectos a tomar en consideración en el análisis del sitio de embalse.
- Facilidades constructivas: Este tema tiene que ver con las facilidades con respecto a la ubicación desde el punto de vista del traslado de personal, residencia de los obreros, espacios para las faenas, distancia a la ciudad para efectos de repuestos y mantenimiento de la maquinaria y equipos, etc.



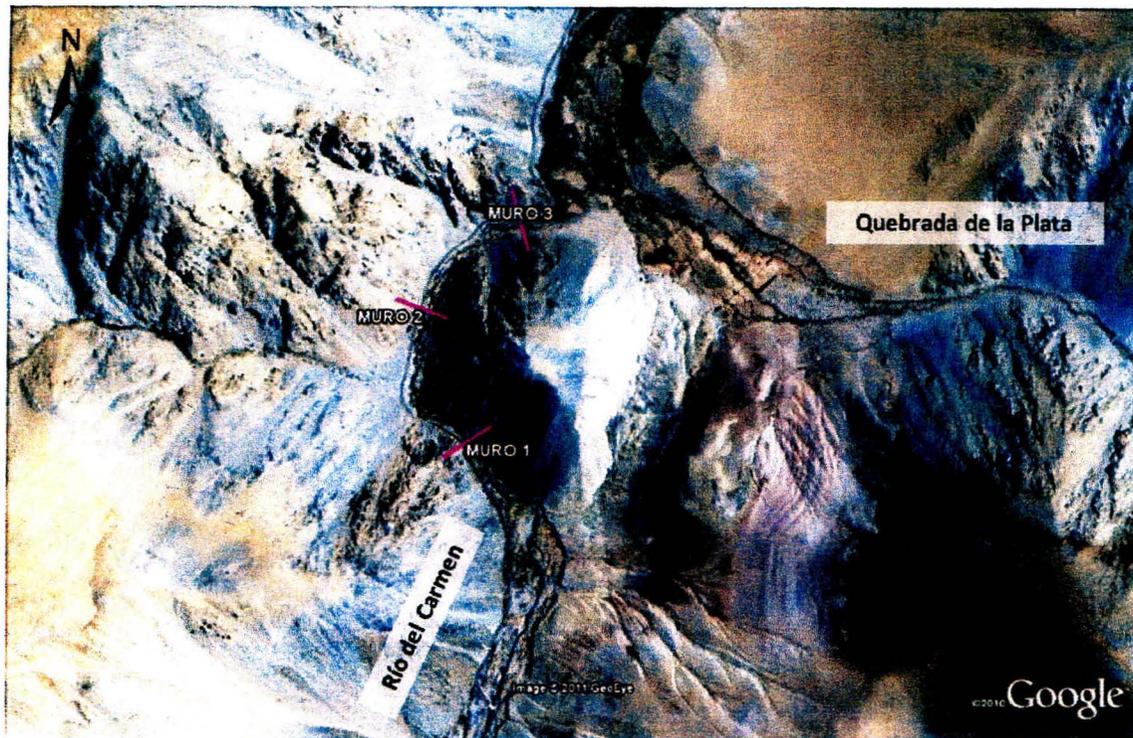
### 3.6.2. Alternativas Identificadas

Se identificó a lo largo del valle una serie de 7 sitios posibles, procediéndose a efectuar una primera selección de aquellos que presentaban las mayores ventajas comparativas frente al resto. Es así como se definieron 3 alternativas, las que se explican a continuación. Las 3 alternativas se ubican a lo largo de la misma angostura apoyadas en el cerro Redondo por su estribo derecho, y en cerros rocosos de características aparentemente similares por su estribo izquierdo. Estos sitios podrían presentar algunas diferencias en las características geomorfológicas de los estribos y en la relación agua muro.

- **Alternativa 1.** Ubicada inmediatamente antes de abrirse el valle hacia aguas arriba, es decir, sobre el último apoyo posible en el cerro redondo. Sus coordenadas UTM son 6.767.008 norte y 367.731 este.
- **Alternativa 2:** Este sitio corresponde al estudiado por Hans Niemeyer y corresponde la misma angostura y se localiza en las coordenadas UTM 6.767.498 norte y 367.549 este, el cual se ubica aproximadamente a 500 m aguas arriba de la confluencia de la quebrada La Plata.
- **Alternativa 3.** Se ubica en la misma angostura, sobre el río El Carmen, inmediatamente aguas arriba de su confluencia con la quebrada de La Plata en las coordenadas UTM 6.767.815 norte y 367.927 este.

La Figura 3.6.2-1 muestra la ubicación de las 3 Alternativas

### FIGURA 3.6.2-1 UBICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE EMBALSE SELECCIONADAS



Fuente: Elaboración propia y Google Earth

#### 3.6.3. Alternativa Seleccionada

La selección de la Alternativa definitiva se efectuó durante la Etapa 2 del proyecto luego de realizar un completo análisis comparativo, el cual incluyó los criterios técnicos, económicos y ambientales mencionados en el apartado 3.6.1. Los criterios ambientales usados dentro del análisis fueron aportados por el EAA en su primer informe de avance, a través de una jerarquización ambiental de las alternativas expresadas por el Índice de Riesgo Ecológico propuesto.

Los resultados de la jerarquización ambiental arrojaron diferencias muy sutiles entre las alternativas, dado principalmente por la cercanía entre ellas. Dicha jerarquización ambiental propuso a la Alternativa 1 en primer lugar, seguida de la 2 y la 3 con igual nivel de preferencia entre ellas.

Todo el detalle del análisis ambiental de alternativas se encuentra en el Primer Informe de Avance del EAA (disponible en forma electrónica como Anexo EAA-2).

Finalmente, el sitio seleccionado fue el de la **Alternativa 1**, luego de lo cual todo el proyecto, incluyendo el EAA, enfocó sus esfuerzos en la opción escogida. Es por este motivo que, tanto el Segundo Informe de Avance del EAA, como este Informe Final sólo ahondan en el análisis del sitio escogido y no en todas las Alternativas.

### 3.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

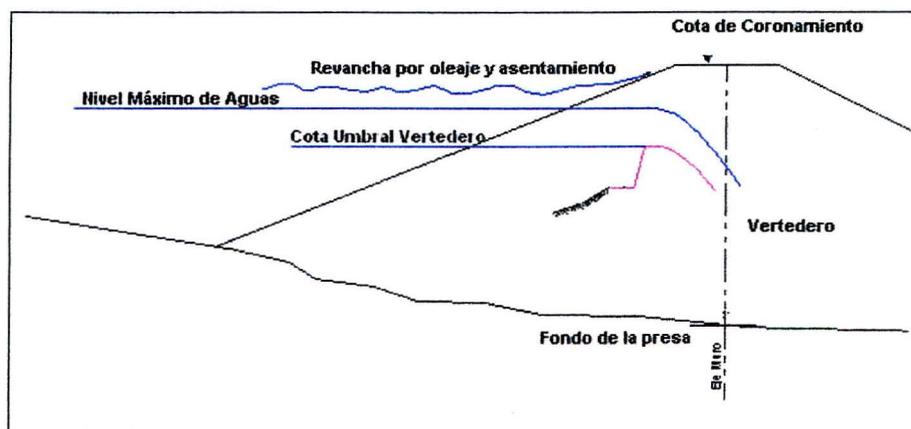
En este apartado se mencionan y describen brevemente el tipo de obras involucradas en el presente proyecto.

#### 3.7.1. Presa de Hormigón Rodillado

De acuerdo a las características que presenta la garganta en donde se planea construir la presa, resulta viable construir una presa RCC de hormigón macizo, cuya principal ventaja respecto a otras alternativas es su capacidad de permitir que en eventuales crecidas estas sobrepasen la cota de coronamiento sin verse afectada su estructura. El volumen total de la presa sería de aproximadamente  $51.460 \text{ m}^3$  y el muro tendría una longitud de 145 m.

La altura de la presa debe asegurar el almacenamiento del volumen de agua necesario, asumiendo que existe sedimentación en su cubeta, y que evite que el nivel de agua fluya sobre el muro durante una crecida de período de retorno de 1,000 años. En la Figura 3.7.1-1 se esquematizan las principales variables involucradas en la determinación de la cota de coronamiento.

**FIGURA 3.7.1-1  
ESQUEMA MURO EMBALSE**



Fuente: Elaboración propia



A partir de lo anterior, por sobre la cota del nivel de aguas máximas eventuales, se debe considerar los efectos del oleaje y el asentamiento del muro, los que se engloban como una revancha del muro. En adición a ello, se considera una revancha adicional como factor de seguridad.

### **3.7.2. Evacuador de Crecidas**

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

La obra de evacuación de crecidas está compuesta por un vertedero, un rápido de descarga y dissipador de energía. En los Planos EVA-05 y EVA -06 (Informe de Ingeniería) se muestra el detalle las obras de evacuación de crecidas.

### **3.7.3. Túnel de Desvío**

Se considera un túnel de desvío por el muro de hormigón armado como canal cajón al costado del río, que una vez terminada la presa, se taponeará. Tendrá un ancho de escurrimiento de 3,0 m por 3,0 m de altura, revestido en hormigón con un espesor de 0,30 metros. El detalle de las dimensiones de la obra de desvío se presenta en plano N° 7 EVA-06 (Informe de Ingeniería).

### **3.7.4. Obra de Entrega**

Consiste en una tubería que se proyecta paralela al túnel de desvío, el largo total de la tubería sería de 80 m y varía directamente proporcional al largo del túnel de desvío, culminando en una sala de válvulas donde se regularán las entregas.

### **3.7.5. Minicentral Hidroeléctrica**

El prediseño de las obras de embalse incorpora las obras necesarias para la instalación de una Mini Central Hidroeléctrica (MCH). El prediseño de la central fue realizado considerando los resultados del estudio operacional del embalse. La alternativa de central a adoptar, se ubica a 1,1 km aguas abajo del pie de la presa.

## **4. DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL AMBIENTAL APLICABLE**

El presente marco legal analiza la normativa ambiental general y específica aplicable al proyecto. Estas normas se asocian a las obras y acciones que se definen para el proyecto, de forma que, previo a la implementación de las obras de construcción del embalse



de cabecera para el río El Carmen, se conozcan los aspectos específicos que esta normativa conlleve, para el desarrollo futuro de las mismas.

#### **4.1.        NORMATIVA AMBIENTAL GENERAL<sup>1</sup>**

##### **4.1.1.     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).

##### **4.1.2.     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

---

<sup>1</sup> La normativa ambiental de carácter específica se puede ver en el Anexo EAA-1



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.

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

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

#### **4.1.3. DS N° 95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental**

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

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

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

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

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

#### **4.2. ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA**

El análisis de pertinencia de ingreso al SEIA del "Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Riego Río El Carmen, Región de Atacama", que se presenta a continuación, corresponde a un análisis de tipo jurídico, en el cual se revisa lo estipulado en la Ley N° 19.300 y sus Modificaciones (Ley 20.417), y el Reglamento del Sistema de Evaluación de



Impacto Ambiental (SEIA), DS MINSEGPRES N° 30/97 y sus modificaciones, contenidas en el DS MINSEGPRES N° 95/02 y en el DS MINSEGPRES 122/08.

#### 4.2.1. Análisis de Legislación Pertinente

##### 4.2.1.1. Ley N° 19.300 y Modificaciones (Ley 20.417) Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

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

“Art. 10. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes:”

*“a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas”;*

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

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

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

##### 4.2.1.2. D.S. 30/97 y sus modificaciones en D.S. 95/02 y D.S. 122/08, ambos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Reglamento del SEIA)

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

*Artículo 3: “Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Servicio de Evaluación Ambiental, son los siguientes:*



a) *Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas”.*

*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 (50.000m<sup>3</sup>)”*

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

#### **4.2.2. Conclusiones del Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA**

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 la alternativa propuesta genera impactos ambientales relevantes y que determinan el modo de ingreso como un EIA de acuerdo al Artículo 11 de la Ley 19.300, sus modificaciones (Ley 20.417) y sus especificaciones en el Artículo 6 (letras m y p) del Reglamento del SEIA. Aquellos impactos significativos y relevantes que determinan el ingreso vía EIA se explican a continuación (la totalidad de impactos identificados se



encuentran identificados y analizados con mayor detalle en los apartados 6 y 7 del presente informe):

- Alteración y/o destrucción del hábitat de fauna terrestre con problemas de conservación.
- Alteración de hábitat de Pejerrey chileno (especie en peligro de extinción) por alteración/reducción de caudal en zona aguas abajo del muro, así como de otras especies de flora y fauna acuática.
- Alteración del ecosistema correspondiente al sitio prioritario de Biodiversidad "Río Huasco", ya sea por la inundación como por la alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río (el sitio prioritario abarca el cauce del Río El Carmen en todo su recorrido hasta aguas arriba de las Alternativas de embalse).
- Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río

## 5. EXPLICACIÓN METODOLOGÍA GENERAL DEL EAA

La evaluación y valoración de impactos fue llevada a cabo mediante la integración de distintos criterios, entre los cuales se incluye aquellos referidos a las actividades propiamente tal y otros referidos a la sensibilidad ambiental.

La metodología se llevó a cabo mediante la ejecución de 4 pasos, los cuales se explican a continuación.

### 5.1. PASO 1: EVALUACIÓN DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Este análisis consiste en definir cada uno de los componentes ambientales a partir de la caracterización del área de influencia, según los atributos de Vulnerabilidad e Importancia Ecológica, que se explican a continuación.

- **Determinación de Importancia Ecológica.** La importancia ecológica de los componentes ambientales se evaluará a través de las funciones ecológicas, riqueza de especies, endemismo, problemas de conservación, zonas protegidas, entre otras. Para aquellos componentes en que no sea aplicable este concepto (ej.: medio construido) simplemente se omitirá la evaluación en ese caso.



- **Determinación de la Vulnerabilidad.** La Vulnerabilidad es la susceptibilidad de un determinado componente a sufrir efectos adversos y/o su capacidad de recuperarse frente a una determinada intervención o absorber exitosamente un impacto (ej. la especie "X" es más vulnerables que la especie "Y" ante determinado impacto).

En cada componente se asigna una categoría de "Importancia Ecológica" y de "Vulnerabilidad" 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".

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

## 5.2. PASO 2: IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES

De acuerdo a las características de la obra en estudio, y la alternativa de embalse planteada, se identifican y describen aquellos impactos potenciales en cada componente ambiental. En una primera instancia se identifican las obras y actividades del proyecto susceptibles a causar impactos en las etapas de construcción y operación, así como también se describen los componentes afectados y los potenciales impactos sobre estos componentes.

## 5.3. PASO 3: EVALUACIÓN PARCIAL DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES

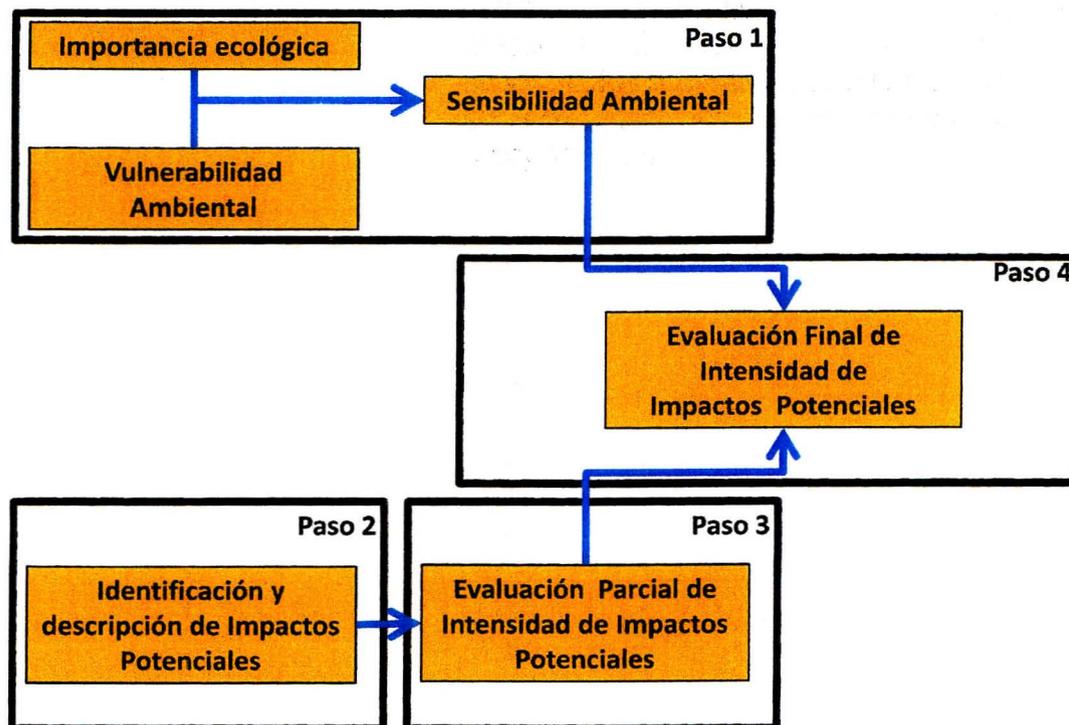
La valoración de la intensidad de impactos ambientales se realiza en función de un conjunto de criterios (cualidades o características), los cuales hacen relación con la probabilidad de ocurrencia, extensión geográfica, alteración, duración y reversibilidad. La intensidad parcial del impacto está dada por el promedio aritmético de los 5 criterios anteriormente mencionados. La escala de valoración es una escala numérica de valores continuos del 1 al 5, donde "1" quiere decir "Muy Bajo" (refiriéndose a la intensidad de impacto) y "5" quiere decir "Muy Alto". Posteriormente, dentro de cada componente, se calcula un promedio aritmético de la "Intensidad de impactos" obteniendo un valor (entre 1 y 5) por cada componente ambiental.

#### 5.4. PASO 4: EVALUACIÓN FINAL DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES

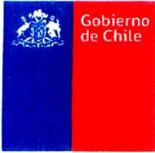
Esta evaluación final es el resultado del promedio aritmético entre la “Sensibilidad Ambiental” y la “Intensidad de Impactos Potenciales”. Dicho cálculo se realiza por cada componente ambiental afectado. Por ejemplo, una zona cuya Sensibilidad obtuvo un valor “Muy alto” y que a la vez posee una Intensidad de Impactos Potenciales “Muy Alta”, tendrá como resultante una evaluación final de impacto “Muy Alto”. Esto se explica ya que en dicho ejemplo se estaría planificando la ubicación de una obra altamente agresiva para el medio ambiente en una zona cuya sensibilidad también es muy alta (existen especies en peligro o ecosistemas de alto valor). Ello indica que el efecto sobre el medio ambiente sería más perjudicial que si la misma obra fuera planeada en una zona de baja sensibilidad ambiental.

La Figura 5.4-1 muestra un esquema resumen del método recién explicado.

**FIGURA 5.4-1**  
**ESQUEMA EMPLEADO PARA LA EVALUACIÓN FINAL DE IMPACTOS AMBIENTALES**



Fuente: Elaboración propia



## 6. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

### 6.1. MEDIO FÍSICO

#### 6.1.1. Climas

##### 6.1.1.1. Antecedentes Generales

En el presente apartado se describe la componente climática y su área de influencia. Ésta ha sido descrita a partir de antecedentes secundarios, a través de estudios regionales de carácter general, destacando el hecho de que este componente no se ve afectado por el proyecto.

##### 6.1.1.2. Área de Influencia

Si bien el clima no se ve afectado por la obra, su área de influencia se define con el propósito de conocer cómo el clima podría afectar al proyecto. En este sentido el área de influencia directa corresponde a toda la cuenca del río El Carmen. No se define área de influencia indirecta para este caso.

##### 6.1.1.3. Metodología

El componente climático ha sido descrito desde una escala general mediante una revisión bibliográfica de las fuentes descritas a continuación.

- **Mapa Agroclimático de Chile, INIA, 1989.** En este estudio entrega información general respecto de los Climas y Agroclimas presentes en todo el país. Corresponde a uno del estudio ampliamente divulgado y citado en la descripción de los climas.
- **Actualización y Análisis de los Recursos Naturales, Todo el País, Etapa 1, Clima. III Región, Distritos Agroclimáticos. CIREN (1993).** En este estudio se detalla información promedio mensual de temperaturas máximas medias y mínimas, humedad relativa, radiación solar, evapotranspiración potencial, heladas, horas frío acumuladas, días grado acumulados, precipitación, etc. Esta información fue usada principalmente en la descripción de las características agroclimáticas del área de estudio.

#### 6.1.1.4. Resultados

Según INIA (1989), el área de estudio se encuentra inserta en una ecorregión dominada por un “Clima Desértico de Altura” que se extiende desde la frontera con Perú hasta el norte de Coquimbo.

En comparación con la zona central del país, el Valle del Huasco (28 ° 30' Lat. Sur), dispone de una mayor radiación que permite disponer de mayores temperaturas diarias durante todo el año. Es más, en invierno, muchos lugares del Valle registran temperaturas adecuadas para el desarrollo al aire libre de cultivos de primavera-verano, por lo que sin restricciones de oferta de agua para riego, se pueden lograr producciones de primores en cultivos frutícolas y hortalizas.

En base a CIREN (1993) se pueden identificar dos distritos agroclimáticos. El primero de ellos ubicado en la posición media a baja del área de estudio, se denomina “Distrito 3-11: El Carmen-El Tránsito” y el segundo ubicado aguas arriba del anterior, denominado “Distrito 3-04: Potrerillos-Manflas”. En la Figura 6.1.1.4-1 se presentan los distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio. El Cuadro 6.1.1.4-1 presenta los promedios anuales de las principales variables representativas de los climas del valle.

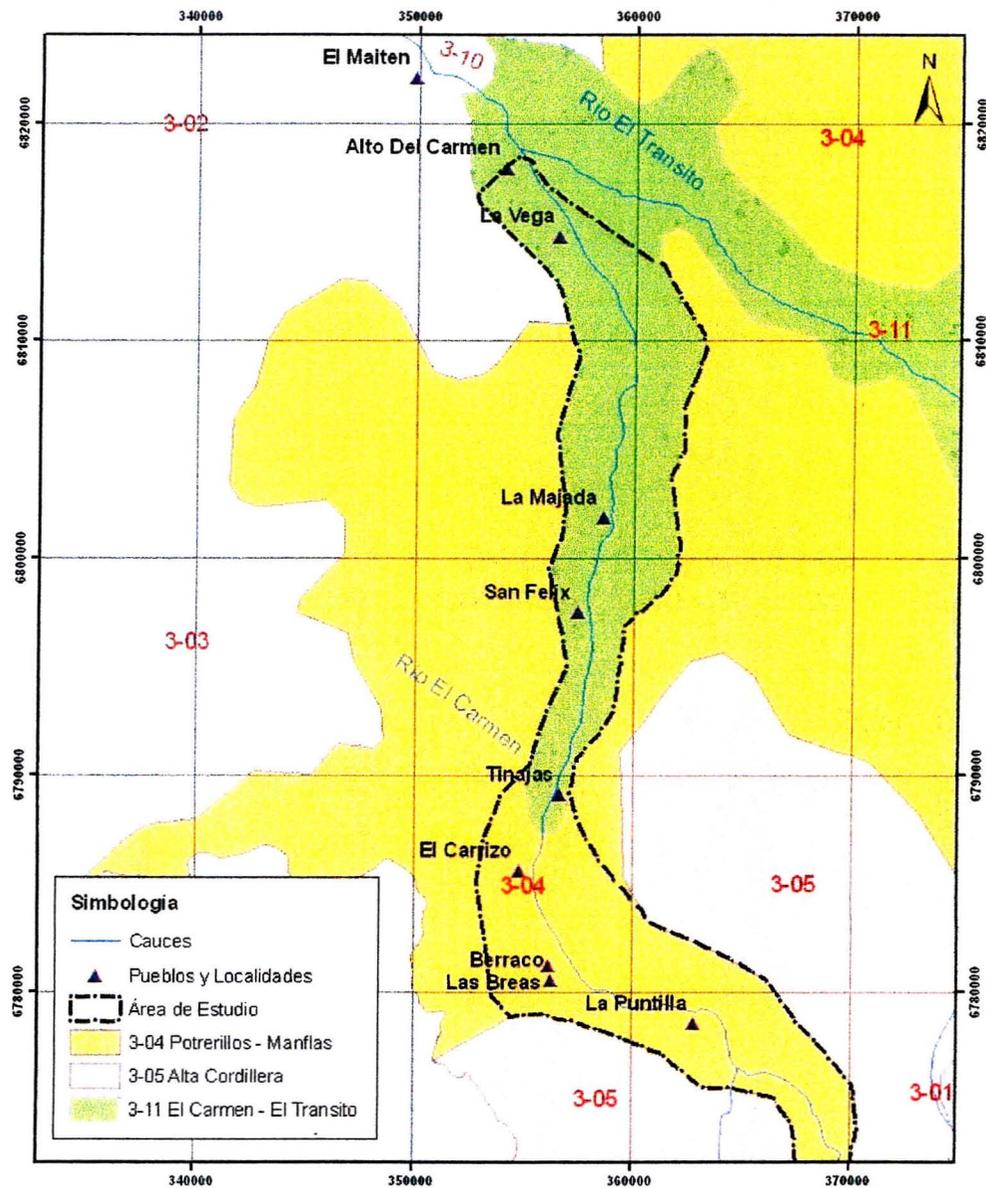
**CUADRO 6.1.1.4-1  
MEDIAS ANUALES DE VARIABLES AGROCLIMÁTICAS**

Parámetro Agroclimático	Distrito 3-11	Distrito 3-04
Temperatura Máxima Media (°C)	26,7	21,1
Temperatura Mínima Media (°C)	10,4	7,4
Temperatura Media Prom. (°C)	17,7	13,6
Humedad Relativa Media (%)	47	39
Radiación Solar Directa (Ly/día)	471	469
Evapotranspiración P. Total (mm)	1.613,90	1.533,00
Precipitación Total (mm)	65	48

Fuente: CIREN, 1993.

(\*) Evapotranspiración y precipitación valores acumulados

**FIGURA 6.1.1.4-1**  
**AGROCLIMAS PRESENTES EN VALLE DE RÍO EL CARMEN**



**Fuente:** Actualización y Análisis de los Recursos Naturales, Etapa 1,  
Clima. III Región (CIREN 1993)



#### 6.1.1.5. Conclusiones

El proyecto no tendría impactos sobre el clima, por lo que no se analiza con fines de definir su sensibilidad.

#### 6.1.2. Calidad del Aire

##### 6.1.2.1. Antecedentes Generales

La calidad del aire afecta tanto a poblaciones humanas como animales y vegetales. El desarrollo de un proyecto de estas características puede ocasionar pérdida temporal en la calidad de este componente por motivo de las emisiones que conlleven las actividades de transporte de materiales y circulación de vehículos en la etapa de construcción. Este componente se describe en función de las concentraciones de material particulado PM-10.

##### 6.1.2.2. Área de Influencia

El área influencia directa corresponde a la zona de emplazamiento de la obra (muro) y su zona de empréstito (ubicada en la zona de inundación), mientras que la indirecta la forman las vías que comuniquen dichos sectores con los centros poblados (Alto del Carmen y Vallenar principalmente).

##### 6.1.2.3. Metodología

El componente calidad de aire ha sido descrito mediante una revisión bibliográfica de la fuente descrita a continuación.

- **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Pascua-Lama (Compañía Minera Nevada-Barrick Gold, y Arcadis Geotécnica, 2004).** El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue aprobado en Chile a mediados de febrero de 2006. En mayo de 2009 la empresa Barrick anunció el inicio del proyecto. Dicho estudio contiene información de carácter ambiental levantada para la realización de su línea base en distintos componentes ambientales incluyendo la calidad de aire.

##### 6.1.2.4. Resultados

Las características de la calidad del aire están sujetas a la influencia de dos factores fundamentales: las emisiones y la ventilación. Las principales actividades que generan emisiones de material particulado en el área de influencia del proyecto corresponden al tránsito vehicular por caminos de tierra, mientras que la ventilación del área



se ve principalmente influenciada por la topografía del lugar. Los ambientes de valles cordilleranos, en general presentan gran ventilación debido a la circulación diaria de vientos valle-montaña y montaña-valle, característica que hace improbable la generación de condiciones de calma atmosférica con el consiguiente desarrollo de inversiones térmicas.

La presente descripción de calidad del aire se basa en los resultados obtenidos en monitoreos efectuados en el año 1994 por la Compañía Minera Nevada y en observaciones realizadas en 1999 en la localidad La Majada, por un periodo de 15 días, bajo el marco del EIA del proyecto Pascua-Lama. La localidad de La Majada (localidad ubicada al interior del valle de estudio de la presente consultoría) fue seleccionada debido a que el transporte de insumos y productos desde y hacia el área del proyecto, pasaría por esta localidad.

Los resultados obtenidos en las mediciones se presentan en el Cuadro 6.1.2.4-1 y muestran las concentraciones MP-10 promedio en  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$ , con valores extremos de 107 y  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$ . El material particulado registrado obedece principalmente al polvo que se levanta ya sea por efecto del viento o asociado al tránsito vehicular por el camino de acceso.

**CUADRO 6.1.2.4-1**  
**CONCENTRACIONES DE MP-10 EN LA LOCALIDAD LA MAJADA**

Campaña (N°)	Fecha	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$
1	27-oct-1999	75
2	29-oct-1999	63
3	31-oct-1999	25
4	2-nov-1999	48
5	4-nov-1999	61
6	6-nov-1999	107
7	8-nov-1999	6
<b>Promedio</b>		<b>55</b>
<b>Máximo</b>		<b>107</b>
<b>Mínimo</b>		<b>6</b>
<b>Norma</b>		<b><math>150 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}</math></b>

**Fuente:** Arcadis Geotécnica, 2004 (EIA Proyecto Pascua Lama)

De acuerdo a los resultados anteriormente señalados, puede concluirse que producto de la circulación de vehículos por caminos de tierra se pueden registrar concentraciones de MP-10 altas que sobrepasan incluso las  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$ .

Los resultados anteriores representan la condición del camino de acceso al área del proyecto al momento de elaborarse el EIA original en el año 2000. Dicha condición ha



cambiado y mejorado recientemente producto de la pavimentación de la ruta C-489 hasta la localidad de El Corral.

#### 6.1.2.5. Conclusiones

La Importancia Ecológica de la calidad del aire adquiere una categoría de “Alta” (valor 4), ya que es vital para la existencia de sistemas biológicos y humanos. Por su parte la vulnerabilidad del componente es “Baja” (valor 2) ya que es un valle abierto y de buena ventilación, con concentraciones promedio muy por debajo de la norma, con una alta posibilidad de absorber impactos. Dado lo anterior la, Sensibilidad adquiere una categoría de “Media” (valor 3).

#### 6.1.3. Ruido y Vibraciones

##### 6.1.3.1. Antecedentes Generales

La presencia de ruido provocado por fuentes artificiales constituye un importante impacto durante la construcción de todo tipo de obra de gran envergadura. El transporte de materiales, la circulación de vehículos, el ruido de las máquinas (entre otras fuentes), pueden llegar a afectar la calidad de vida de los habitantes ubicados en el área de influencia así como la de las comunidades bióticas. La variable que define los niveles de ruido más comúnmente usada corresponde al nivel de presión sonora, medida en decibeles. A continuación se describe el componente “ruido y vibraciones”.

##### 6.1.3.2. Área de Influencia

El área influencia directa corresponde a la zona de emplazamiento de la obra (muro) y su zona de empréstito (ubicada en la zona de inundación), mientras que la indirecta la forman las vías que comuniquen dichos sectores con los centros poblados (Alto del Carmen y Vallenar principalmente).

##### 6.1.3.3. Metodología

El componente ruido y vibraciones ha sido descrito mediante revisión bibliográfica de la fuente descrita a continuación.

- **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Pascua-Lama (Compañía Minera Nevada de Barrick Gold, y Arcadis Geotécnica, 2004).** El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue aprobado en Chile a mediados de febrero de 2006. En mayo de 2009 la empresa Barrick anunció el inicio del proyecto. Dicho estudio contiene información de carácter ambiental



levantada para la realización de su línea base en distintos componentes ambientales incluyendo ruido y vibraciones.

#### 6.1.3.4. Resultados

Respecto de las componentes Ruido y Vibraciones, existen mediciones de ruido realizados para el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Pascua-Lama por la empresa Arcadis Geotécnica, en las áreas donde existen zonas pobladas cercanas al proyecto, específicamente en las localidades de Alto del Carmen, La Majada, Las Breas y El Corral, todas localidades ubicadas al interior del valle de estudio de la presente consultoría.

En el monitoreo de ruido se midieron los siguientes parámetros:

- Nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq) en dB(A)
- Clima de ruido en dB(A)
- Niveles percentiles (Ln), en dB(A)

Las mediciones se efectuaron de acuerdo al D.S N° 146, a la Norma Chilena N° 1619 y a lo indicado por la normativa de referencia de la Confederación Suiza 814.41, los días 19 y 20 de Octubre del 1999. Durante la campaña se observó que las principales fuentes emisoras de ruidos corresponden a los vehículos pesados que circulan por la vía de acceso al proyecto (Ruta C-489), no existiendo aportes significativos de fuentes fijas cercanas a los puntos de medición.

En los Cuadros 6.1.3.4-1 y 6.1.3.4-2 se presentan los resultados de los parámetros medidos, registrados tanto en horario diurno como nocturno.

**CUADRO 6.1.3.4-1**  
**NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN DB(A) LENTO (HORARIO DIURNO)**

Ubicación (Localidad)	Leq	L mín.	Lmáx.
Alto del Carmen	44,3	32,9	59,2
La Majada	45,6	36,4	66,2
Las Breas	48,9	31,3	75,4
El Corral	42,5	39,1	52,8

**Fuente:** Arcadis Geotécnica, 2004 (EIA Proyecto Pascua Lama)



### CUADRO 6.1.3.4-2 NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN DB(A) LENTO (HORARIO NOCTURNO)

Ubicación (Localidad)	Leq	L mín.	Lmáx.
Alto del Carmen	42,3	34,1	64,2
La Majada	41,7	37,1	52,5
Las Breas	40,6	34,5	57,3
El Corral	41,8	36,2	48,4

**Fuente:** Arcadis Geotécnica, 2004 (EIA Proyecto Pascua Lama)

Los niveles de presión sonora continuo medidos durante la jornada diurna muestran que el ruido diurno en la zona rural varía entre los 42,5 dB(A) y los 48,9 dB(a). El clima de ruido obtenido varió entre 31,3 y 75,4 dB(A), representando los mayores valores situaciones como paso de camiones, etc. Los niveles de presión sonora continuo variaron entre 40,6 y 42,3 dB(A) durante la jornada nocturna. Se Observa una disminución de 3 a 4 dB(A) en los niveles medidos en este horario respecto a los diurnos. Los niveles máximos y mínimos medidos fluctuaron entre 34,1 y 64,2 dB(A).

#### 6.1.3.5. Conclusiones

Como componente se le reconoce una importancia ecológica a la ausencia de ruido y vibraciones, cuya presencia es perjudicial para la existencia saludable de sistemas biológicos y humanos. Se valora con una importancia ecológica "Baja" (valor 2).

La vulnerabilidad del componente es "Baja" (valor 2) ya que es un valle abierto con posibilidades de absorber impactos. Dado lo anterior la Sensibilidad Ambiental resultante adquiere categoría "Baja" (valor 2).

#### 6.1.4. Geología y Geomorfología

##### 6.1.4.1. Antecedentes Generales

Geología y geomorfología condicionan la estabilidad física de las obras, razón por la cual deben ser descritos y estudiados. Pueden convertirse en un factor limitante al momento de estudiar la factibilidad técnica del emplazamiento. Del mismo modo, el impacto sobre estos componentes puede activar procesos de remoción en masa o de inestabilidad que pondrían en peligro el éxito de las obras y la seguridad de la población.



#### **6.1.4.2. Área de Influencia**

El área de influencia directa corresponde a la zona de emplazamiento de la obra, la zona de inundación y la zona de empréstito (ubicada en la zona de inundación). No se contempla un área de influencia indirecta en este caso.

#### **6.1.4.3. Metodología**

El estudio Geológico y Geomorfológico ha sido descrito mediante una campaña de terreno a cargo del el Geólogo Arturo Hausser durante los días 25 y 26 de enero 2011. En el presente apartado se exponen los principales resultados de este análisis, mientras que el informe geológico completo se encuentra disponible en el estudio de Ingeniería de la presente consultoría (Volumen 1).

#### **6.1.4.4. Resultados**

El muro se ubica en el fondo de un sinuoso, profundo y estrecho segmento de 1.000 m del valle del río El Carmen correspondiente al sector conocido como Angostura. El segmento aguas arriba del valle, se inicia en el sector conocido como La Playa, mientras que el de aguas abajo, coincide con la zona de confluencia con la quebrada de La Plata.

El objetivo general de este análisis, para el estudio de ingeniería, fue precisar las condiciones geotécnicas y de riesgos geológicos de los terrenos comprometidos en el proyecto, hasta lograr, de modo confiable, la información básica requerida para una evaluación de factibilidad física avanzada y para la elección definitiva de las disposiciones de obras mas óptimas o recomendables, finales, en lo referente a: sitios para el emplazamiento de los muros, túneles de desviación y estructura del vertedero de descarga, acompañado de un reconocimiento de materiales de empréstito para la construcción del muro del embalse.

#### **Estructura Local**

En el segmento de 1.000 m de largo del valle del río El Carmen, conocido como Angostura, las rocas graníticas que participan del modelado local, se observan recorridas por una importante y compleja red de fracturamiento, producto de enfriamiento y/o actividad tectónica, genéticamente, vinculada a dominios principales de fallas regionales; se asume que habrían controlado, el patrón de drenaje local.

El señalado modelo está representado por elementos rectilíneos de gran "corrida" o largo, en el rango máximo observable de 250 a 300 m y medio de 40 a 50 m, con inclinaciones dominantes de gran ángulo, verticales a subverticales.



En general, los planos de las fracturas desarrollan escasas aristas con endentamientos, por tanto poco friccionantes, exhibiendo escasas pátinas de óxido de hierro y/o calcita.

A nivel superficial, las fracturas se presentan de acuerdo a separaciones en el rango de 0,4 a 0,6 m, con escaso relleno de material detrítico y milonitizado, bastante compacto; su presencia admite ser atribuida a leves desplazamientos, situación que les otorgaría el carácter de verdaderas fallas.

En el sector de Angostura, los empinados macizos rocosos de tipo granítico que participan del valle del Carmen, destaca un padrón de fracturas verticales, con rumbos preferenciales subparalelos a sus laderas, situación que, genéticamente, admite ser atribuida a procesos de relajación de tensiones residuales, ("side valley stress relief") inducidas por persistentes y prolongados mecanismos de desconfinamiento, por intensa actividad erosiva de tipo fluvial. De acuerdo a ello, los rumbos dominantes corresponden a: N-S a N 25 a 30° E u O.

Sistemas secundarios de fracturamiento incluyen elementos rectilíneos, subhorizontales, que les otorgan a los macizos rocosos granítico una singular apariencia "seudoestratificada".

En la zona objeto del estudio, la interacción espacial entre los dos señalados sistemas dominantes de fracturamiento, determinan el desarrollo de bloques rocosos con diferentes tamaños y formas, con predominio de tipos polihedrales y equidimensionales.

Importa consignar que, en zonas donde el valle del río El Carmen presenta laderas de fuerte empinamiento local, la presencia de planos de fracturamiento con inclinaciones ladera afuera, superiores a los 40 a 45°, crea condiciones de equilibrio crítico, favorables al desarrollo de desprendimientos (caída libre) o deslizamientos (laminares o "corrimientos"), de importantes volúmenes de bloques rocosos; en la medida del avance ladera abajo, producto de trituración por impacto, desarrollan extensos y activos conos de deyección y/o mantos de depósitos de escombreras.

La revisión de imágenes satelitales de la zona objeto del estudio, permitió identificar y delimitar la presencia de algunas claras expresiones morfológicas, atribuibles a estructuras del tipo fallas. Mayoritariamente, se concentran en torno a la parte más alta de ambas laderas del valle del río El Carmen donde, en apariencia, controlarían el desarrollo de bien desarrolladas cornisas o paredes con fuerte empinamiento (verdaderos "farellones").

Las fallas documentadas presentan rumbos preferenciales N 40 a 45° E u O, con actitud vertical a subvertical, sin desplazamiento observable. Se estima que la actividad tectónica habría cesado a partir del Terciario superior, (60 a 65 millones de años); de



acuerdo a ello, dichas estructuras podrían considerarse inactivas durante el Cuaternario (últimos 1.8 a 2,2 millones de años antes del presente), con bajo a nulo riesgo de desarrollar activamientos durante la vida útil del proyecto.

## **Riesgos Geológicos**

### ***Consideraciones Conceptuales***

El concepto riesgo geológico debe ser entendido como: *... "todo proceso, situación o suceso, en el medio geológico natural, inducida o mixto, que puede generar un daño económico o social para alguna comunidad, y en cuya predicción, prevención o corrección han de emplearse criterios geológicos..."*<sup>2</sup>. Para cada uno de los riesgos identificados se analizan sus características, causas, efectos y probabilidad cualitativa de ocurrencia.

### ***Diagnóstico de Riesgos Geológicos***

Atendido el área sometida al estudio, la presente evaluación se ha centrado en los riesgos impuestos por los siguientes procesos geológicos: volcánicos, remociones en masa, sísmicos, reactivación de fallas.

Ello significa que los fenómenos o procesos geológicos que puedan ocurrir en el futuro, es probable que comprometan terrenos geológicamente afines, gatillados por los mismos mecanismos y con similares magnitudes (volúmenes) que aquellos ocurridos en el pasado.

El tratamiento del riesgo geológico en la zona andina de la Tercera Región, permite establecer que los procesos geológicos naturales que con mayor frecuencia podrían afectar la vida, seguridad, salud y bienes de las personas y comunidades, corresponderían a aquellos vinculados a procesos de remociones en masa (actividad sísmica y volcánica). De acuerdo a ello, y en el marco de los intereses del presente estudio, cada uno de ellos será objeto de un breve un análisis pormenorizado:

#### **a) Remociones en Masa**

A lo largo de ambas empinadas laderas graníticas del estrecho y profundo valle del río El Carmen, (segmento conocido como Angostura), concordante con los terrenos comprometidos con el emplazamiento de las obras de las tres alternativas vigentes de muros, los reconocimientos asociados permitieron la identificación, delimitación y caracterización de voluminosos acopios de materiales fragmentarios genéticamente

---

<sup>2</sup> Ayala-Carcedo, p. 5, 1987



asociados a remociones en masa, enmarcados en las tipologías de: avalanchas, deslizamientos y deslizamientos de rocas; “corrimientos” o “derrames” de escombreras de laderas de cerro o conos de deyección y flujos aluviales detríticos.

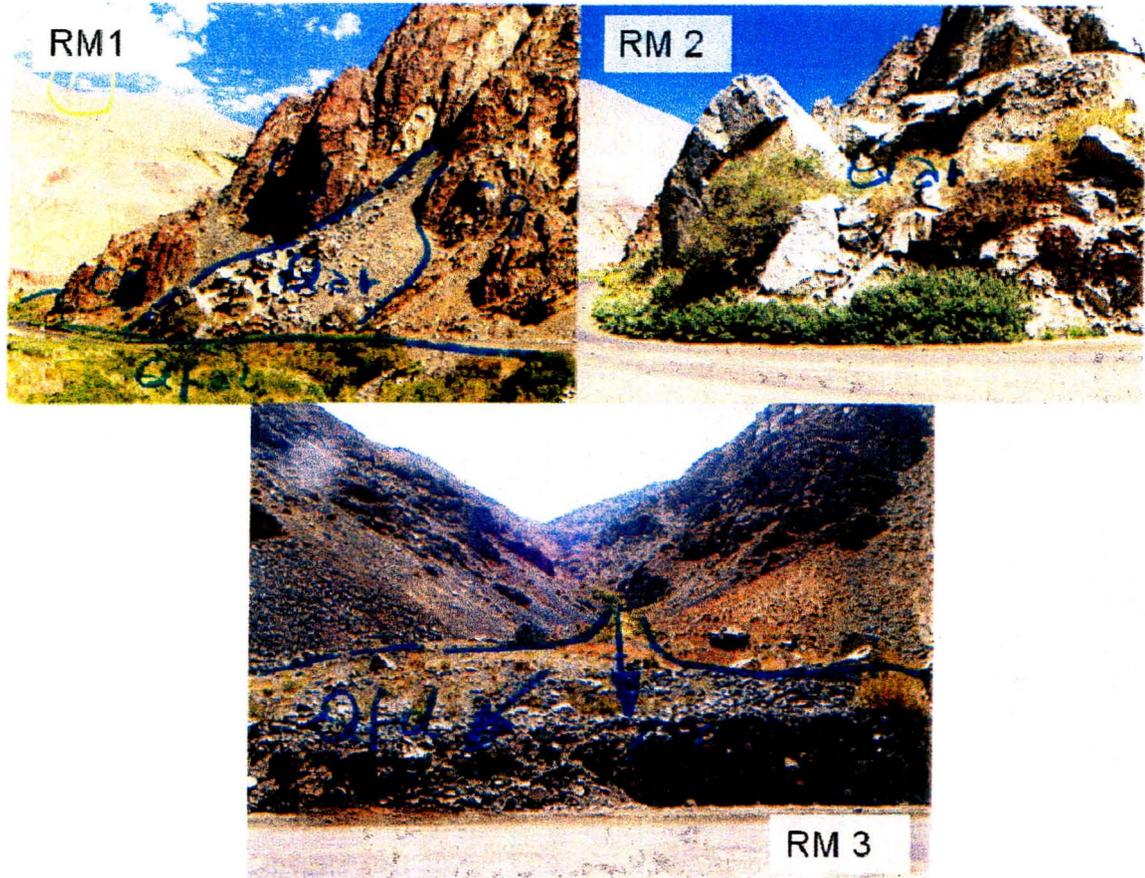
Los procesos de avalanchas de rocas, se concentran en un punto situado inmediatamente aguas abajo del apoyo izquierdo del Muro, (Ver Figura 6.1.4-2-1 RM 1 y RM 2). Se trataría de un episodio ocurrido entre los años 2000 y 2005, activado por solicitaciones sísmicas.

Los flujos aluviales detríticos se focalizan, principalmente, a lo largo del eje de la quebrada Angostura, Qfd, (Ver Figura 6.1.4.4-1 RM3). Registros testimoniales de lugareños con larga data de residencia en el sector, señalan que los mayores episodios aluviales de la señalada quebrada, habrían ocurrido durante la temporada invernal de los años 1922, 1957 y 1987, gatillados por ciclos pluviales de intensidad extrema. En todos los casos, los voluminosos derrames detríticos al alcanzar tanto las primitivas huellas “troperas”, como la plataforma del actual camino C-489, provocaron graves interrupciones en las vías para acceder desde Vallenar hacia las cabeceras del valle del río El Carmen.

Finalmente, importa consignar que, en el sector de Angostura, donde el valle del río El Carmen configura una profunda y estrecha “garganta”, provista de empinadas laderas rocosas de tipo granítico, los altos niveles de fracturamiento local, favorecen el permanente desarrollo de activos derrames o flujos detríticos; se expresan en discontinuas coberturas detríticas que, con variados espesores, enmantan las rocas del basamento local, Qe, en Plano 5. En todos los casos, los mecanismos desencadenantes corresponden a lluvias de gran intensidad.

De las consideraciones que anteceden, se concluye que las RM descritas, continuarán desarrollándose en el sector de Angostura, comprometiendo los mismos procesos, volúmenes, magnitudes, alcances y agentes desencadenantes, que aquellos episodios ocurridos en el pasado.

**FIGURA 6.1.4.4-1**  
**SECTOR DE ALTERNATIVAS DE MURO (ANGOSTURA)**



Fuente: Elaboración propia a partir de Hausser 2011

### **b) Riesgos Volcánicos**

En Chile, contrariamente a lo que ocurre a lo largo de gran parte de la Cordillera de Los Andes, el territorio de la Tercera Región carece de activos centros volcánicos.

Por el norte, el centro volcánico activo más cercano se ubica a 567 km de distancia, correspondiente al volcán Socompa (6.050 m.s.n.m.), mientras que por el sur el volcán más cercano se ubica a 463 km, correspondiente al volcán Tupungato (6.560 m.s.n.m.).



De acuerdo a ello, los terrenos comprometidos en el estudio, se encuentran exentos del riesgo directo por erupciones volcánicas, impuestos por derrames asociados a flujos lávicos o laháricos y caídas de materiales piroclásticos (bombas, lapilli y tefra o cenizas volcánicas).

### **c) Riesgo Sísmico**

El término riesgo sísmico debe ser entendido como las pérdidas esperadas que sufren las obras civiles o elementos expuestos a sus sollicitaciones, durante sus respectivas vidas útiles proyectadas.

A nivel regional, el entorno de la zona objeto del estudio ha experimentado en repetidas oportunidades movimientos sísmicos de moderada a baja magnitud, provocados por terremotos vinculados a activas zonas focales ubicadas en torno al borde litoral, en directa relación con mecanismos de subducción entre las placas de Nazca y Sudamericana.

De acuerdo a los antecedentes disponibles, se estima que los terrenos comprometidos en el emplazamiento de las obras del presente estudio, tendrían un riesgo sísmico moderado a bajo, para la ocurrencia de sismos violentos radicados en activos focos locales, (sismos intraplacas); sin perjuicio de que pueden repercutir en la zona, aunque con efectos notoriamente disminuidos por la distancia y efecto de atenuación, sismos de mayor violencia del tipo interplaca, radicados en activos focos litorales o submarinos.

Atendidas las consideraciones que anteceden y de acuerdo a la "Norma Chilena para el Diseño y Construcción de Obras Civiles, los terrenos comprometidos en el presente estudio, se ubicarían en la denominada "Zona Sísmica 1", correspondiéndole una aceleración de gravedad ( $g$ ) = 0,20  $g$ ; interesa consignar que la señalada normativa se aplica, exclusivamente, a sismos vinculados a mecanismos interplaca.

#### **6.1.4.5. Conclusiones**

La geomorfología condiciona el paisaje y la existencia de las comunidades bióticas. Se le asigna una importancia ecológica "Media" (valor 2) en términos de su relevancia para esta zona. Dada la presencia (en la zona de inundación) de procesos de remoción en masa de carácter normal, se asigna un valor de vulnerabilidad "Media" (valor 2). Por lo tanto la Sensibilidad Ambiental resultante adquiere categoría de "media" (valor 2).



## 6.1.5. Suelo y Uso de Suelo

### 6.1.5.1. Antecedentes Generales

El presente apartado describe al componente Suelo en lo que respecta a sus características generales desde el punto de vista de una eventual afectación a su aptitud agrícola o para otros usos y su uso actual. Generalmente este componente es analizado para evaluar impactos sobre su potencial de uso, en aquellos casos en que por ejemplo resulta intervenida o afectada alguna zona productiva en forma negativa o positiva.

### 6.1.5.2. Área de Influencia

El Área de influencia directa para el componente suelo corresponde a la zona de inundación, emplazamiento del muro y zona de empréstito, mientras que la indirecta vendría a ser la zona regada del valle del río El Carmen.

### 6.1.5.3. Metodología

La descripción de este componente estuvo basada en la revisión bibliográfica del estudio citado a continuación:

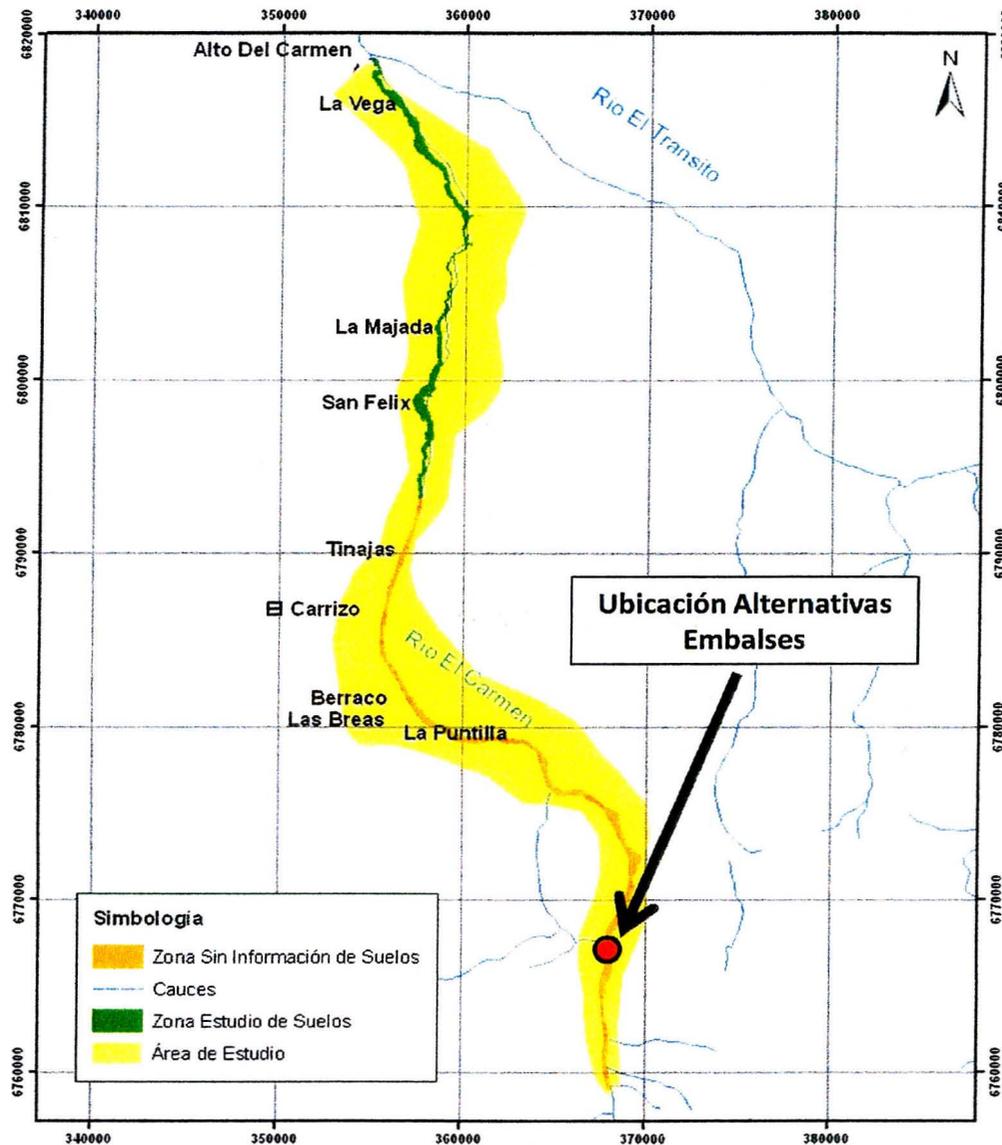
- **Estudio Agrológico de la Región de Atacama (CIREN, 2007).** La información de esta publicación corresponde a la actualización, complementación y homogeneización de los Estudios de Suelos realizados por diferentes instituciones en la Tercera Región, complementada con la Guía de Materiales y Símbolos. Los estudios utilizados en la actualización de la III Región son:
  - **Estudio de Suelos del Valle de Copiapó.** Realizado por el Servicio Agrícola y Ganadero en 1968.
  - **Estudio Agrológico del Valle del Huasco.** Realizado por CICA e HIDROCONSULT en 1980.

### 6.1.5.4. Resultados

#### Descripción Agronómica de los suelos

En el Valle del Río Huasco se han descrito 12 series de suelos. En el área de estudio, el valle del río El Carmen, los estudios agrológicos existentes sólo han abarcado hasta la localidad de San Félix (área de influencia indirecta), quedando la zona más alta sin información, característica que se mantiene en el estudio agrológico de la región de Atacama realizado por en CIREN en 2007 (Figura 6.1.5.4-1).

**FIGURA 6.1.5.4-1**  
**ESQUEMA DE LAS SERIES DE SUELO Y SU DISTRIBUCIÓN A LO LARGO DEL VALLE DEL RÍO EL CARMEN**



**Fuente:** Elaboración propia a de Estudio Agrológico de la Región de Atacama (CIREN, 2007)

De antemano, se puede señalar que las características del valle de San Félix hacen suponer la existencia de suelos poco desarrollados, heterogéneos, de alta permeabilidad y baja fertilidad, producto de pobres condiciones pedogénicas.

En términos generales, los suelos del Valle del Huasco se encuentran distribuidos en dos posiciones geomorfológicas: en pie de monte coluviales y en terrazas aluviales. Estas últimas habitualmente presentan problemas de drenaje y alta salinidad, principalmente en



zonas bajo el embalse Santa Juana. En casos puntuales existe presencia de sodio en el perfil del suelo, lo que conlleva problemas de infiltración producto del sellamiento en superficie (por ejemplo serie de suelos Bellavista en el sector La Cachina).

A partir de la información cartográfica disponible y usando herramientas SIG, se realizó un cálculo de superficies de las diferentes series y fases de suelos, incluyendo misceláneos. Es importante recordar que la información agrológica se encuentra disponible sólo desde la zona de riego de la bocatoma Las Juntas hasta la localidad de San Félix. A continuación se presentan los resultados del cálculo indicado (Cuadro 6.1.5.4-1).

Se desea dejar en claro, que la presente consultoría no desarrolló un levantamiento detallado del uso del suelo en la zona de inundación dado el carácter general y preliminar del presente EAA, y cuyas exigencias y alcances fueron establecidas en los Términos de Referencia del estudio. No obstante, para efectos del presente informe, y respecto de los impactos ambientales asociados a este componente, se destaca el hecho de que el área de inundación de las alternativas en análisis, se encuentra sin producción agrícola de ningún tipo y sin evidencias notorias de potencial productivo reciente.

Por su parte, el uso del suelo en la zona de riego fue descrita en el estudio agroeconómico y se expone a continuación.

La encuesta agropecuaria y los estudios de caso son la base para realizar la caracterización económica del área en estudio. Una vez que los datos fueron recopilados en terreno, se procesaron y analizaron en gabinete, con lo cual se estableció la estructura de cultivos característica de la Situación Actual Agropecuaria. El uso del suelo de la Situación Actual, presentado en el Cuadro 6.1.5.4-1 se obtiene de la expansión de los resultados de la encuesta simple. En total se contemplan 921,2 ha (932,2 ha incluyendo rotación), las cuales poseen una seguridad de riego del 36,6%. La superficie con 85% de seguridad de riego corresponde a 111,6 ha (112,9 ha incluyendo rotación).

**CUADRO 6.1.5.4-1**  
**SUPERFICIE TOTAL POR SERIE DE SUELOS Y POR FACTORES DE CLASIFICACIÓN**

SERIE	VAR. SERIE	CAPACIDAD USO	CATEGORÍA RIEGO	CLASE DRENAJE	APTITUD FRUTAL	SUP. (ha)
<b>CHAÑAR BLANCA (CBL)</b>	CBL-1	IIIs0	3t	5	C	80,5
	CBL-2	IIIs0	2t	5	B	14,9
	CBL-3	IIIs0	3t	5	C	9,8
	CBL-4	IIIs0	3t	5	C	8,4
	CBL-5	IIIs0	3t	5	C	20,8
	CBL-6	IVe1	4t	5	D	53,5
	CBL-7	IVe1	4t	6	D	71,0
	CBL-8	VIe1	4t	6	D	19,9
<b>TOTAL SERIE CHAÑAR BLANCO</b>						<b>278,8</b>
<b>HUASCO (HSC)</b>	HSC-1	IIIs0	1	5	A	109,3
	HSC-3	IIIs0	2t	5	B	43,2
	HSC-4	IIIs0	2s	5	B	5,3
	HSC-5	IIIs0	3t	5	B	18,2
	HSC-6	IIIs0	3s	5	C	58,0
	HSC-7	IIIs0	3s	5	C	45,8
	HSC-8	IIIs0	3s	5	C	0,0
	HSC-9	IIIs0	3t	5	C	8,2
	HSC-10	IIIs0	3s	5	D	9,6
	HSC-11	IVs0	4s	5	D	270,7
	HSC-12	IVs0	4s	5	D	20,1
	<b>TOTAL SERIE HUASCO</b>					
<b>MISC. COLUVIAL (MC-1)</b>		VIII	6	6	E	18,9
<b>MISC. ESCARPE (E)</b>		VIII	6	6	E	60,4
<b>MISC. ESCARPE (E-1)</b>		VIle1	6	6	E	36,5
<b>RELLENO (RELL)</b>						1,6
<b>URBANO (UR)</b>						31,1
<b>CEMENTERIO (CE)</b>						0,5
<b>TOTAL MISCELÁNEOS</b>						<b>148,8</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE CON INFORMACIÓN AGROLÓGICA</b>						<b>1.015,9</b>

Fuente: Elaboración propia a Partir de datos CIREN, 2007

**CUADRO 6.1.5.4-1  
USO DEL SUELO AGRÍCOLA SITUACIÓN ACTUAL  
TOTAL ÁREA DE ESTUDIO (ha)**

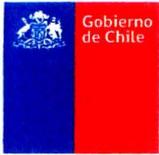
CULTIVO	Total		
	Seguridad de Riego		%
	36,6%	85%	
Alfalfa	67,6	8,2	7,2
Cereales	24,1	2,9	2,6
Chacra	50,4	6,1	5,4
Huerto Casero	127,6	15,5	13,7
Nogal	23,3	2,8	2,5
Otros Cultivos	18,9	2,3	2,0
Otros Frutales	37,9	4,6	4,1
Palto	98,9	12,0	10,6
Poroto Verde	23,2	2,8	2,5
Pradera Mejorada	18,9	2,3	2,0
Uva de Mesa	233,8	28,3	25,1
Uva Pisquera	207,6	25,1	22,3
Superficie de riego (A)	932,2	112,9	100,0
Superficie con rotación (B)	11,0	1,3	1,2
Superficie física de riego (A-B)	921,2	111,6	98,8
<b>Riego Agua Superficial 85% Seguridad de Riego</b>	<b>111,6</b>	<b>111,6</b>	<b>6,8</b>
<b>Riego Agua Superficial Sin Seguridad de Riego</b>	<b>809,6</b>	<b>809,6</b>	<b>49,4</b>
<b>Riego Agua Subterránea</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Indirectamente Productiva</b>	<b>75,3</b>	<b>75,3</b>	<b>4,6</b>
<b>Sin uso</b>	<b>642,6</b>	<b>642,6</b>	<b>39,2</b>
<b>Total Predial</b>	<b>1.639,1</b>	<b>1.639,1</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 6.1.5.5. Conclusiones

Los suelos que se verían inundados (área de influencia directa) no sustentan masas vegetacionales importantes, razón por la cual se advierte baja presencia de materia orgánica. En ciertas zonas se observan algunas empastadas capaces de servir como alimento para ganado u otros animales, por lo tanto se asigna una importancia ecológica "Media" (valor 3) (las zonas potenciales de riego serán afectadas positivamente por lo tanto no se consideran en el análisis de sensibilidad). Por otro lado, dada la baja presencia de materia orgánica, la ausencia de actividad agrícola o masa vegetal importante, se denota una "muy baja" (valor 1) vulnerabilidad por cuanto una intervención no altera mayormente su actual condición. De lo anterior se obtiene una sensibilidad ambiental "Baja" (valor 2).

Por su parte los suelos ubicados en la zona de riego, es decir, la zona beneficiada, no se verían afectados negativamente sino al contrario, razón por la cual no se considera en el análisis de sensibilidad.



## **6.1.6. Hidrología**

### **6.1.6.1. Antecedentes Generales**

El componente hidrológico adquiere particular importancia en los climas 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 y flujo de sedimentos.

### **6.1.6.2. Área de Influencia**

El área de influencia directa del componente hidrológico corresponde a toda la extensión del cauce del río El Carmen ubicado entre la cola del embalse propuesto y el embalse Santa Juana. Esto dada la transformación y bloqueo del régimen de caudales y sedimentos que significa la existencia del muro. No se contempla un área de influencia indirecta en este caso.

### **6.1.6.3. Metodología**

La caracterización de este componente fue hecha a partir del estudio hidrológico realizado para la presente consultoría. Éste a su vez fue realizado mediante una recopilación, análisis y procesamiento de información fluviométrica y pluviométrica DGA. El estudio hidrológico completo se encuentra en el estudio de Ingeniería de la presente consultoría (Volumen 1).

### **6.1.6.4. Resultados**

#### **Hidrología superficial**

La cuenca hidrográfica del río El Carmen, 3.035 km<sup>2</sup>, nace en la cordillera de los Andes y tras recorrer aproximadamente 154 km, se une con el Río Transito para formar el Río Huasco.

A continuación se presenta el análisis del recurso hídrico estimado para la zona de del embalse proyectado, mediante métodos hidrológicos y estimaciones indirectas.

En el estudio hidrológico realizado durante la Etapa 1 de la presente consultoría, se han estimado caudales medios mensuales para el punto donde se ubica el muro del embalse proyectado. Dicha estimación es producto de una exhaustiva revisión de información fluviométrica seguida de una secuencia de pasos de corrección, rellenado,

extensión y transposición de caudales. El Cuadro 6.1.6.4-1 muestra los caudales medios mensuales estimados considerando una serie de tiempo desde 1950 a 2010.

**CUADRO 6.1.6.4-1**

**CAUDALES MEDIOS (M<sup>3</sup>/S) EN LA ZONA DE LA ALTERNATIVA 1**

MES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Anual
PROM	1,43	1,49	1,58	1,56	1,51	1,38	1,52	2,16	2,75	2,20	1,68	1,42	1,71
MÁX.	6,16	5,27	4,87	4,08	7,50	6,46	10,99	18,37	31,66	20,09	11,18	7,11	8,78
MÍN.	0,07	0,11	0,17	0,16	0,22	0,21	0,20	0,17	0,10	0,08	0,07	0,06	0,17

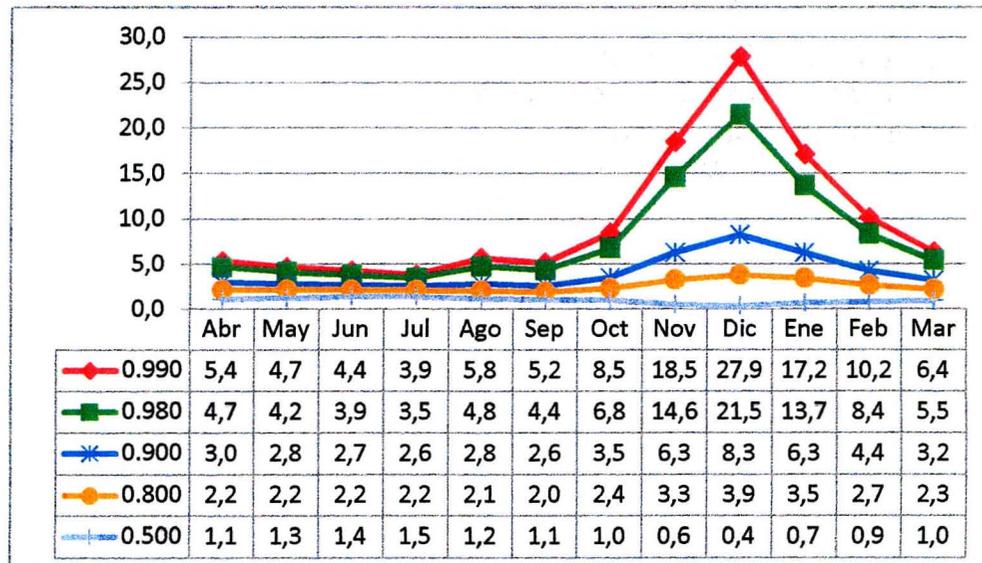
Nota: La serie de estadísticas fluviométricas usadas en este análisis corresponde al período 1950-2010

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de la Figura 6.1.6.1-1, muestra la curva de variación estacional de los caudales acá estimados a través de las probabilidades de No Excedencia.

**FIGURA 6.1.6.4-1**

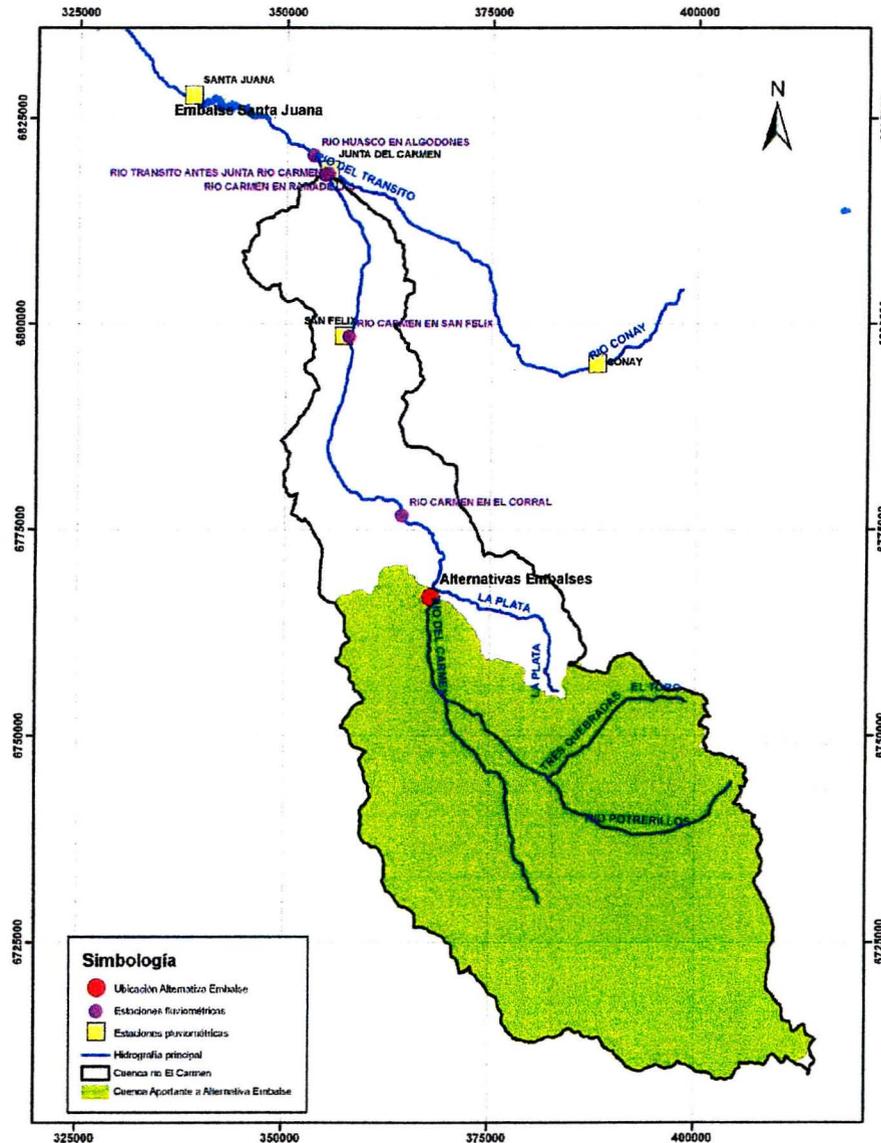
**CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN EJE DEL EMBALSE (PROBABILIDADES DE NO EXCEDENCIA)**



Fuente: Elaboración propia

La Figura 6.1.6.1-2 muestra la ubicación general de los elementos que forman parte del análisis hidrológico acá descrito, incluyendo las estaciones fluviométricas utilizadas.

**FIGURA 6.1.6.4-2  
UBICACIÓN GENERAL**



Fuente: Elaboración propia

### Arrastre de Sedimentos

El objetivo del estudio sedimentológico en el estudio de ingeniería, es determinar el volumen muerto del embalse, que permita calcular la altura mínima a la cual se podrían captar las aguas de entrega desde el embalse. Para efectos de este Estudio de Análisis Ambiental, el objetivo es dimensionar el impacto que se produce al cortar el flujo natural de

sedimentos, sobre el ecosistema fluvial y la dinámica del cauce. El Cuadro 6.1.6.4-2 muestra los resultados obtenidos en las estimaciones del gasto sólido de arrastre de fondo.

**CUADRO 6.1.6.4-2  
GASTO SÓLIDO DE ARRASTRE DE FONDO**

Método utilizado	Meyer-Peter (1948)	Wilson (1966)	Engelund (1976)	Fernández-Luque (1976)	Einstein (1950)	Ashida-Michiue (1972)
Vol. Anual Esperado (t/año)	27.165	41.449	52.181	19.687	29.966	40.844
Vol. 50 años (t)	1.358.284	2.072.430	2.609.092	984.403	1.498.291	2.042.159

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.1.6.4-3 muestra las estimaciones del gasto sólido suspendido.

**CUADRO 6.1.6.4-3  
GASTO SÓLIDO SUSPENDIDO Y VOLUMEN PARA 50 AÑOS**

QSS (t/día)	20,1
Volumen SS (m <sup>3</sup> )	138.305

Fuente: Elaboración Propia

Tal como se observa en los Cuadros 6.1.6.4-2 y 6.1.6.4-3, el método más conservador, en lo que respecta gasto sólido de arrastre de fondo, entrega una cifra de 52.181 t/año, mientras que en gasto sólido de suspensión alcanza 20,1 t/día, permitiendo de esta forma dimensionar el impacto sobre el flujo natural de sedimentos que se vería interrumpido por la obra.

### 6.1.6.5. Conclusiones

En regiones desérticas, la escasez del recurso hídrico lo hace altamente valioso, ya sea para ecosistemas naturales como para consumo humano. 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. Por lo anterior se le asigna una importancia ecológica de categoría "muy alta" (valor 5). Por su lado, la vulnerabilidad de la hidrología del valle se considera como "alta" (valor 4) dada la escasez del recurso. En síntesis la sensibilidad del componente es de una categoría intermedia entre Alto y Muy Alto (valor 4.5).

## 6.1.7. Calidad de Aguas

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

### 6.1.7.1. Antecedentes Generales

#### 6.1.7.2. 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, y al cauce del río El Carmen en el tramo comprendido entre el muro del embalse propuesto y el embalse Santa Juana. Esto dado el impacto sobre la calidad que produce alterar el flujo lótico de un río dejándolo como léntico, y del mismo modo el impacto que se produce hacia aguas abajo del muro al cortar el flujo de sedimentos y nutrientes (entre otras cosas). No se plantea área de influencia indirecta para este caso.

#### 6.1.7.3. Metodología

La caracterización de este componente fue realizado a través de revisión y análisis de bibliografía existente. Las fuentes de información fueron las siguientes.

- **Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. (Cade Idepe-DGA, 2004).** Este estudio presenta una completa descripción y caracterización de la cuenca, bases metodológicas para la evaluación de la calidad del agua, y el consiguiente análisis espacio-temporal de la calidad del agua. Finalmente, se incluye la clasificación de los cursos de agua en términos de la calidad objetivo, indicando requerimientos de calidad según tipo de uso.
- **Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Huasco. (CONAMA, 2008).** En este anteproyecto de norma se fijan los valores de calidad ambiental para las distintas áreas de vigilancia.
- **Análisis de Impacto Económico y Social de Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad-Cuenca Río Huasco. DGA, DSS AMBIENTE (2009).** Este estudio, contiene principalmente información sobre caracterización de ecosistemas, aspectos generales de biodiversidad asociados y caracterización de la calidad del agua de la cuenca.

- **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Pascua-Lama (Compañía Minera Nevada-Barrick Gold, y Arcadis Geotécnica, 2004).** El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue aprobado en Chile a mediados de febrero de 2006. En mayo de 2009 la empresa Barrick anunció el inicio del proyecto. Dicho estudio contiene información de carácter ambiental levantada para la realización de su línea base en distintos componentes ambientales incluyendo la calidad del agua.

#### 6.1.7.4. Resultados

De acuerdo con el Estudio “Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad” realizado por DGA en 2004, el tramo del río correspondiente al río el Carmen fue clasificado en Clase 2 (Buena Calidad), es decir “agua apta para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, bebida de animales y para riego restringido”. Dicho estudio fue usado como base para la posterior formulación del “Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Huasco” (CONAMA, 2008), dentro del cual se fijan los valores de calidad ambiental para las distintas áreas de vigilancia. En el Cuadro 6.1.7.4-1 se muestra los valores normados en dicho documento para el tramo correspondiente al río el Carmen (código del tramo: CA-10). Los límites establecidos se basan en el conocimiento del comportamiento histórico de las variables monitoreadas.

De acuerdo con CONAMA (2008), la calidad ambiental de las aguas de esta cuenca está condicionada, en gran medida, por las características mineralógicas del suelo y subsuelo y también por la creciente presión antrópica sobre el recurso.

Por su parte la DGA (2009) indica que la calidad de las aguas del Huasco y sus afluentes se caracterizan por presentar metales en condiciones naturales y que a pesar de su intensa actividad agrícola, no presentan presencia de plaguicidas en el agua. No obstante, los principales problemas ambientales de origen antrópico podrían relacionarse con las actividades de minería y agroindustria.

En un diagnóstico realizado por la CNR (2004), se concluye que los parámetros críticos en el cumplimiento de la NCh 1333 (estándares de riego), para la cuenca del Huasco, son la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales, el sodio porcentual, el manganeso, los sulfatos y algunos metales pesados principalmente. Coincide con las otras fuentes de información ya citadas, al concluir también que las concentraciones de dichos parámetros, están principalmente asociadas a condiciones naturales de esta agua (litología). Por otra parte, existen sectores donde se exceden los valores de coliformes fecales y cloruros, asociados a descargas de aguas servidas.

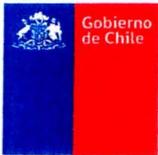
### CUADRO 6.1.7.4-1 NIVELES DE CALIDAD AMBIENTAL EN ÁREA DE VIGILANCIA DE RÍO EL CARMEN

Parámetro	Unidad	CA-10	Parámetro	Unidad	CA-10
Conductividad eléctrica	µS/cm	800	Cromo	mg/L	0,02
Color aparente	Pt-Co	-	Flúor	mg/L	-
Oxígeno disuelto	mg/L	>7,5	Fósforo	mg/L	-
pH	Rango	6,5-8,5	Hierro	mg/L	0,6
RAS	-	0,6	Manganeso	mg/L	0,1
Sólidos Suspendidos	mg/L	-	Molibdeno	mg/L	0,013
Sólidos Disueltos	mg/L	-	Níquel	mg/L	0,02
Cloruro	mg/L	20	Selenio	mg/L	0,002
Cianuro Total	mg/L	-	Sodio	mg/L	30
Amonio	mg/L	-	Zinc	mg/L	0,023
Nitrógeno de nitritos	mg/L	-	Aluminio	mg/L	1
Nitrógeno de nitratos	mg/L	0,7	Arsénico	mg/L	0,008
Sulfato	mg/L	270	Cadmio	mg/L	0,02
Índice de Fenol	mg/L	-	Mercurio	mg/L	0,002
Detergentes (SAAM)	mg/L	-	Plomo	mg/L	0,02
Boro	mg/L	1.25	Coliformes fecales	NMP/100mL	-
Cobre	mg/L	0,02	Coliformes totales	NMP/100mL	-

Fuente: CONAMA, 2008

Complementando lo ya expuesto, en monitoreos realizados por el INIA<sup>3</sup> y posteriores análisis, se observa que en la cabecera de la cuenca, en los ríos Estrecho (sub cuenca El Tránsito) y Potrerillos (sub cuenca El Carmen), existen valores de pH bajo las 5,0 unidades, es decir, son aguas ácidas. Esta razón explica las altas concentraciones de algunos metales: manganeso, hierro, zinc, aluminio y cadmio, ya que los metales, se disuelven más fácilmente en pH bajo. Así mismo, se ha observado, respecto del oxígeno disuelto y nutrientes, que los ríos de la cuenca muestran niveles normales de oxígeno disuelto en sus aguas, lo cual indica que los contenidos de nitritos, nitratos y fósforo deben mantenerse controlados, para no dar paso a la eutrofización del sistema. No obstante, en el río Potrerillo (cabecera de la sub cuenca El Carmen), se ha medido nitrito en altas concentraciones, específicamente en el período del verano 2008 (diciembre). Este compuesto puede explicarse por la presencia de materia orgánica nitrogenada en las aguas. En la zona de alta cordillera, es común encontrar a orillas del río fecas de animales, además es notable la presencia de ganado en la zona alta de la cuenca, todos antecedentes que

<sup>3</sup> Informe Final Estudio: Desarrollo de un modelo de gestión integral para el resguardo de la calidad de las aguas en los valles de huasco, limarí y choapa. INIA, 2009.



pueden explicar esta condición. Por otra parte la calidad de las aguas en estas zonas también puede estar viendo afectada por la presencia de campamentos humanos de empresas mineras emplazados en alta cordillera.

Por su parte, la Línea de Base del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Pascua Lama, entrega una caracterización de la calidad del agua mediante monitoreos realizados en distintos puntos, tanto para aguas superficiales como para aguas subterráneas entre 1996 y 2003. Para efectos del presente estudio, se expondrán a continuación, los resultados de aquel punto representativo del valle en estudio, que corresponde al Río del Carmen aguas abajo del Río Potrerillos (monitoreo correspondiente a aguas superficiales realizado en promedio cada 4 meses entre diciembre de 1996 y abril de 2003).

La Figura 6.1.7.4-1 muestra la ubicación del punto mencionado respecto de la ubicación de las alternativas de embalses y el valle de estudio.

El Cuadro 6.1.7.4-2 muestra los valores promedio de aquellos parámetros muestreados y que sobrepasaron la Norma Chilena 1.333 (estándares para regadío) ya sea en su valor promedio o en su máximo.

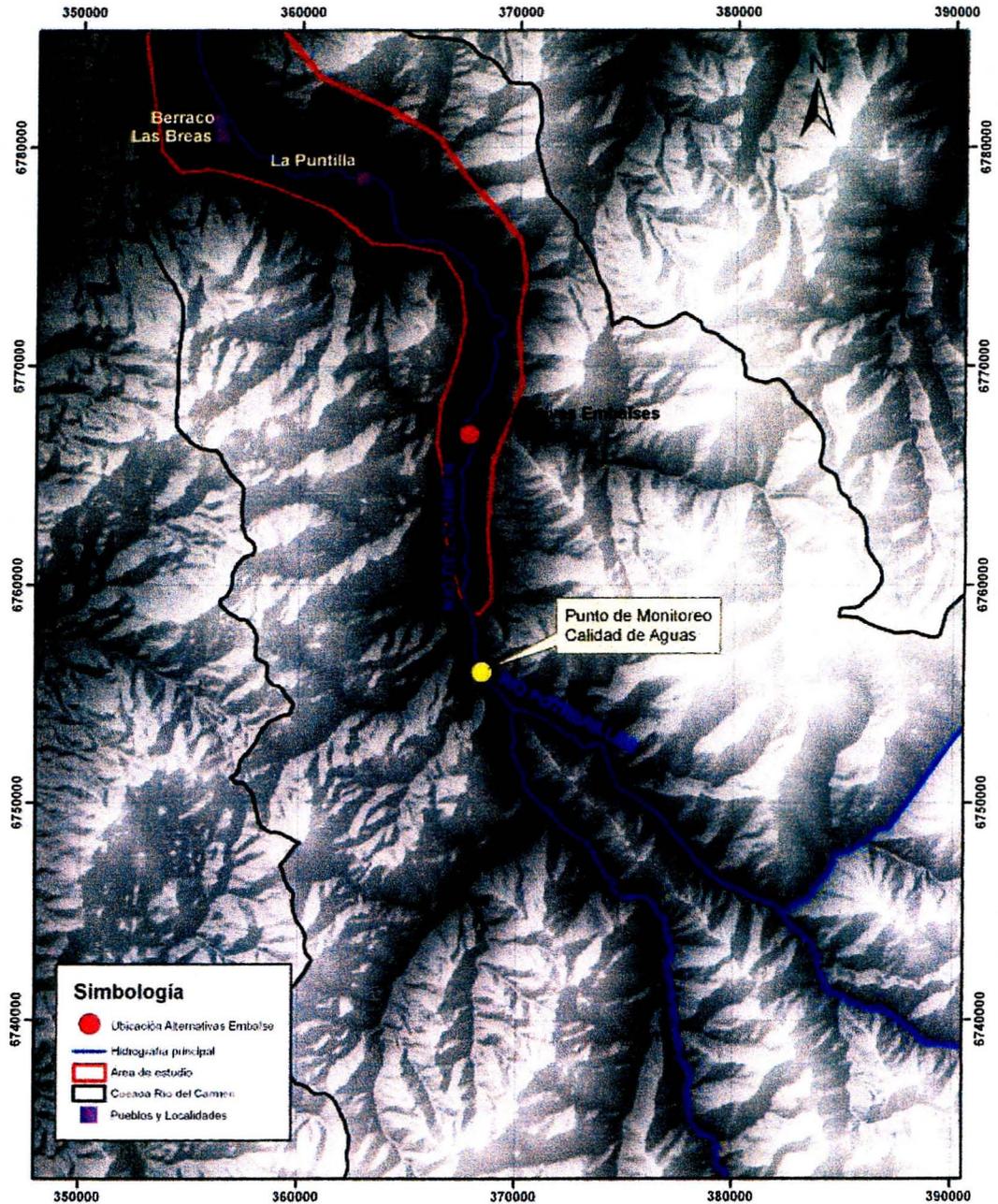
**CUADRO 6.1.7.4-2**  
**PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA QUE SOBREPASAN NORMA 1.333**

Punto	Parámetro	Mínimo	Media	Máximo	NCh. 1333
Río El Carmen aguas abajo de Río Potrerillos	Mn (mg/L)	0,13	0,28	0,47	0,2
	SO4 (mg/L)	105	221	270	250

**Fuente:** Arcadis Geotécnica (EIA proyecto Pascua Lama)

Tal como se observa, los parámetros conflictivos para el riego que se detectan en las mediciones del EIA de Pascua Lama, corresponden a Manganeseo y Sulfatos, sin embargo sólo el Manganeseo sobrepasa la norma 1333 en su valor promedio y el Sulfato únicamente excede puntualmente. Estos elementos estarían presentes en el agua en condiciones naturales.

**FIGURA 6.1.7.4-1**  
**PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA**



Fuente: Elaboración propia



### **6.1.7.5. Conclusiones**

Dada la escasez del recurso hídrico en las zonas desérticas, la calidad de aguas adquiere importancia “muy alta” (valor 5), por su rol en los ecosistemas naturales y en la población humana.

La vulnerabilidad de la calidad de agua del valle se considera entre media y alta (valor 3.5) dada la escasez y pureza relativa en condición natural del recurso (presenta ciertos niveles de metales pesados y acidez en condición natural). La Sensibilidad Ambiental resultante adquiere un valor entre media y alta (4.25).

## **6.2. MEDIO BIÓTICO**

### **6.2.1. Generalidades Sobre Zonas Protegidas y Sitios Prioritarios de Biodiversidad**

En la sub cuenca del río del Carmen no existe presencia de áreas protegidas por el Estado, siendo los sitios más cercanos la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, que corresponde a tres islas: Chañaral, Choros y Damas, ubicadas en el límite entre las regiones de Atacama y Coquimbo, y el Parque Nacional Llanos de Challe ubicado en zona costera de la Región de Atacama entre los ríos Huasco y Copiapó. Tampoco hay presencia de humedales de acuerdo con la cartografía de humedales presentada por CONAMA en su servidor web SINIA.

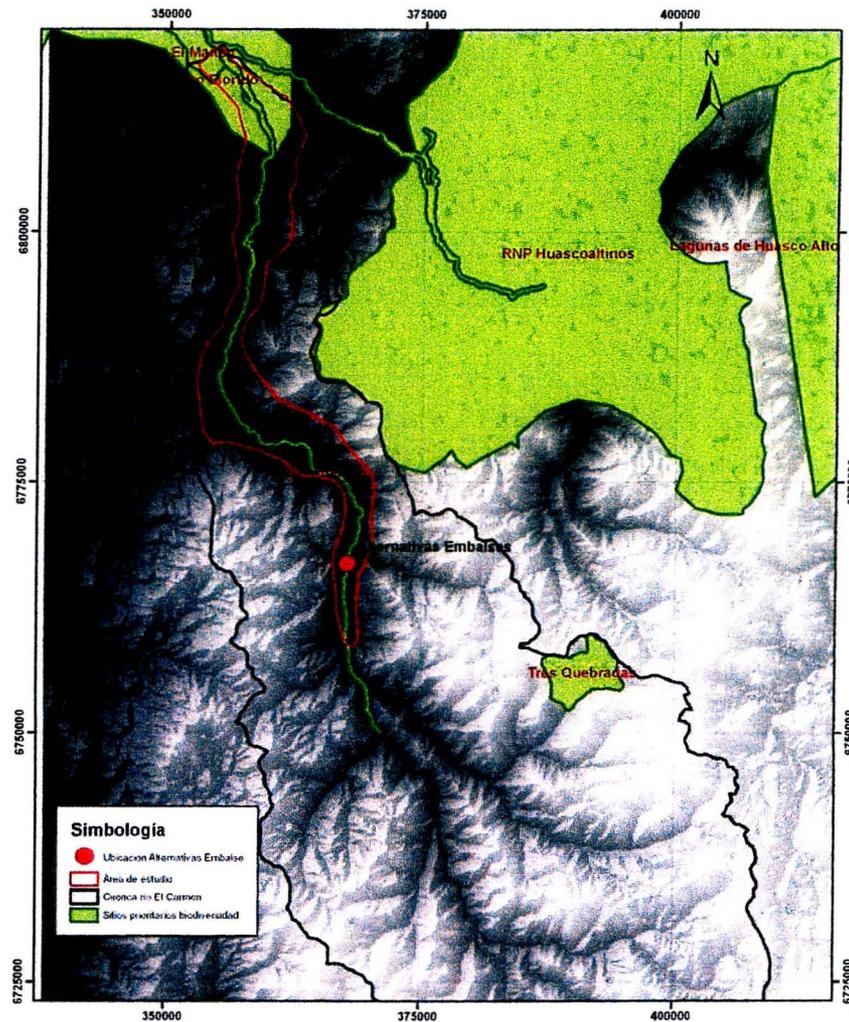
Por otro lado, y de acuerdo a la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Protección de la Biodiversidad en Atacama. CONAMA (2009), existe una cartera de 44 sitios prioritarios en toda la región de Atacama, algunos de los cuales tendrían presencia en la sub cuenca del Río del Carmen. Estos serían:

- Desierto Florido
- El Maitén
- Río Huasco
- Tres Quebradas

La Figura 6.2.1-1 muestra la ubicación de estos sitios respecto del Área de estudio, así como los restantes sitios cercanos definidos por la estrategia.

Es necesario destacar que el sitio "Río Huasco", abarca el cauce del río del Tránsito y del río del Carmen, y en este último caso, llegando hasta más arriba que la ubicación de los sitios propuestos para el emplazamiento de los embalses.

**FIGURA 6.2.1-1**  
**SITIOS PRIORITARIOS DE BIODIVERSIDAD**



Fuente: Elaboración propia a partir de cartografías SINIA



## 6.2.2. Vegetación y Flora

### 6.2.2.1. Antecedentes Generales

El impacto sobre el régimen hidrológico del río tendrá efectos directos sobre las comunidades vegetales situadas en la ribera del cauce aguas debajo de la presa, mientras que aquellas que queden bajo la zona de inundación morirán. En términos generales, la vegetación ha sido descrita a partir de información proveniente de estudios de escala regional, identificando especies y comunidades representativas y probables. A continuación se describe al componente “flora y vegetación”.

### 6.2.2.2. Área de Influencia

El área de influencia directa está conformada por la zona del muro, zona inundación, zona de empréstito (ubicada en la zona de inundación), por el cauce del río en el tramo comprendido entre el muro y el embalse Santa Juana y por las zonas aledañas a los caminos de acceso a la obra. En el primer caso, la zona de inundación evidentemente transformaría el hábitat y el ecosistema tanto terrestre como acuático. Por su parte, el muro regularía el régimen de caudales y sedimentos hacia aguas abajo transformando también las características naturales del ecosistema fluvial afectando las comunidades vegetales tanto terrestres como acuáticas. Finalmente, el tráfico de vehículos aumentaría durante la construcción, por lo cual las zonas aledañas a los caminos se verían afectadas por el aumento de ruido y emisiones, alterando el hábitat de las comunidades ahí presentes.

No se considera área de influencia indirecta en este componente.

### 6.2.2.3. Metodología

La descripción de este componente se basó en la revisión de la información bibliográfica existente. Las fuentes de información disponibles y consultadas fueron las siguientes:

- **Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. CONAF-CONAMA (1999).** Este estudio contiene los mapas y resultados finales del país del uso actual de la tierra y sus relaciones con las variables ambientales, pendiente, exposición y rangos de altitud.
- **La Vegetación Natural de Chile. Gajardo (1994).** Este estudio ofrece una clasificación jerárquica de la vegetación natural de Chile y presenta una cartografía de las formaciones vegetales del territorio chileno. Fue elaborada con el apoyo de las más avanzadas tecnologías, incluidas imágenes satelitales, y se complementa con apéndices de gran utilidad para especialistas. Entrega información indispensable para el estudio del

paisaje vegetal, así como para el desarrollo de la planificación regional y nacional.

- **Sinopsis Bioclimática de Chile.** Pliscoff y Luebert (2006). Este estudio ofrece una visión sinóptica de los bioclimas y de la vegetación de Chile continental, a partir de la aplicación de una metodología que consiste en combinar información bioclimática y vegetacional, sobre la base del estudio de las fuentes documentales disponibles.
- **Factibilidad de la Creación de un Área Silvestre Protegida Privada de Propiedad de Pequeños Productores Agrícolas y Crianceros en la Cuenca Alta del Río Huasco. Comuna de Alto del Carmen, Provincia del Huasco, Región de Atacama (EmprendeChile, Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda, 2004).** Crecientemente y especialmente en los sectores de los Valles de El Carmen y El Tránsito los productores agrícolas han manifestado su preocupación por la temática ambiental, especialmente aquella relacionada con la necesidad de hacer sustentable su recurso hídrico debido a su convicción inequívoca de la dependencia que de él tiene su actividad productiva.

#### 6.2.2.4. Resultados

##### Descripción Fisionómica (CONAF-CONAMA)

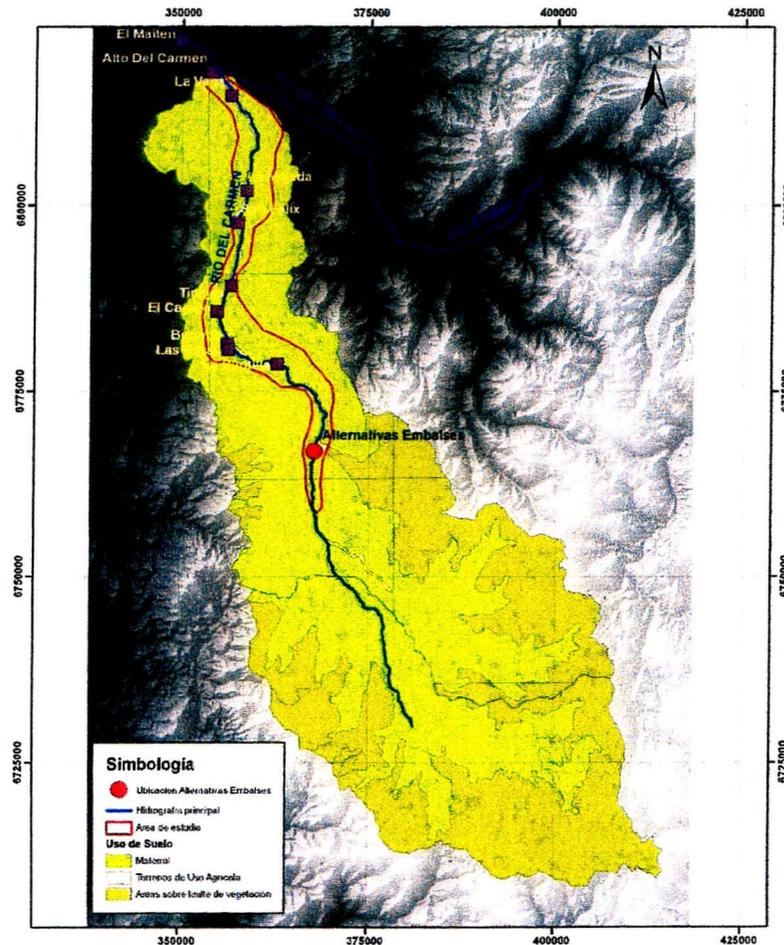
De acuerdo al “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” (CONAF-CONAMA-1999), la cuenca del río del Carmen está dominada por Matorral, ocupando un 60,1% de su superficie seguida por las zonas desprovistas de vegetación con un 38,7%. La Figura 6.2.2.4-1 y el Cuadro 6.2.2.4-1, muestra la distribución de superficies y en porcentajes de los distintos tipos de vegetación definidos por el estudio mencionado.

**CUADRO 6.2.2.4-1  
DISTRIBUCIÓN DE TIPOS DE VEGETACIÓN  
EN LA CUENCA DEL RÍO DEL CARMEN**

Tipo de Vegetación	Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Áreas Sobre Límite Vegetación	1.179,1	38,7
Matorral	1.829,2	60,1
Terrenos de uso agrícola	36,7	1,2
<b>Total Cuenca</b>	<b>3.045,0</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF-CONAMA 1999

FIGURA 6.2.2.4-1  
DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN



Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF-CONAMA 1999

### Descripción Mixta según Gajardo (1994)

De acuerdo a la clasificación propuesta en el estudio “La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica” (Gajardo, 1994), las formaciones vegetacionales presentes en la cuenca del río del Carmen son:

- **Desierto Florido de las Serranías.** Normalmente su fisonomía corresponde a una cobertura rala de arbustos bajos y en su composición intervienen numerosas plantas geófitas y efímeras que surgen cuando ocurren las precipitaciones. Sus comunidades representativas son

*Skytanthus acutus-Hippeastrum ananuca* (Cacho de cabra-Añañuca), *Skytanthus acutus* (Cacho de cabra), *Ecelia tomentosa-Nolana paradoxa* (Coronilla del fraile-Suspiro) y *Nolana baccata-Cryptantha parviflora* (Suspiro-Papur).

- **Desierto Florido de los Llanos.** Abarca zonas montañosas intermedias, presenta muchas veces signos de un fuerte raleo para la obtención de leña o carbón, o sobrepastoreo. Presenta una alta diversidad florística sin embargo sus especies han sido poco estudiadas. Su comunidad representativa es aquella dominada por *Balsamocarpon brevifolium* (Algarrobilla) y otras especies arbustivas poco estudiadas y de alto endemismo.
- **Estepa Alto Andina de Coquimbo o Matorrales pre andinos de la Cordillera de Coquimbo.** Formación meso montana de límites ambientales muy precisos, pero con poco reconocimiento botánico. La comunidad más representativa y conocida es *Fabiana imbricata-Ephedra andina* (Piche Pingopingo).

En las zonas de valle también se advierte la presencia de especies arbóreas propias de ambientes antropizados como *Prosopis* (algarrobos) y *Shinus* (molles) entre otros.

El sistema de clasificación descrito corresponde a las zonas potenciales de vegetación, es decir, la distribución que adoptarían las formaciones en caso de existir un ambiente en estado natural sin intervención antrópica.

Cabe destacar que aquella formación vegetal correspondiente al valle en estudio propiamente tal (entre la ubicación de las alternativas de embalses y la confluencia con el río El Tránsito) es el Desierto Florido de las Serranías en forma mayoritaria mientras que el Desierto Florido de los llanos sólo tendría influencia en la zona baja del valle. Por su parte la Estepa Altoandina de Coquimbo está presente en la parte alta de la cuenca más no en el área de estudio en sí.

El Cuadro 6.2.2.4-2 muestra la distribución por superficies de las formaciones vegetacionales dentro de la cuenca del Río del Carmen.

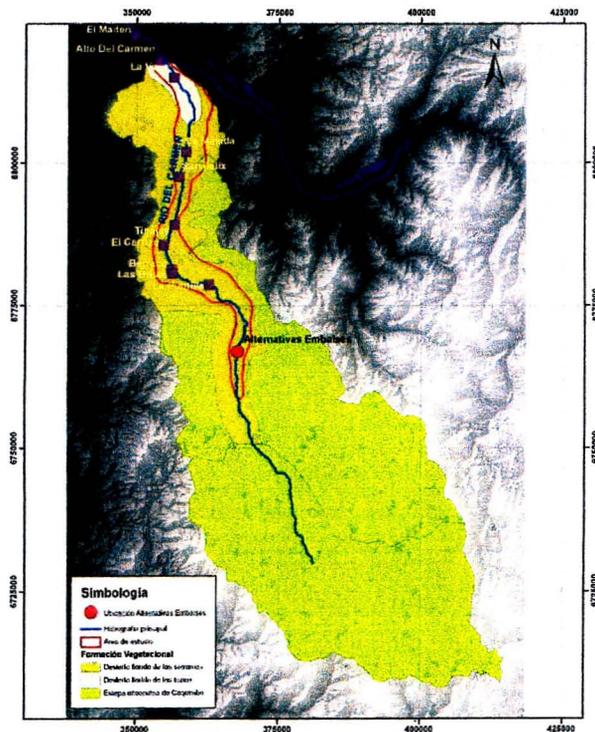
### CUADRO 6.2.2.4-2 FORMACIONES VEGETACIONALES EN LA CUENCA DEL RÍO DEL CARMEN

Formación	Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Desierto florido de las serranías	640,5	21,0
Desierto florido de los llanos	53,1	1,7
Estepa altoandina de Coquimbo	2.351,4	77,2
<b>Total Cuenca</b>	<b>3.045,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Gajardo 1994

La Figura 6.2.2.4-2 muestra la distribución espacial de las formaciones vegetacionales mencionadas, dentro de la cuenca del río del Carmen.

### FIGURA 6.2.2.4-2 FORMACIONES VEGETACIONALES



Fuente: Elaboración propia a partir de Gajardo 1994

## Descripción mixta de Pisos Vegetacionales de Pliscoff y Luebert (2006)

De acuerdo a la clasificación propuesta en el estudio “Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile” (Pliscoff y Luebert, 2006), los pisos vegetacionales presentes en la cuenca del río del Carmen son:

- **Herbazal tropical andino de *Chaetanthera sphaeroidalis*.** Corresponde a desierto de altura, muy abierto, donde sólo se encuentra a algunas herbáceas, generalmente en roseta, que crecen entre las rocas, donde las condiciones de humedad y temperatura son más favorables. La especie característica es *Chaetanthera sphaeroidalis*. No se conocen comunidades intrazonales descritas.
- **Matorral bajo desértico mediterráneo andino de *Senecio proteus* y *Haplopappus baylahuen*.** Matorral dominado por *Senecio proteus* y *Haplopappus baylahuen* con participación de *Ephedra breana*, *Chuquiraga ulcina*, *Fabiana viscosa* y otros arbustos, además de un importante contingente de plantas herbáceas. Su conocimiento es prácticamente nulo y su presencia se ha deducido a través de chequeos de referencias indirectas, por lo que la composición florística descrita puede ser inexacta. En consecuencia no se conocen comunidades intrazonales definidas para la zona, aunque los autores suponen que en las quebradas están presentes *Prosopis chilensis*, *Acacia Caven* y *Schinus polygamus*.
- **Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana*.** Matorral espinoso xeromórfico, que alcanza coberturas mayores a 40%. Está dominado por los arbustos *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana* que llegan a más de 1 m de altura y por el subarbusto *Viviania marifolia*. En el estrato herbáceo bajo destaca la presencia de *Stipa chrysophylla* y *Cristaria Andicola*. Con altos valores de importancia.
- **Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia subterranea* y *Adesmia echinus*.** Matorral bajo, abierto, xeromórfico dominado por los subarbustos espinosos *Adesmia aegiceras* y *Adesmia echinus*, las plantas en cojín *Adesmia subterranea* y *Azorella Cryptantha* y gramíneas como *Stipa Chrysophylla*. También son importantes las hierbas rosuladas, pero no tienen gran representación en términos de cobertura. Se presente generalmente con un estrato donde las diferentes formas de vida alternan la ocupación del espacio horizontal, pero también es frecuente la presencia de plantas herbáceas que utilizan los cojines y subarbustos como nodrizas.

- **Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*.** Matorral muy abierto dominado por arbustos altos como *Adesmia argentea*, *Bulnesia chilensis*, *Balsamocarpon brevifolium*, *Cardia decandra*, *Heliotropium sinuatum*, *Pinoa chilensis*, *Proustia ilicifolia* y otras. También son frecuentes los arbustos bajos, principalmente *Caesalpinia angulata*, *Encelia canescens*, *Pleurophora pungens*, y las cactáceas *Opuntia berterii* y *Echinopsis coquimbana*. Las herbáceas son abundantes durante la primavera de los años lluviosos, destacando la presencia de *Cruckshanksia pumila* y *Argylia radiata*. Ha sido muy poco estudiado en cuanto a composición y estructura, habiéndose identificado para el área sólo una comunidad de carácter zonal, pero, a base de referencias indirectas, es probable que entre las comunidades extrazonales hayan algunas propias de las quebradas dominadas por *Schinus polygamus* y *Prosopis flexuosa* o por *Acacia Caven* y *Prosopis chilensis*, aunque no han sido formalmente definidas.

El Cuadro 6.2.2.4-3 muestra la distribución por superficies de los pisos vegetacionales dentro de la cuenca del Río del Carmen.

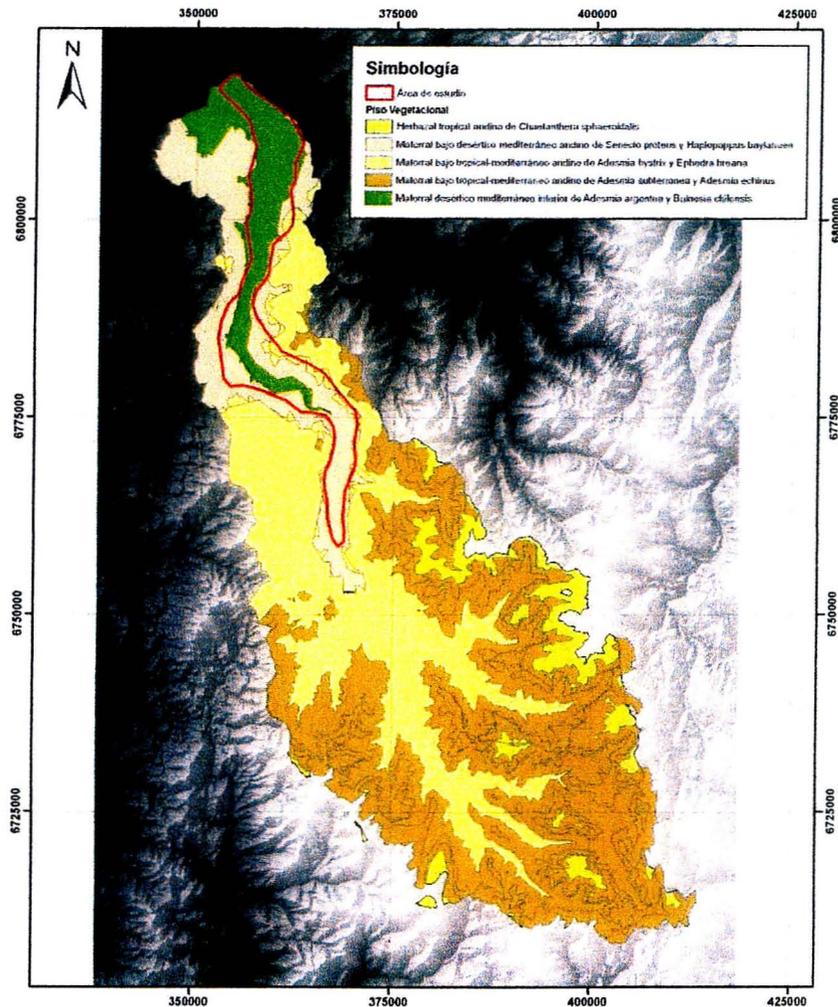
**CUADRO 6.2.2.4-3  
PISOS VEGETACIONALES EN LA CUENCA DEL RÍO DEL CARMEN**

Piso Vegetacional	Superficie (km2)	Porcentaje (%)
Herbazal tropical andino de <i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>	334,1	11,0
Matorral bajo desértico mediterráneo andino de <i>Senecio proteus</i> y <i>Haplopappus baylahuen</i>	317,8	10,4
Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia hystrix</i> y <i>Ephedra breana</i>	1.214,8	39,9
Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	1.024,6	33,7
Matorral desértico mediterráneo interior de <i>Adesmia argentea</i> y <i>Bulnesia chilensis</i>	153,5	5,0
<b>Total Cuenca</b>	<b>3.045,0</b>	<b>100,0</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Pliscoff y Luebert (2006)

La Figura 6.2.2.4-3 muestra la distribución espacial de los pisos vegetacionales mencionadas, dentro de la cuenca del río del Carmen.

**FIGURA 6.2.2.4-3**  
**PISOS VEGETACIONALES**



Fuente: Elaboración propia a partir de Pliscoff y Luebert (2006)

### Especies con problemas de conservación presentes en el área de Estudio

De acuerdo con cartografías contenidas en el estudio de BIOTA (2004), existen algunas especies con problemas de conservación presentes en el área de estudio, las cuales se indican en el Cuadro 6.2.2.4-4.



#### CUADRO 6.2.2.4-4 ESPECIES VEGETALES CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Estado de Conservación	Especie
Rara	Malesherbia auristipulata Ricardi
	Pintoa chilensis Gay
Rara (BMNHN N° 47 - 1998)	Alstroemeria polyphylla Phil.
	Neopterteria vallenarensis (Ritt.) A. Hoffman J.
Rara (Regional)	Bulnesia chilensis Gay
Vulnerable	Cordia decandra H. et A.
	Krameria cistoidea H. et A.
	Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz
Vulnerable (BMNHN N° 47 - 1998)	Equisetum giganteum L.
Vulnerable (Regional)	Balsamocarpon brevifolium Clos

Nota: Este cuadro indica únicamente aquellas especies con problemas cuya presencia en la zona es confirmada. No necesariamente son todas las especies con problemas de conservación presentes en la zona.

Fuente: Elaboración propia a partir de cartografías BIOTA (2004)

#### 6.2.2.5. Conclusiones

Dado que existe la presencia confirmada de especies de flora con problemas de conservación en estado "Vulnerable", a lo que se suma la presencia de un sitio prioritario de Biodiversidad a lo largo del cauce del río El Carmen (ver apartado 6.2.1), se asigna a este componente una importancia ecológica "Alta" (valor 4).

La vulnerabilidad por su parte adquiere una categoría de "Alta" (valor 4), ya que las comunidades vegetales de los ecosistemas áridos presentan alta vulnerabilidad al depender fuertemente de la presencia del recurso hídrico, el cual a su vez es escaso. En conclusión, la sensibilidad ambiental del componente resulta ser "Alta" (valor 4).

#### 6.2.3. Fauna

##### 6.2.3.1. Antecedentes Generales

El impacto sobre el régimen hidrológico del río tendrá efectos directos sobre las comunidades animales terrestres y acuáticas asociadas al río aguas abajo de la presa, mientras que aquellas que queden bajo la zona de inundación morirán, deberán trasladarse o verán su entorno bruscamente transformado. En términos generales, la fauna ha sido descrita a partir de información proveniente de otros estudios de escala regional por un lado,

y muestreos puntuales por otro lado, identificando especies y comunidades, probables y con problemas de conservación. A continuación se describe al componente “Fauna”.

### 6.2.3.2. Área de Influencia

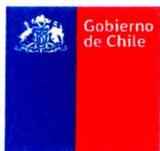
El área de influencia directa está conformada por la zona del muro, zona inundación, zona de empréstito (ubicada en la zona de inundación), por el cauce del río en el tramo comprendido entre el muro y el embalse Santa Juana y por las zonas aledañas a los caminos de acceso a la obra. En el primer caso, la zona de inundación evidentemente transformaría el hábitat y el ecosistema tanto terrestre como acuático. Por su parte, el muro regularía el régimen de caudales y sedimentos hacia aguas abajo transformando también las características naturales del ecosistema fluvial afectando las comunidades animales tanto terrestres como acuáticas. Finalmente, el tráfico de vehículos aumentaría durante la construcción, por lo cual las zonas aledañas a los caminos se verían afectadas por el aumento de ruido y emisiones, alterando el hábitat de las comunidades ahí presentes.

No se considera área de influencia indirecta en este componente.

### 6.2.3.3. Metodología

La descripción de este componente se basó en la revisión de la información bibliográfica existente. Las fuentes de información disponibles y consultadas fueron las siguientes:

- **Factibilidad de la Creación de un Área Silvestre Protegida Privada de Propiedad de Pequeños Productores Agrícolas y Crianceros en la Cuenca Alta del Río Huasco. Comuna de Alto del Carmen, Provincia del Huasco, Región de Atacama (EmprendeChile, Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda, 2004).** Crecientemente y especialmente en los sectores de los Valles de El Carmen y El Tránsito los productores agrícolas han manifestado su preocupación por la temática ambiental, especialmente aquella relacionada con la necesidad de hacer sustentable su recurso hídrico debido a su convicción inequívoca de la dependencia que de él tiene su actividad productiva.
- **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Pascua-Lama (Compañía Minera Nevada-Barrick Gold, y Arcadis Geotécnica, 2004).** El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue aprobado en Chile a mediados de febrero de 2006. En mayo de 2009 la empresa Barrick anunció el inicio del proyecto. Dicho estudio contiene información de carácter ambiental levantada para la realización de su línea base en distintos componentes ambientales incluyendo fauna.



#### 6.2.3.4. Resultados

##### Fauna terrestre

Respecto de la presencia de fauna terrestre, dentro de las fuentes secundarias consultadas que pudiesen poseer información sobre este componente, basado principalmente en datos de terreno, se encuentran el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Pascua Lama, realizado por Arcadis Geotécnica para Barrick Gold en 2004 y el estudio "Factibilidad de la Creación de un Área Silvestre Protegida Privada de Propiedad de Pequeños Productores Agrícolas y Crianceros en la Cuenca Alta del Río Huasco. Comuna de Alto del Carmen, Provincia del Huasco", realizado por BIOTA en 2004, para Empréndehile.

El primero de dichos estudios se basa en muestreos realizados en la zona alta de la cuenca, en los sectores cercanos a la ubicación de la mina, mientras que el segundo incluye revisiones bibliográficas, consultas a colecciones de museos y campañas de terreno en toda la comuna de Alto del Carmen. De este modo el catastro presentado por BIOTA en 2004, incluye especies actuales y potenciales, abarcando un territorio mayor que el descrito por Arcadis Geotécnica, razón por la cual, la descripción que sigue está centrada en lo indicado por BIOTA (2004).

El catastro presentado por BIOTA (2004), está compuesto por un total de 162 especies, de ellas fueron consideradas 94 detectadas y 68 potenciales para el sector. De las especies detectadas, 2 corresponden a anfibios, 9 a reptiles, 71 a taxa de aves (sólo tres de ellas introducidas, la codorniz, la paloma y el gorrión), y 12 a mamíferos (uno introducido, la liebre). De la fauna potencial, 3 corresponden a reptiles, 42 a taxa de aves, 20 a mamíferos y 3 a peces. La mayoría de las especies detectadas en la zona tienen una amplia distribución geográfica en Chile y también se encuentran en los países vecinos y por tanto no son exclusivas del área o de la III región. Sin embargo la lagartija de Müller y la lagartija andina se encuentran sólo en la III y IV regiones y "la lagartija de Atacama" está presente sólo en la III región. En total, seis especies son endémicas de Chile y corresponden a cuatro especies de reptiles, un ave (*Mimus thenca*) y un mamífero (*Abrocoma bennetti*).

Sobre los estados de conservación, BIOTA (2004) indica que a nivel internacional y de acuerdo al Libro Rojo de UICN (Hilton-Taylor, 2000), sólo una especie del catastro está amenazada, el guanaco (*Lama guanicoe*) que está en categoría Vulnerable; los reptiles *Callopistes palluma* y *Liolaemus lorenzmuelleri* están en categoría "datos insuficientes" (DD); y entre las aves, el cóndor (*Vultur gryphus*) está en categoría "menor riesgo, casi amenazado" (LR/nt).

A nivel nacional y a falta de la reglamentación establecida en la Ley de Bases del Medio Ambiente, se utiliza como referencia el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998)

que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y sus estados de conservación, separado por zonas del país (en este caso zona norte, regiones I a III).

De acuerdo con el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 1998), el estado de conservación de las especies detectadas en el área de estudio, es el siguiente: 16 de las 94 especies autóctonas están mencionadas en el Reglamento como amenazadas corresponden a los 2 anfibios (*Bufo spinulosus*, Vulnerable y *Pleurodema thaul*, en Peligro), todas las especies de reptiles (*Philodryas chamissonis*, *Liolaemus platei*, *Liolaemus atacamensis* y *Liolaemus cf. vallecurensis*, son Raras; *Liolaemus lorenzmuelleri*, *Liolaemus nitidus* y *Callopistes palluma* son Vulnerables), tres aves (*Chloephaga melanoptera* y *Vultur gryphus* son Vulnerables y *Attagis gayi* es Rara) y cuatro mamíferos (*Lagidium viscacia* y *Lama guanicoe* están En Peligro; *Pseudalopex culpaeus* y *Pseudalopex griseus* son Inadecuadamente Conocidos).

El Cuadro 6.2.3.4-1 muestra la información antes descrita, sobre especies con problemas de conservación en la comuna de Alto del Carmen.

**CUADRO 6.2.3.4-1**  
**ESPECIES DE FAUNA TERRESTRE CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN,**  
**PRESENTES Y PROBABLES EN LA COMUNA DE ALTO DEL CARMEN**

Especie	Estado de conservación
Culebra de cola larga ( <i>Philodryas chamissonis</i> )	R
Lagartija ( <i>Liolaemus cf. Vallecurensis</i> )	R
Guayata ( <i>Chloephaga melanoptera</i> )	V
Cóndor andino ( <i>Vultur gryphus</i> )	V
Perdicita cordillerana ( <i>Attagis gayi</i> )	R
Lagartija ( <i>Liolaemus lorenzmuelleri</i> )	V
Guanaco ( <i>Lama guanicoe</i> )	P
Iguana ( <i>Callopistes palluma</i> )	V
Lagartija de Atacama ( <i>Liolaemus atacamensis</i> )	R
Lagartija de Plate ( <i>Liolaemus platei</i> )	R
Lagarto nítido ( <i>Liolaemus nitidus</i> )	V
Perdicita cordillerana ( <i>Attagis gayi</i> )	R
Sapito cuatro ojos ( <i>Pleurodema thaul</i> )	P
Sapo espinoso ( <i>Bufo spinulosus</i> )	V
Vizcacha ( <i>Lagidium viscacia</i> )	P
Zorro culpeo ( <i>Pseudalopex culpaeus</i> )	IC

Fuente: Elaboración propia a partir de BIOTA (2004)



## Fauna acuática

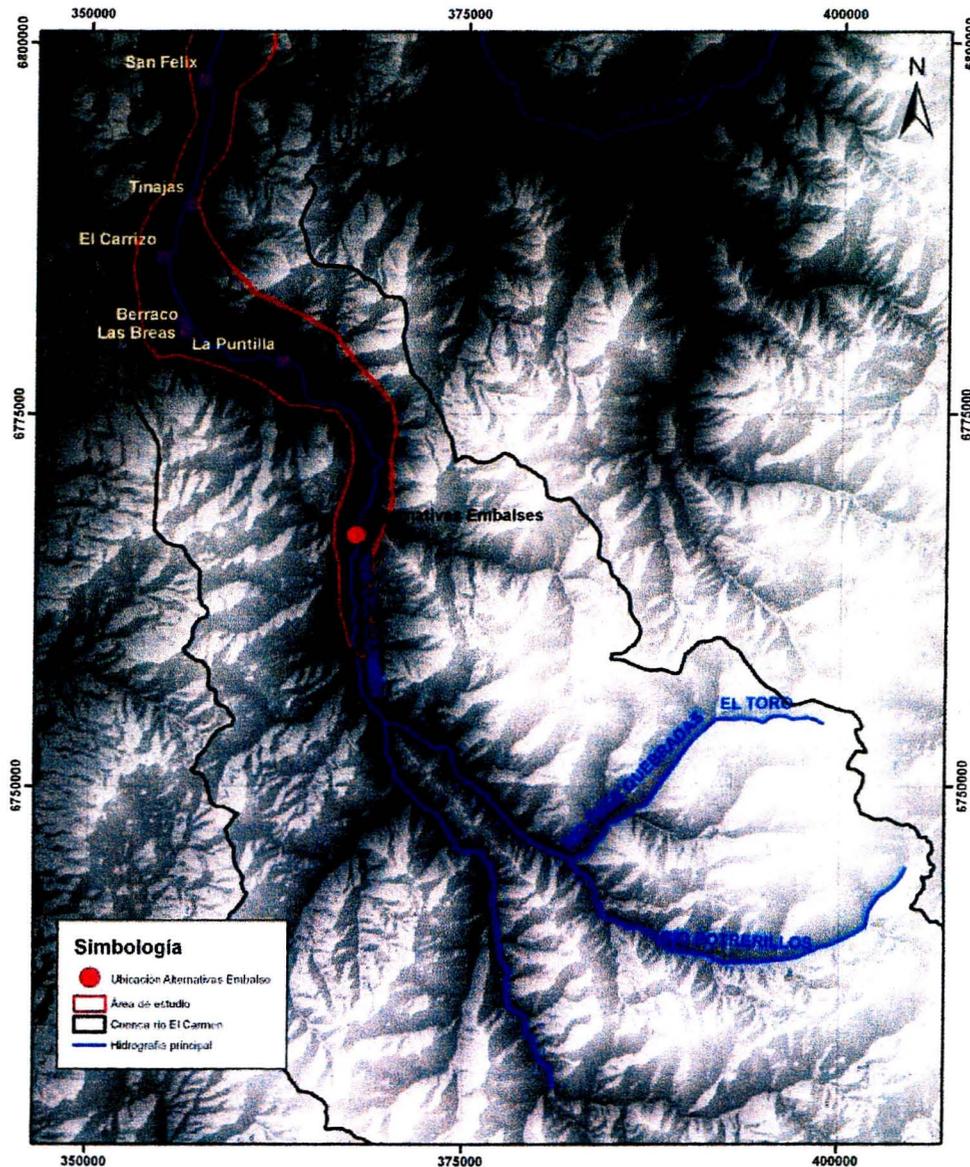
En el marco del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Pascua Lama realizado por Arcadis Geotécnica para Barrick Gold en 2004, se realizaron seis campañas de terreno durante los meses de diciembre de 1997, mayo y noviembre de 1999, marzo de 2000, enero 2002 y mayo 2003, las cuales consideraron diversos puntos de muestreo, los que se dividen como se indica a continuación:

- Cuenca Ríos El Toro y de Las Tres Quebradas (5 puntos de muestreo).
- Cuenca Ríos Potrerillos y del Carmen (6 puntos de muestreo).
- Cuenca Ríos Chollay y del Tránsito (6 puntos de muestreo).
- Cuenca Río del Estrecho (3 puntos de muestreo)

Para efectos del presente estudio, se expondrán a continuación los resultados de los ríos ubicados en la cuenca del área de estudio, esto es, los ríos del Toro, Tres Quebradas, Potrerillos y del Carmen (el punto de muestreo más bajo se ubica entre las localidades de San Félix y La Majada). La Ubicación de estos puntos de muestreo, se presenta en la Figura 6.2.3.4-1, en la que se muestra una ubicación general de los tramos de río que fueron objeto de análisis en el presente apartado.

- **Río el Toro.** La fauna de macro invertebrados bentónicos presentó 4 taxa, lo cual constituye una condición de baja riqueza taxonómica en relación con la fauna de sistemas próximos (Río de Las Tres Quebradas). La densidad total de individuos fue la más baja entre las descritas para los sistemas del área de estudio, la que alcanzó un valor de 224 ind/m<sup>2</sup>. El taxa más representativo fue el orden *Ephemeroptera*. Debido a que dicho orden es una taxa sensible a la contaminación por materia orgánica, se sugiere escaso grado de intervención y contaminación antrópica en el Río El Toro. La baja riqueza de especies de macro invertebrados bentónicos junto con la ausencia de flora acuática ribereña indican condiciones subóptimas para el desarrollo de poblaciones de peces.

FIGURA 6.2.3.4-1  
TRAMOS ANALIZADOS



- **Río Tres Quebradas.** La fauna de macro invertebrados bentónicos de este río presentó el mayor número de taxa entre los sistemas fluviales de la sub cuenca, encontrándose ocho órdenes de macro invertebrados. La densidad total de individuos también fue la más alta entre los sistemas de la sub cuenca, alcanzando a 1.712 ind/m<sup>2</sup>. En términos de frecuencia, el taxa más representativo en el tramo superior del Río de Las Tres Quebradas fue el

orden *Diptera*, taxa tolerante a altos niveles de materia orgánica en las aguas. Por el contrario, *Oligochaeta* fue el taxa más frecuente en el tramo aguas abajo de la confluencia con el Río El Toro. En relación con la abundante oferta alimentaria presente, las condiciones de hábitat que ofrece el Río de Las Tres Quebradas son favorables para el desarrollo de biota acuática, sin embargo, no hubo evidencias de fauna íctica ni de flora acuática asociada al cauce.

- **Río Potrerillos.** La fauna de macro invertebrados bentónicos presentó cinco y tres taxa en los periodos de otoño y primavera respectivamente, para el tramo aguas arriba de la confluencia con el Río de las Tres Quebradas. En la campaña realizada en el año 1999, la taxa más abundante fue el orden *Ephemeroptera*, mostrando predominio en ambas épocas del año muestreadas. Durante la campaña del año 2002 la taxa más abundante correspondió al orden *Coleoptera*. La calidad fisicoquímica del agua en este tramo de estudio constituye una condición de hábitat favorable para el establecimiento y desarrollo de biota acuática. Por otro lado, la abundante y diversa presencia de macro invertebrados en el bentos provee suficiente disponibilidad alimentaria para la fauna íctica, sin embargo, no se detectaron ejemplares de peces en el río Potrerillo.
- **Río del Carmen.** La fauna de macro invertebrados bentónicos presentó gran abundancia y diversidad de taxa en la mayoría de los puntos muestreados. La densidad total durante el periodo de otoño fluctuó entre 464 ind/m<sup>2</sup> y 2176 ind/m<sup>2</sup> en el tramo estudiado. Una condición inversa fue encontrada durante la primavera, con valores entre 368 ind/m<sup>2</sup> y 2032 ind/m<sup>2</sup>. El taxa más frecuente fue *Ephemeroptera*, cuya abundancia relativa fue decreciendo hacia los tramos de menor cota, detectándose además un aumento progresivo de los taxa *Coleoptera*, tanto en otoño como en primavera. Dado que *Ephemeroptera* es un taxa sensible a niveles elevados de materia orgánica, *Coleoptera* es tolerante, lo cual sugiere un decrecimiento de la calidad del agua del Río del Carmen a medida que se disminuye en altitud. Según esto, hacia los tramos inferiores del Río del Carmen, principalmente cerca de la localidad de San Félix, se detectaría actualmente los mayores niveles de materia orgánica. Los organismos algales, por su parte, fueron detectados en abundancias de 2.000 algas totales por litro, correspondiendo la mayoría de estos a diatomeas pennadas bentónicas, desprendidas del fondo. Respecto de la ictiofauna, durante los periodos de otoño y primavera sólo se detectó la presencia de ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey chileno), en el tramo del Río del Carmen próximo a la localidad de San Felix. Esta especie nativa, presenta una distribución restringida a la III y IV Regiones (Arratia, 1981) y está considerada en Peligro de Extinción en todo su rango de distribución, ello debido a eventos de fragmentación y artificialización del



hábitat (Glade, 1993). De acuerdo con los análisis realizados, estos pejerreyes se alimentarían principalmente de gastrópodos.

#### **6.2.3.5. Conclusiones**

Dado que existe la presencia confirmada de especies de fauna terrestre con problemas de conservación en estado “Vulnerable” y otras especies de fauna acuática en “Peligro de Extinción” sumado a la presencia de un sitio prioritario de Biodiversidad a lo largo del cauce del río El Carmen (ver apartado 6.2.1), se asigna una importancia ecológica de “muy alta” (valor 5) y “alta” (valor 4) para fauna acuática y terrestre respectivamente. Los ecosistemas de climas desérticos, dependen fuertemente de los cuerpos de agua, por lo cual su vulnerabilidad muy alta, lo cual ya se ve reflejado por la presencia de especies con problemas de conservación tanto en fauna terrestre como acuática, es por ello que su vulnerabilidad ambiental también adquiere una valoración de “muy alta” (valor 5) y “alta” (valor 4) para fauna acuática y terrestre respectivamente. En síntesis, la sensibilidad resultante para este componente es de “muy alta” (valor 5) y “alta” (valor 4) para fauna acuática y terrestre respectivamente.

### **6.3. MEDIO HUMANO**

#### **6.3.1. Componente Social**

##### **6.3.1.1. Antecedentes Generales**

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

##### **6.3.1.2. Área de Influencia**

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

##### **6.3.1.3. Metodología**

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

- **Censos de población (INE, 1992-2009)**
- **Encuesta CASEN (2006, 2009)**
- **Memoria de Título Implicancias Territoriales del Conflicto Pascua Lama Valle del Huasco, Región de Atacama. Bárbara Salinas Rivera (2007).** La presente investigación expone el caso del conflicto originado en el Valle del Huasco, Región de Atacama, por la instalación del megaproyecto de minería de oro Pascua Lama, de la transnacional Barrick Gold.
- **Reporte estadístico del Distrito 6 (Comuna Alto del Carmen). (Biblioteca del Congreso Nacional, 2009).** Corresponde a un informe que reúne información de distintos organismos públicos y expone una caracterización general de la comuna en términos de
- **Analysis of the Role of Institutions in Water Conflicts. IACC Project (ROJAS, A., REYES, B., MAGZUL, L., MORALES, H. L., BÓRQUEZ, R. AND SCHWARTZ, E. 2007).** Análisis sobre resolución adaptativa de conflictos, el rol de instituciones y su capacidad para resolver conflictos en términos políticos y sociales.

#### 6.3.1.4. Resultados

##### Asentamientos Humanos

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

##### a) Demografía

Según el Censo 2002, como se observa en el Cuadro 6.3.1.4-1, la Región de Atacama posee 254.336 habitantes, 66.491 se encuentran en la Provincia del Huasco (26,14% del total de habitantes de la regional). Por su parte la comuna de Alto del Carmen tiene 4.840 habitantes, correspondiente sólo al 7,2% del total provincial, y al 1,9% del total regional de habitantes, con una población totalmente rural, abarcando el 22,2% de la población rural de la Región de Atacama.

Al realizar el análisis de distribución de la población según sexo, se observa que en las zonas rurales el número de hombres supera al de mujeres, valor que se revierte en las zonas urbanas (Cuadro 6.3.1.4-2).

**CUADRO 6.3.1.4-1**  
**POBLACIÓN URBANO-RURAL A NIVEL REGIONAL, PROVINCIAL Y COMUNAL**

Escala de Análisis	Habitantes	Porcentaje	Porcentaje en relación al total regional
<b>Región de Atacama</b>	254.336		
<b>Urbana</b>	232.619	91,46%	
<b>Rural</b>	21.717	8,54%	
<b>Provincia del Huasco</b>	66.491		26,14%
<b>Urbana</b>	53.664	80,71%	23,07%
<b>Rural</b>	12.827	19,29%	59,06%
<b>Comuna de Alto del Carmen</b>	4.840		1,90%
<b>Urbana</b>	0	0,00%	0,00%
<b>Rural</b>	4.840	100,00%	22,29%

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

La revisión de la pertenencia a algún grupo étnico en la zona, según se observa en el Cuadro 6.3.1.4-3, denota que la población de la Comuna de Alto del Carmen declara pertenecer, en un mayor porcentaje que el nivel regional y provincial, a un grupo étnico. Esto pudiese deberse a la población Diaguita que se encuentra principalmente en el Valle del Tránsito, aunque igualmente se reconoce ascendencia diaguita por la zona del Valle de San Félix.

Algo que debe tomarse en cuenta en relación a los grupos étnicos es que la persona censada debe responder la siguiente pregunta “¿Pertenece usted a alguno de los siguientes pueblos originarios o indígenas?”, debiendo seleccionar entre: Alacalufe, Atacameño, Aimara, Colla, Mapuche, Quechua, Rapa Nui, Yámana (Yagán) o ninguna de las anteriores, listado en el que la étnia Diaguita no aparece, lo que podría suponer que personas omitan dicha información, por sentir que no pertenecen a ninguna de las étnias nombradas. La encuesta CASEN (2009), por su parte, indica que el 22% de la población de la comuna dice pertenecer a alguna étnia.

**CUADRO 6.3.1.4-2**  
**POBLACIÓN URBANO-RURAL A NIVEL REGIONAL, PROVINCIAL Y COMUNAL SEGÚN SEXO**

Escala de Análisis	Número de Habitantes		
	Hombres	Mujeres	Total
<b>Región de Atacama</b>	129.147	125.189	254.336
Urbana	115.977	116.642	232.619
Rural	13.170	8.547	21.717
<b>Provincia del Huasco</b>	32.712	33.779	66.491
Urbana	25.769	27.895	53.664
Rural	6.943	5.884	12.827
<b>Comuna de Alto del Carmen</b>	2.629	2.211	4.840
Urbana	0	0	0
Rural	2.629	2.211	4.840

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

**CUADRO 6.3.1.4-3**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN PERTENENCIA A UN GRUPO ÉTNICO**

		Pertenece		No Pertenece		Total
		N°	%	N°	%	
Región de Atacama	Hombres	4.040		124.066		128.106
	Mujeres	3.367		121.732		125.099
	<b>Total</b>	<b>7.407</b>	<b>2,93%</b>	<b>245.798</b>	<b>97,07%</b>	<b>253.205</b>
Provincia de Huasco	Hombres	1.023		31.995		33.018
	Mujeres	963		32.844		33.807
	<b>Total</b>	<b>1.986</b>	<b>2,97%</b>	<b>64.839</b>	<b>97,03%</b>	<b>66.825</b>
Comuna de Alto del Carmen	Hombres	129		2.378		2.507
	Mujeres	127		2.061		2.188
	<b>Total</b>	<b>256</b>	<b>5,45%</b>	<b>4.439</b>	<b>94,55%</b>	<b>4.695</b>

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

b) Educación

El promedio años de estudio de la Comuna de Alto del Carmen es de 8,1 años, siendo menor al promedio de escolaridad regional, que llega a 10,3 años. Esto se

correlaciona con la tasa de analfabetismo comunal, que es de 9.1%, siendo mayor a la regional, que sólo llega al 2,4%.

En la comuna de Alto del Carmen existen 16 escuelas municipales, de las cuales cuatro pertenecen al Valle de San Félix y dos se encuentran en Alto del Carmen, un colegio y un liceo. La matrícula total de la comuna es de 849 alumnos al año 2008, siendo el 1,58% del total regional. Anualmente a nivel comunal salen 75 niños de 8° básico, de los cuáles el 60% aproximadamente se quedan en el Liceo comunal (Liceo Alto del Carmen) y un 40% sale de la comuna para terminar sus estudios de enseñanza media.

### c) Salud

La Región de Atacama posee cinco hospitales, 22 centros de salud ambulatorios y 16 postas de salud rural para la atención de pacientes. La comuna de Alto del Carmen cuenta con cuatro postas rurales y tres estaciones médico rural y sólo un centro de salud ambulatoria, el cual desde diciembre de 2010 pasará a ser un Centro de Salud Familiar.

En el área de Estudio, el Valle de San Félix, se ubican dos postas rurales, una en la localidad de Las Breas y otra en la localidad de San Félix. Estos recintos cuentan con un paramédico permanente y la visita del equipo médico<sup>4</sup> una vez a la semana en Las Breas y dos veces a la semana en San Félix. Además la localidad de El Corral cuenta con una estación médico rural, que no cuenta con paramédico, y que recibe la visita del equipo médico una vez al mes.

Las enfermedades más frecuentes en la comuna, según datos entregados por el Director Subrogante del Departamento de Salud Municipal de Alto del Carmen, son el mal de chagas, la hipertensión y la diabétes. En el caso del alcoholismo o la drogadicción, el centro de salud no se manejan datos o antecedentes al respecto.

Según datos de la Ficha de Caracterización Comunal de la Subsecretaría de Salud Pública, el 95,4% de la población comunal pertenecen a FONASA o no tienen previsión de salud (Ministerio de Salud, 2010). Además se indica en dicha Ficha que la discapacidad en la comuna es del 2,3%, pero esta temática no se aborda actualmente en el centro de salud, el apoyo que se entrega es principalmente mediante la visita a pacientes postrados.

En el caso de las atenciones de gravedad ocurridas en los valles del Tránsito o San Félix, estas son reportados por radio o teléfono, realizándose el envío de una

<sup>4</sup> Equipo médico conformado por un médico general, matrona, enfermera, quinesiólogo, psicólogo, asistente social, nutricionista, dentista, entre otros.



ambulancia. Las primeras atenciones son entregadas en el Centro de Salud de Alto del Carmen y luego los pacientes se derivan a Vallenar, en el caso de ser necesario.

#### d) Vivienda

Al analizar el desarrollo habitacional comunal, se observa que la comuna de Alto del Carmen el 47,9% de las viviendas son clasificadas como buenas, valor menor al nivel país que cuenta con el 76,8% de las viviendas en esta clasificación. Estos valores se invierten en el caso de las viviendas deficitarias, ya que en la comuna un 27,2% de las viviendas se encuentran en este estado, y a nivel país sólo el 8,8% (CASEN, 2006).

#### e) Estructura de Servicios

El abastecimiento de agua potable en la comuna está abordada en un 82,9% por la red pública, y los restantes cuentan con otros medios de abastecimiento. En relación a la eliminación de excretas, en la comuna sólo el 16,1% de los hogares están conectados al sistema de alcantarillado, y los restantes declara tener fosa séptica (46,9%) u otro tipo de conexión, como letrinas sanitarias, pozos negros o sistema de cajón (36,9%).

El 98,7% de los hogares se encuentran conectados a la red pública de energía eléctrica, valor similar al nivel regional.

#### f) Condición Socioeconómica

A nivel regional el porcentaje de pobreza es de un 17,4% para el año 2009, porcentaje mayor al 10,5% evaluado el año 2006, clasificándose entre las cinco regiones con mayores índices de pobreza del país, por sobre en nivel de éste, que llega a un 15,1%. Los niveles de indigencia regionales (7,3%) la sitúan como la segunda región con más indigentes del país, casi doblando el nivel que se tenía el año 2006 (2,8%) y el porcentaje nacional del 2009 (3,7%).

A nivel comunal se cuentan con datos de la Encuesta CASEN 2006, indicándose que hay un 1,4% de pobres, muy por debajo del nivel regional de ese año, sin presentarse indigentes en la zona. El ingreso promedio por hogar es de \$439.632, siendo el más bajo de la región.

La desocupación en la comuna de Alto del Carmen llegó en el 2006 (CASEN) al 4,8%, valor menor a la desocupación regional que llegó a un 6,5% y al país que tenía una desocupación de 7,3%. Valores que seguramente han aumentado a nivel regional y comunal debido a su correlación con los índices de pobreza e indigencia, que han aumentado en la zona.



La municipalidad de Alto de Carmen cuenta con una oficina de empleo, donde se indica que producto de la principal actividad productiva, la agricultura, el principal trabajo es el temporero, generándose periodos de cesantía entre los meses de abril y agosto, donde aumenta el número de persona que buscan colocaciones de empleo a través del apoyo municipal.

#### g) Actividad Económica

A nivel regional la minería es la principal actividad económica (45% del PIB regional), destacando la producción de cobre, oro, plata, hierro y molibdeno. La agricultura es la segunda actividad económica en importancia, aportando cerca del 11% del PIB regional (producción de uva de exportación). También destaca el comercio con un 11%, seguido por la pesca con un 4%, el sector servicios básicos (electricidad, gas y agua) con un 2% y por último la industria manufacturera con un 3% del PIB regional.

Paralelamente, los sectores que concentran mayor ocupación son, de mayor a menor participación, los servicios comunales y sociales, el Comercio, la Construcción, Minas y Canteras, Agricultura, Caza y Pesca (MIDEPLAN, 2009).

Las pequeñas y medianas empresas tiene una gran incidencia en la generación de empleo en la región, creando aproximadamente 85.000 puestos de trabajo, correspondiente al 77,7% de los ocupados de la región en el año 2006 (MIDEPLAN, 2009).

En la comuna de Alto del Carmen la principal actividad económica es la agricultura, aunque ha existido históricamente pequeña minería y se proyecta la puesta en marcha del Proyecto Minero Pascua Lama para el año 2013, además de otros proyectos de la gran minería.

#### h) Vocación Productiva

Como se dijo anteriormente, la principal actividad económica comunal es la agropecuaria. En Alto del Carmen existen 1.181 explotaciones agropecuarias, de las cuales 1.050 cuentan con actividad. Los suelos de cultivo alcanzan las 3.694,8 hectáreas, de las cuales 1.898 ha se destinan a cultivos anuales y permanentes, y tan sólo 164 ha se destinan a especies forrajeras y de rotación. El 45% restante de los suelos de cultivo se encuentran en barbecho y descanso.

En el sector agrícola predominan los frutales por sobre el cultivo de hortalizas y cereales. Existe presencia de viñas y parronales y el cultivo de uva de mesa es el principal en términos de superficie. Según datos del INE (2007) la superficie destinada a frutales en la comuna llega 1.461 ha (incluyendo huertos caseros), de las cuales 998 ha se encuentran

plantadas con Uva de Mesa (95% en producción) y 175 ha con Palto. En el rubro hortícola, al año 2007 se cuenta con una superficie poco relevante.

La actividad pecuaria tiene presencia en la comuna con 8.486 cabezas de ganado, donde los caprinos abarcan el 49,7% de ese total (INE, 2007).

La actividad agropecuaria presenta un nivel de desarrollo tecnológico menor al requerido, tanto en lo que respecta a organización, como a la capacidad de gestión de los productores involucrados FIA (2009), impidiendo el acceso a tecnologías, información y otros insumos indispensables para consolidar sus emprendimientos y mejorar la rentabilidad.

La lejanía en comparación con otros centros productivos de regiones con un mayor desarrollo del sector, sumado a problemas de conectividad y costo de transporte para los productores en sus respectivas localidades, les impide tener acceso a una información actualizada, tanto técnica, como de mercado general y específico. Situación que incluye a todos los actores de la cadena productiva, con el consiguiente impacto negativo en la toma de decisiones oportunas y ventajosas sobre inversiones y rentabilidades de los rubros.

Un elevado porcentaje de los productores de la agricultura familiar campesina, genera reducidos volúmenes y comercializa sus productos individualmente a intermediarios mayoristas. En muchos casos bajo condiciones higiénicas insuficientes para asegurar inocuidad de los productos. Paralelamente, la comercialización de éstos se realiza en envases tradicionales y/o a granel, lo que les impide acceder a mercados que oferten mejores precios.

### **Identificación de los principales problemas asociados al riego**

A continuación se presenta un esbozo de los principales problemas asociados al riego en el área de estudio.

Entre ellos se encuentran temas sociales, económicos, productivos y de acceso. Por ejemplo, la presencia de una agricultura envejecida, bajo incentivo de la juventud a tomarla como oficio, desmotivación para permanecer en zonas rurales, los bajos rendimientos de los cultivos y poca diferenciación de los productos, la baja eficiencia en el uso del agua, el uso de una mayor cantidad que el agua correspondiente a las acciones que se posee, la baja seguridad de riego, y los posibles problemas de calidad y cantidad de agua producto de la explotación minera en la cabecera de la cuenca.

### **Diagnóstico e identificación de los actores territoriales relevantes**

Los actores involucrados son todos aquellos que viven en un territorio específico, en este caso el área de estudio, que se ven influenciados y/o tienen influencia sobre el caso



de estudio. En este sentido se pueden identificar una variada gama de actores, como los actores sociales, productivos e institucionales, y además, en el caso del presente estudio, los usuarios de organizaciones de regantes y otras organizaciones relacionadas con el agua.

Los actores sociales identificados en la etapa del diagnóstico corresponden principalmente a dirigentes de las comunidades de agua de los diferentes canales, juntas de vecinos y agrupaciones sociales como clubes deportivos, asociación de agricultores, agrupación de productores pecuarios, agrupaciones diaguitas, grupos prodesales, comités de agua potable rural, centros de madres y organizaciones del adulto mayor. El listado de las organizaciones sociales identificadas puede verse en el Anexo EAA-3 (disponible en formato digital).

En relación a los actores institucionales se hace una revisión de las autoridades e instituciones públicas presentes en el territorio y los organismos pertinentes a los temas relacionados con el proyecto entre ellos:

- **Gobernación Regional e Intendencia**, cuyo enfoque apunta al desarrollo de la sociedad civil en pro de visualizar proyecciones y desafíos para la asociatividad y sustentabilidad del recurso hídrico en el Valle del Huasco. Se crea la mesa del agua en 2007 permitiendo una mayor coordinación entre las instituciones públicas con incidencia directa en el uso, manejo y gestión del recurso, que sirve como instancia de diálogo entre los diferentes sectores y organizaciones.
- **Gobierno Comunal, Municipalidad de Alto del Carmen**, equipos Prodesales, encargados de asistir y apoyar a los pobladores mejorando sus condiciones vitales, a través de avances en los sistemas de salud, educación, seguridad social, empleo, etc.
- **Servicios públicos de fomento productivo encabezados por CORFO, INDAP, FOSIS, SERCOTEC, SERNATUR**, entre otros, cuyo objetivo principal es apoyar los programas desarrollo territorial en las diferentes áreas de interés económico.

Además es posible nombrar a todos los organismos públicos presentes en la región, aun cuando no tengan oficinas locales, y a los cuales pueden acceder los beneficiarios, como por ejemplo, Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección General de Agua, Dirección de Obras Hidráulicas y las secretarías regionales ministeriales de los diversos ministerios públicos.



## Conflictos territoriales pre existentes

Uno de los actores privados relevantes del área de estudio es la empresa minera Barrick Gold Corporation, con su filial en Chile Compañía Minera Nevada, que desarrolla el Proyecto Minero Pascua Lama en la parte alta de la cuenca, lo que ha generado una serie de conflictos con los grupos locales que datan desde el año 2000.

Este actor es quizás uno de los más importantes, debido a la influencia e intervención importante en el territorio, que ha generado importantes conflictos en todos los aspectos de la vida comunitaria: sociales, gubernamentales, ambientales y económicos, que han sido ampliamente documentados, siendo un factor relevante en el análisis de relaciones entre los actores.

Los riesgos que percibe la comunidad local producto de la explotación minera se deben principalmente a tres factores, el primero, la disminución de los caudales de los ríos que riegan el valle producto a la intervención de glaciares que pretendía hacer la empresa<sup>5</sup>, segundo, la contaminación de las aguas debido a la generación de aguas ácidas y a la disponibilidad de algunos minerales peligrosos producto de la fracturación de la roca y, tercero, debido al transporte de sustancias peligrosas o de alto riesgo por los estrechos caminos del valle, siendo una afectación directa a la forma de vida de las comunidades locales y un riesgo permanente de contaminación de ecosistemas y flujos de agua producto de posibles volcamientos (*Rojas et. Al., 2007*).

Ahondando en el origen del conflicto es fundamental revisar bibliografía generada en el área de estudio, que analice el proyecto minero desde la mirada de la "Resolución Adaptativa de los Conflictos Ambientales" (*Rojas et al., 2003*). Esta mirada analiza diversos conflictos ambientales basándose en la siguiente premisa: "es fundamental la inclusión de una amplia gama de actores interesados en la resolución de los conflictos y un verdadero esfuerzo para entender sus intereses y valores relacionados con los problemas del agua"<sup>6</sup> pudiendo disminuir con esto la exposición, aumentar la capacidad de adaptación y por lo tanto reducir la vulnerabilidad.

Un estudio desarrollado por una serie de instituciones académicas nacionales e internacionales<sup>7</sup> muestra que en el caso del conflicto Pascua Lama, muchos de los ocho principios fundamentales de la Resolución Adaptativa de Conflictos no se cumplieron (*Rojas et al., 2007*). Así se observa en el Cuadro 6.3.1.4-4

<sup>5</sup> El plan minero pretendió la remoción de parte de tres glaciares que se encontraban dentro del rajo proyectado de la mina, glaciares que alimentan a los afluentes de la zona.

<sup>6</sup> Texto traducido desde el inglés del Estudio de *Rojas et al., 2003*

<sup>7</sup> Universidad de Regina y Universidad de British Columbia en Canada, Universidad de La Serena y el Instituto de Ecología Política en Chile.



### CUADRO 6.3.1.4-4 ANÁLISIS DEL CONFLICTO PASCUA LAMA DESDE LA MIRADA DE LA RESOLUCIÓN ADAPTATIVA DE CONFLICTOS AMBIENTALES

PRINCIPIO	CONFLICTO PASCUA LAMA
Participación temprana y equitativa a la información para todas las partes involucradas, incluyendo la información acerca de los puntos de vista de las otras partes interesadas.	La participación formal se desarrollo en el proceso de participación ciudadana, en donde la empresa presenta su proyecto a la comunidad y esta tiene un plazo de 60 días para hacer sus observaciones. El acceso a la información no es equitativo, ya que los documentos del proyectos son dejados en pocos lugares, son complejos y extensos, por lo que muy pocas personas de la comunidad pueden tener acceso a él, y solamente en horario de oficina. Los puntos de vista de los diferentes involucrados se hacen visibles en los medios de comunicación o en las reuniones de participación ciudadana
Relaciones de poder balanceadas y simétricas en las negociaciones	En términos formales, según lo indica la normativa ambiental, el proceso de toma de observaciones y dudas que realiza la empresa en la participación ciudadana no es vinculante, es decir, las opiniones vertidas en las reuniones no obligan, si la institucionalidad ambiental no lo toma como suyo, a darle cumplimiento. El proceso de negociación más conocido fue el protocolo de acuerdo realizado entre la Junta de Vigilancia y la empresa, en dicho proceso se dieron igualdades de poder, donde prevaleció el beneficio económico que favoreció la Junta de Vigilancia a cambio de cesar la oposición al proyecto. Debe tenerse en cuenta que existieron grupos que como principio de su organización fue la oposición al proyecto y la no-negociación con la empresa.
Reconocer , respetar y cultivar las legítimas diferencias en valores y puntos de vista para iluminar soluciones creativas (integración de todos los puntos de vista, la complejidad y creatividad generan nuevas soluciones)	No existieron las instancias para esto.

**CUADRO 6.3.1.4-4**  
**ANÁLISIS DEL CONFLICTO PASCUA LAMA DESDE LA MIRADA DE LA**  
**RESOLUCIÓN ADAPTATIVA DE CONFLICTOS AMBIENTALES**

PRINCIPIO	CONFLICTO PASCUA LAMA
<p>La resolución del conflicto debe asegurar la integridad de los ecosistemas y restaurar los efectos negativos sobre la biodiversidad</p>	<p>La Resolución que aprueba el proyecto le impone una serie de exigencias a la empresa, pero aun así se desconocen los efectos reales que tendrá la explotación de la mina, más aun si se considera que la actividad minera es altamente invasiva con los ecosistemas y un modificador importante del paisaje.</p> <p>Si se toma en cuenta que en el proceso de sondaje y estudios la empresa intervino fuertemente el territorio, no existe en la comunidad una confianza que permita creer que los impactos van a ser.</p> <p>Por otra parte, para el análisis del proyecto y la generación de exigencias se trabajó bajo muchos supuestos, por ello no está asegurada la integridad ecosistémica, ya que los grandes vacíos científicos que existen, principalmente en el tema de glaciares, hacen ver que las probabilidades de afectación sea alta.</p>
<p>El capital social debe ser fortalecido</p>	<p>El conflicto Pascua Lama creó una gran organización social en la zona, nunca vista en la provincia, que no sólo movió a personas regionalmente, sino que también a nivel nacional e internacional. En esta etapa el capital social se vio muy fortalecido, ya que permitía la organización en torno a temáticas comunes de grupos que quizás sin conflicto nunca se hubiesen juntado a conversar.</p> <p>El protocolo de acuerdo firmado entre la empresa y la Junta de Vigilancia, uno de los grupos opositores, generó una merma importante en la organización producto de la desilusión, perdiendo una gran fuerza. Desde ese momento la influencia mediática mucho menor y con menor recursos económicos, ya que era la Junta la que les financiaba muchas de las actividades.</p>

### CUADRO 6.3.1.4-4 ANÁLISIS DEL CONFLICTO PASCUA LAMA DESDE LA MIRADA DE LA RESOLUCIÓN ADAPTATIVA DE CONFLICTOS AMBIENTALES

PRINCIPIO	CONFLICTO PASCUA LAMA
Las compañías involucradas en el conflicto fortalecen sus adaptaciones tecnológicas e institucionales hacia la sustentabilidad	Barrick debió asumir una serie de exigencias que no habían sido consideradas en el proyecto inicial, con ella tiene que modificar su proceso productivo y minimizar los posibles impactos del proyecto, principalmente ante los riesgos de disminución de caudales y contaminación de las aguas.  Esto puede considerarse como una adaptación tecnológica impuesta, pero que necesariamente la empresa tendrá que cumplir, sentando las bases para futuros proyectos mineros que necesariamente tendrán que asumir estas tecnologías como base, y desde ahí buscar más eficaces.
Como consecuencia de la resolución del conflicto las organizaciones sociales mejoran sus habilidades de negociación y creatividad	Las organizaciones sociales opositoras en ningún momento buscaron la negociación.
La autoridad democrática del estado es fortalecida cuando su autoridad moral supera el uso de la coerción en la solución del conflicto	En ninguna parte del conflicto se le dio legitimidad a la autoridad gubernamental, ya que la comunidad siempre percibió que ella estaba a favor del proyecto e intentaba su aprobación, aun cuando la institucionalidad ambiental trató de desmarcarse del proyecto demostrar que seguía los procesos adecuadamente. Para muchos de los participantes el proceso estuvo aprobado desde siempre, ya que era una decisión política, y lo único que logró la gran oposición al proyecto fue que los ojos estuvieran puestos sobre ellos, por lo que estaban obligados a hacer las cosas bien.

Fuente: Rojas *et. Al*, 2007

En general, las asimetrías de poder, de acceso a la información, la deslegitimidad hacia las instituciones y la nula negociación entre parte de los grupos, además de otros sucesos que acrecientan los problemas, limitan de sobremanera la creación de confianzas y la legitimidad de las instituciones que han sido clave en el conflicto. Lo que genera un importante grado de desconfianza por parte de los regantes, que se refleja en las consultas realizadas durante los talleres de participación ciudadana del presente estudio.

Es por esto que se vuelve a reiterar la relevancia de tener presente este contexto en el análisis de las futuras etapas del ciclo de vida de los proyectos estatales.



### 6.3.1.5. Conclusiones

Dado que en la zona de inundación no hay presencia de poblados ni caseríos, el impacto más relevante que la operación de la obra tendría sobre el componente social sería de carácter positivo, por cuanto contempla de manera implícita la generación de los siguientes beneficios (Etapa de operación).

- Aumento del beneficio económico de los agricultores producto del aumento en la seguridad de riego, con el consiguiente cambio productivo asociado y/o el aumento en la superficie regada.
- Fomento a la contratación de mano de obra en el rubro agrícola.
- Amortiguación de crecidas. Pese a no ser un objetivo planteado por el estudio, el efecto que un embalse tendría sobre este aspecto sería positivo, ya que permitiría evitar el daño de las tierras cultivadas producto de crecidas. Del mismo modo, al poseer un régimen de caudales controlados, se permite aumentar la superficie regada extendiéndose ésta hacia la caja del río.
- Eventual incremento del turismo y de los espacios recreacionales, dadas las probables mejoras escénicas del paisaje en la zona del embalse.

Para efectos de determinar la sensibilidad ambiental de este componente, esta está dada sólo por la Vulnerabilidad, puesto que el concepto de Importancia Ecológica no se aplica en este caso. La existencia de una población envejecida, con un importante componente de etnias originarias, el nivel de ingresos, pobreza y desempleo además de una actividad agrícola tradicional y en muchos casos de pequeña escala o subsistencia, hace considerar a este componente como altamente vulnerable (valor 4).

### 6.3.2. Patrimonio Arqueológico y Cultural

#### 6.3.2.1. Antecedentes Generales

La implementación de obras de inversión pública y privada, tiene como efecto colateral inevitable la interferencia con el Patrimonio Cultural y específicamente con los sitios arqueológicos. Estos últimos, raramente son ruinas, sino más bien estructuras o restos materiales en apariencia insignificantes y que se encuentran sobre o bajo el suelo. Sin embargo, estos sitios tienen un valor cultural y científico muy elevado.



### **6.3.2.2. Área de Influencia**

El área de influencia directa corresponde a la zona de inundación, a la zona de emplazamiento del muro y la zona de empréstito (ubicada en la misma zona de inundación), ya que únicamente en estos sectores se concentrarían los impactos que pudieran afectar a restos arqueológicos presentes. No se plantea área de influencia indirecta.

### **6.3.2.3. Metodología**

El componente arqueológico ha sido descrito mediante una campaña de terreno a cargo de la arqueóloga Nuriluz Hermosilla (Nawel Consultores). En el presente apartado se exponen los principales resultados de este análisis, mientras que el informe arqueológico detallado se encuentra disponible en el Anexo EAA-4 (disponible en formato digital).

La campaña de terreno, consistió en una visita general al área de impacto directo del proyecto, cubriendo un área de unas 100 ha (zonas de inundación), con sus tres alternativas de muro. Se reconoció la mayor parte del área de inundación, dando la posición de puntos de interés mediante la utilización de GPS. Esta visita de terreno, se realizó durante los días 27, 28 y 29 de diciembre de 2010.

### **6.3.2.4. Resultados**

#### **Zona de Inundación**

Se recorrió la zona de inundación (cola del embalse), a partir de la coordenada 367.452 Este y 6.763.048 Norte. No se puede cruzar al lado poniente del valle en uno de los sectores (ver Figura 6.3.2.4-1 a 6.3.2.4-3), dado el ancho del río, aunque se pudieron observar las laderas. En la terraza poniente, se observaron algunas pircas a manera de pequeños refuerzos de un sendero y un corral de ramas de uso subactual.

**FIGURA 6.3.2.4-1**  
**CORRAL DE RAMAS, SECTOR PONIENTE DEL VALLE**



**Fuente:** Navel, 2010

Se observó que el valle tiene unos 200 m de ancho, incluyendo el río, la matriz de relleno de piedra, fluvial y laderas de alta verticalidad, fundamentalmente rodados. Hay obras de extracción de áridos, un puente cortado, elaborado en fierro, cemento y gaviones, en pleno cauce, en las siguientes coordenadas: 367.570 Este / 6.765.402 Norte (2.065 m.s.n.m.).

**FIGURA 6.3.2.4-2**  
**POSIBLE ÁREA DE INTERÉS, NO RECORRIDA**



**Fuente:** Nawel, 2010

Hasta el Puente La Playa (367.801 Este y 6.766.099 Norte), el cajón del río se muestra homogéneo, con una sola terraza: la actual. No se observan restos con valor patrimonial.

En el último tramo del recorrido en la zona de inundación, se recorrió completamente el cajón del río, en tanto el camino y el río van pegados a la ladera poniente, muy vertical. Se revisaron algunas terrazas altas y dos conos de deyección (matriz de tierra y guijarros). Se llegó hasta el punto donde la angostura del valle fue total, dejando sólo espacio para el camino y la caja del río. No se observan restos con valor patrimonial.

### FIGURA 6.3.2.4-3 SECTOR COLA DEL EMBALSE, EXTREMO SUR



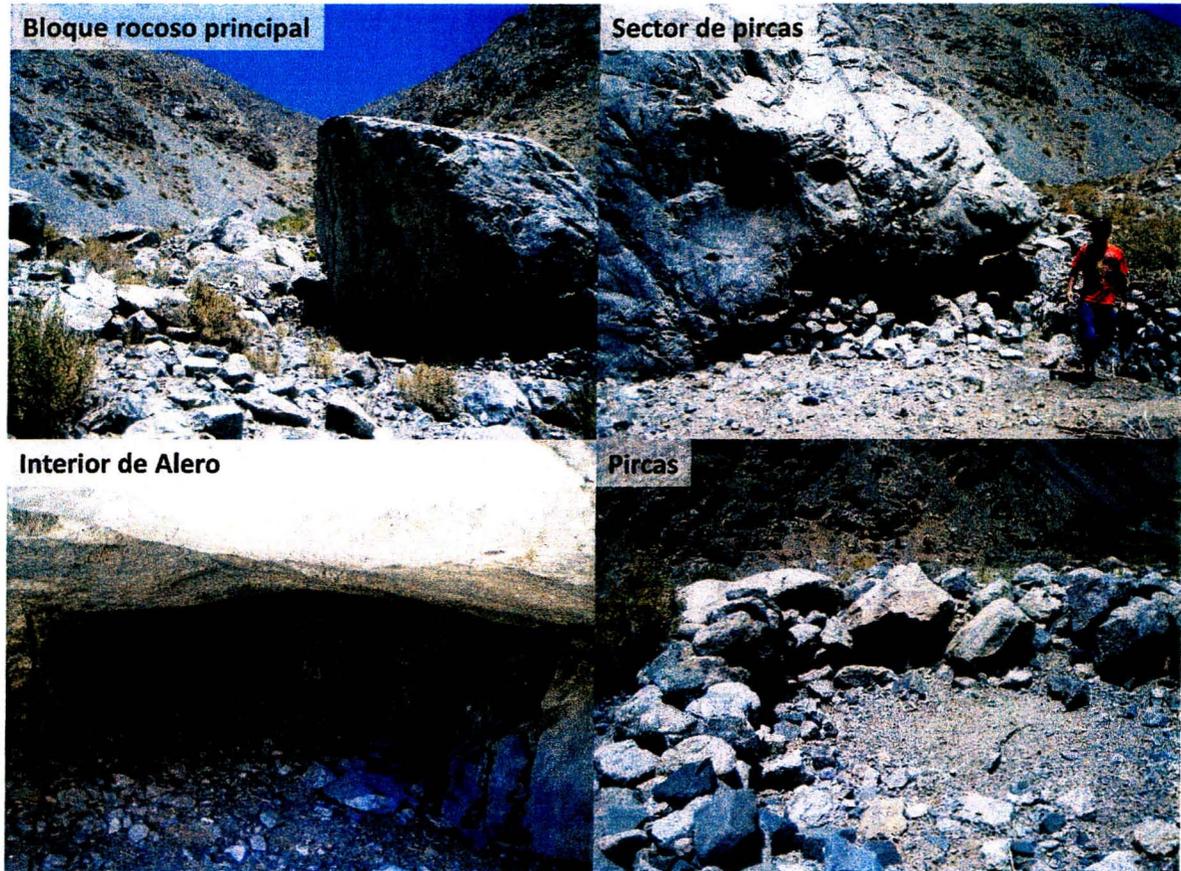
Fuente: Nawel, 2010

#### Sector de Angostura

En el sector del muro se observan laderas verticales, sin restos con valor patrimonial. Sin embargo unos 400 metros aguas abajo de dicho muro, en la confluencia de una quebrada lateral, se ubica un sitio arqueológico que se describe a continuación.

- **Sitio Tres Rocones:** Se trata de tres bloques erráticos ubicados en un sector de salida de la quebrada. El mayor de ellos presenta una pirca y corral asociados. En superficie se observa basura, guano de caballo y caprino, herraduras, latas, un aerosol, tela y zapatillas subactuales, lo cual indica que se trata de un sitio arqueológico con al menos una ocupación de tipo histórico. Las coordenadas son: 367.389 Este / 6.767.295 Norte. La Figura 6.3.2.4-4 muestra este sector, mientras que la Figura 6.3.2.4-5 muestra la ubicación general de las Alternativas de muro y sus cotas de inundación en relación con este hallazgo.

**FIGURA 6.3.2.4-4**  
**SITIO TRES ROCONES. BLOQUE ROCOSO PRINCIPAL**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Nawel 2010

### FIGURA 6.3.2.4-5 UBICACIÓN GENERAL DE ALTERNATIVAS DE MURO Y SECTOR 3 ROCONES



Fuente: Elaboración propia y Google Earth

#### 6.3.2.5. Conclusiones

En síntesis, la prospección no entregó evidencias positivas de presencia de recursos con valor patrimonial en las áreas de inundación del presente proyecto (aguas arriba de Angostura), aunque sí cercano a la ubicación del muro, 400 metros aguas abajo. Se trata de un sitio habitacional bajo alero rocoso, con al menos una ocupación histórica. A manera de hipótesis, se postula que su uso habría sido fundamentalmente histórico y asociado a la minería y a la ganadería de pequeña escala.

No habiéndose detectado otras áreas de riesgo, en caso de encontrarse restos arqueológicos durante las faenas de construcción y movimiento de tierras, se procederá según la legislación que rige los Monumentos Nacionales y Sitios Arqueológicos. Es decir, se suspenderán las obras en ese sector hasta asegurar el salvataje de los materiales arqueológicos comprometidos en esa porción de las obras. Se asegurará el cumplimiento de la Ley de Monumentos Nacionales, en el sentido de no provocar la destrucción y/o alteración



de sitios arqueológicos afectados por las obras y se dará aviso al Consejo de Monumentos Nacionales, quien designará a la(s) institución(es) o al especialista que efectuarán el mencionado estudio.

La sensibilidad ambiental del componente, esta está dada únicamente por su vulnerabilidad, ya que el atributo de importancia ecológica no es aplicable en este caso. Dada las características de los restos arqueológicos encontrados en el área de estudio, se asigna una vulnerabilidad media (valor 3) a este componente.

## **6.4. MEDIO CONSTRUIDO**

La descripción del presente medio sólo incluye “Infraestructura Vial” y “Obras Menores”, por tratarse de los únicos componentes identificados en terreno. No se contó con información ni antecedentes sobre la existencia de otro tipo de infraestructura ni otros proyectos planificados o en desarrollo que pudieran constituir una interferencia en el emplazamiento de las obras, ni tampoco fue advertido estando en terreno. Por su parte, el estudio de expropiaciones llevado a cabo paralelamente en el estudio de ingeniería tampoco se encontró con interferencias dadas por otros proyectos ni existentes ni planificados.

### **6.4.1. Infraestructura Vial**

#### **6.4.1.1. Antecedentes Generales**

El emplazamiento de una obra de las características de un embalse puede tener repercusiones sobre la infraestructura vial, lo que habitualmente deriva en el trazado de nuevos caminos. Las características de la infraestructura vial potencialmente afectada se ven a continuación.

#### **6.4.1.2. Área de Influencia**

Su área de influencia directa está dada por la zona de inundación, la zona de emplazamiento del muro y la zona de empréstitos (ubicada en la misma zona de inundación) y todos los caminos que conectan los sectores de las obras con los centros poblados (Alto del Carmen y Vallenar principalmente). No se plantea área de influencia indirecta para este caso.

#### **6.4.1.3. Metodología**

Este componente ha sido descrito mediante observación directa en terreno realizada en visitas durante los días 27 a 29 de diciembre de 2010.

#### 6.4.1.4. Resultados

La infraestructura vial presente en el área de influencia, está dada por la presencia de la Ruta C-489 que une San Felix con la Mina Pascua Lama. Ésta corresponde, en este sector, a un camino de tierra estabilizada de una vía por lado y en buenas condiciones.

Otra de las obras que se vería afectada por las 3 Alternativas, sería el Puente La Playa.

La Figura 6.4.1.4-1 muestra vistas generales del Puente la Playa como de la Ruta C-489 presente en el área de influencia.

**FIGURA 6.4.1.4-1**  
**VISTAS GENERALES: PUENTE LA PLAYA (IZQUIERDA), RUTA C-489 SAN FÉLIX-MINA PASCUA LAMA EN ZONA DE ALTERNATIVAS DE MURO**



Fuente: Elaboración propia

#### 6.4.1.5. Conclusiones

La sensibilidad de este componente viene dada únicamente por su vulnerabilidad. Las condiciones del camino y puente hacen a este componente poseer una vulnerabilidad muy baja (valor 1), factibilidad de ser repuesta.



## **6.4.2. Obras Menores**

### **6.4.2.1. Antecedentes Generales**

El emplazamiento de una obra de las características de un embalse puede tener repercusiones sobre cualquier tipo de obra pre existente, lo que habitualmente deriva en la relocalización o pérdida de dichas obras. Las características de las obras menores potencialmente afectadas se ven a continuación.

### **6.4.2.2. Área de Influencia**

Su área de influencia directa está dada por la zona de inundación, la zona de emplazamiento del muro y la zona de empréstitos (ubicada en la misma zona de inundación). No se plantea área de influencia indirecta para este caso.

### **6.4.2.3. Metodología**

Este componente ha sido descrito mediante observación directa en terreno realizada en visitas durante los días 27 a 29 de diciembre de 2010.

### **6.4.2.4. Resultados**

Se han identificado durante las visitas a terreno, ciertas obras de extracción de áridos, asociados a caminos secundarios de ripio y un puente cortado, elaborado en fierro, cemento y gaviones en pleno cauce (coordenadas: 367.570 / 6765.402), tal como se muestra en la Figura 6.4.2.4-1. Estos elementos se verían igualmente afectados por cualquiera de las 3 alternativas de muro.

Por otro lado está la presencia de una caseta de guardia, la cual se ubica 550 m aguas abajo del muro.

Por último se menciona la existencia de la bocatoma del canal "Plata Alta Sur" (toma rústica), y un tramo del canal correspondiente a la misma toma, de aproximadamente 250 m. Se encuentra ubicada 1.000 metros aguas debajo del muro proyectado. La Figura 6.4.2.4-2 muestra la bocatoma mencionada.

**FIGURA 6.4.2.4-1**  
**PUENTE CORTADO EN ZONA DE EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS**



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 6.4.2.4-2**  
**BOCATOMA CANAL PLATA ALTA SUR**



Fuente: Junta de Vigilancia Río Huasco



### 6.4.2.5. Conclusiones

La sensibilidad de este componente viene dada únicamente por su vulnerabilidad. Solo el canal presente posee ciertas características de rusticidad, por lo cual se considera una obra vulnerable, sin embargo al ser una obra menor se compensa el valor, quedando todo el componente con una vulnerabilidad baja (valor 2).

## 7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 7.1. PASO 1. SÍNTESIS EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL

#### 7.1.1. Síntesis de la Importancia Ecológica

Tal como se indicó en la explicación de este método, la Importancia Ecológica de un determinado componente está dado por las funciones ecológicas, riqueza de especies, endemismo, problemas de conservación, zonas protegidas, entre otras. El Cuadro 7.1.1-1 muestra la valoración de la importancia ecológica con una escala numérica del 1 al 5 (donde "1" quiere decir "Muy Baja" y "5" quiere decir "Muy Alta"), en cada componente indicando una justificación.

**CUADRO 7.1.1-1  
SÍNTESIS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA POR COMPONENTE**

Medio	Componente	Importancia Ecológica	Justificación/descripción
Medio Físico	Climas	No se Aplica	El proyecto no tendría impactos sobre el clima, por lo que no es necesario analizar la importancia ecológica de este componente.
	Calidad del aire	4	La Importancia Ecológica de la calidad del aire adquiere un valor de 4 (Alta), ya que es vital para la existencia de sistemas biológicos y humanos.
	Ruido y Vibraciones	2	Como componente se le reconoce una importancia ecológica a la ausencia de ruido y vibraciones, cuya presencia es perjudicial para la existencia saludable de sistemas biológicos y humanos. Sin embargo se valora con una importancia ecológica "Baja"
	Geomorfología	3	La geomorfología condiciona el paisaje y la existencia de las comunidades bióticas, sin embargo se le asigna una importancia ecológica "Media" en términos de su relevancia para esta zona.

### CUADRO 7.1.1-1 SÍNTESIS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA POR COMPONENTE

Medio	Componente	Importancia Ecológica	Justificación/descripción
Medio Físico	Suelos	3	Los suelos que se verían inundados no sustentan masas vegetacionales importantes, razón por la cual se advierte baja presencia de materia orgánica. Sin embargo en ciertas zonas se observan algunas empastadas capaces de servir como alimento para ganado u otros animales, por lo tanto se asigna una importancia ecológica "Media".
	Hidrología	5	En regiones desérticas, la escasez del recurso hídrico lo hace altamente valioso, ya sea para ecosistemas naturales como para consumo humano. 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.
	Calidad de aguas	5	Dada la escasez del recurso hídrico en las zonas desérticas, la calidad de aguas adquiere importancia, por su rol en los ecosistemas naturales y en la población humana.
Medio Biótico	Vegetación y flora	4	Dado que existe la presencia confirmada de especies de flora con problemas de conservación en estado "Vulnerable" (ver apartado 6.2). A esto se le suma la presencia de un sitio prioritario de Biodiversidad a lo largo del cauce del río El Carmen.
	Fauna terrestre	4	Dado que existe la presencia confirmada de especies de fauna terrestre con problemas de conservación en estado "Vulnerable" (ver apartado 6.2). A esto se le suma la presencia de un sitio prioritario de Biodiversidad a lo largo del cauce del río El Carmen.
	Fauna acuática	5	Dado que existe la presencia confirmada de especies de fauna acuática con problemas de conservación en estado "En peligro de extinción" (Pejerrey chileno encontrado a la altura de San Félix) (ver apartado 6.2).
Medio Humano	Social	No se aplica	El concepto de importancia ecológica no es aplicable, en este caso, para evaluar al componente social.
	Arqueológico	No se aplica	El concepto de importancia ecológica no es aplicable, en este caso, para evaluar al componente arqueológico.

### CUADRO 7.1.1-1 SÍNTESIS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA POR COMPONENTE

Medio	Componente	Importancia Ecológica	Justificación/descripción
Medio Construido	Infraestructura vial	No se aplica	El concepto de importancia ecológica no es aplicable, en este caso, para evaluar al medio construido.
	Obras menores	No se aplica	El concepto de importancia ecológica no es aplicable, en este caso, para evaluar al medio construido.

Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.2. Síntesis de la Vulnerabilidad Ambiental

Tal como se indicó en la explicación de este método, la Vulnerabilidad de un determinado componente es la susceptibilidad a sufrir efectos adversos y/o su capacidad de recuperarse frente a una determinada intervención o absorber exitosamente un impacto. El Cuadro 7.1.2-1 muestra la valoración de la importancia ecológica con una escala numérica del 1 al 5 (donde "1" quiere decir "Muy Baja" y "5" quiere decir "Muy Alta"), en cada componente indicando una justificación.

### CUADRO 7.1.2-1 SÍNTESIS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL POR COMPONENTE

Medio	Componente	Vulnerabilidad Ambiental	Justificación
Medio Físico	Climas	No se Aplica	El componente climático no se vería afectado por el proyecto
	Calidad del aire	2	La vulnerabilidad del componente es "Baja" ya que es un valle abierto y de buena ventilación con una alta posibilidad de absorber impactos.
	Ruido y Vibraciones	2	La vulnerabilidad del componente es "Baja" ya que es un valle abierto con posibilidades de absorber impactos.
	Geomorfología	3	Dada la presencia (en la zona de inundación) de procesos de remoción en masa de carácter normal, se asigna un valor de vulnerabilidad media.



### CUADRO 7.1.2-1 SÍNTESIS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL POR COMPONENTE

Medio	Componente	Vulnerabilidad Ambiental	Justificación
Medio Físico	Suelos	1	Dada la baja presencia de materia orgánica, la ausencia de actividad agrícola o masa vegetal importante, se denota una muy baja vulnerabilidad por cuanto una intervención no altera mayormente su actual condición.
	Hidrología	4	La vulnerabilidad de la hidrología del valle se considera como "alta" dada la escasez del recurso.
	Calidad de aguas	3.5	La vulnerabilidad de la calidad de agua del valle se considera entre media y alta dada la escasez y pureza relativa en condición natural del recurso. (presenta ciertos niveles de metales pesados y acidez en condición natural).
Medio Biótico	Vegetación y flora	4	Las comunidades vegetales de los ecosistemas áridos presentan alta vulnerabilidad puesto que dependen fuertemente de la presencia del recurso hídrico, el cual a su vez es escaso.
	Fauna terrestre	4	Las comunidades animales de los ecosistemas áridos presentan alta vulnerabilidad puesto que dependen fuertemente de la presencia del recurso hídrico y vegetación, los cuales a su vez ya son escasos.
	Fauna acuática	5	Los ecosistemas acuáticos en ambientes desérticos son altamente frágiles dada la escasez del recurso hídrico, razón por la cual su vulnerabilidad se considera como muy alta.
Medio Humano	Social	4	La existencia de una población envejecida, con un importante componente de etnias originarias, el nivel de ingresos, pobreza y desempleo además de una actividad agrícola tradicional y en muchos casos de pequeña escala o subsistencia, hace considerar a este componente como altamente vulnerable.
	Arqueológico	3	Dada las características de los restos arqueológicos encontrados en el área de estudio, se asigna una vulnerabilidad media a este componente.



### CUADRO 7.1.2-1 SÍNTESIS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL POR COMPONENTE

Medio	Componente	Vulnerabilidad Ambiental	Justificación
Medio Construido	Infraestructura vial	1	Las buenas condiciones del camino y puente hacen a este componente poseer una vulnerabilidad muy baja.
	Obras menores	2	Solo el canal ahí presente posee ciertas características de rusticidad, por lo cual se considera una obra vulnerable, sin embargo al ser una obra menor se compensa el valor, quedando todo el componente con una vulnerabilidad baja.

Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.3. Síntesis de Sensibilidad Ambiental

Tal como se indica en la explicación del presente método, la Sensibilidad Ambiental se obtiene como producto de la integración entre Vulnerabilidad Ambiental e Importancia Ecológica. Dicha integración se expresa a través de un promedio entre sus categorías numéricas asignadas anteriormente. Para aquellos componentes ambientales en que alguno de los dos criterios no sea aplicable, la Sensibilidad Ambiental se obtiene considerando sólo un valor. El resultado de este análisis se muestra en el Cuadro 7.1.3-1.

### CUADRO 7.1.3-1 SÍNTESIS DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Medio	Componente	Importancia Ecológica	Vulnerabilidad Ambiental	Sensibilidad Ambiental
Medio Físico	Climas	No se Aplica	No se Aplica	No se Aplica
	(*)Calidad del aire	4	2	3
	(*)Ruido y Vibraciones	2	2	2
	Geomorfología	3	3	3
	Suelos	3	1	2
	Hidrología	5	4	4,5
	Calidad de aguas	5	3,5	4,25
Medio Biótico	Vegetación y flora	4	4	4
	Fauna terrestre	4	4	4
	Fauna acuática	5	5	5



### CUADRO 7.1.3-1 SÍNTESIS DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Medio	Componente	Importancia Ecológica	Vulnerabilidad Ambiental	Sensibilidad Ambiental
Medio Humano	Social	No se aplica	4	4
	Arqueológico	No se aplica	3	3
Medio Construido	Infraestructura vial	No se aplica	1	1
	Obras menores	No se aplica	2	2

**Fuente:** Elaboración propia

(\*) Sólo aplica en la etapa de construcción, no en la etapa de operación.

## 7.2. PASO 2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS

Para identificar los potenciales impactos, en una primera instancia se debe determinar las obras y actividades del proyecto factibles de causar algún impacto ambiental en sus diferentes etapas de Construcción y Operación.

Conjuntamente se identifican los componentes ambientales posibles de ser afectados y la descripción del tipo de impacto asociado. A partir de esta información es posible obtener la identificación de los potenciales impactos asociados a cada una de las alternativas definidas para el proyecto.

### 7.2.1. Obras y Actividades del Proyecto

Para la etapa de Construcción las principales obras o actividades son las siguientes: obras de construcción de la presa y obras de conducción y distribución, instalación de faenas, construcción de vías de acceso, desviación de cauces, obras de protección de la presa, movimientos de tierra, expropiaciones, operación y transporte de maquinarias, equipos, personal, etc. actividades de término de faenas.

Para la etapa de Operación las principales actividades son las siguientes: llenado y operación del embalse, actividades de inspección y mantención del embalse y funcionamiento de obras de descarga y entrega al riego, vaciado o descarga eventual del embalse.



## 7.2.2. Componentes Ambientales afectados por el Proyecto

### 7.2.2.1. Medio Físico

#### Calidad de Aire

Durante la ejecución de las obras civiles se provocará un deterioro temporal de la calidad del aire, mediante la emisión de material particulado (MP10) asociado al movimiento de tierra, resuspensión de polvo y combustión de motores; y gases de combustión (NO<sub>x</sub>, CO, COV y SO<sub>x</sub>), generados en la combustión de motores. El impacto asociado y su código son los siguientes:

- Aumento de Emisiones y concentración de MP10 y gases (CAi-01)

Durante la etapa de operación este impacto es despreciable por lo que no se considera en el análisis.

#### Ruido y vibraciones

Durante la construcción del Proyecto se ejecutarán obras civiles que generarán emisiones sonoras de diversa consideración hacia el entorno, produciendo impactos que afectarán los niveles sonoros basales. Se estima que durante la etapa de construcción del Proyecto, las principales actividades generadoras de ruido serán: despeje de terrenos; movimientos de tierra (escarpe, nivelación de terrenos, excavaciones, tronaduras, terraplenes, disposición de marinas), obras en área de emplazamiento del muro, instalación de faena; tránsito de maquinaria pesada, camiones y buses; y habilitación de caminos. Los impactos asociados y sus códigos son los siguientes:

- Aumento de los niveles sonoros basales (RV-01)
- Aumento de las vibraciones (tronaduras) (RV-02)

Durante la etapa de operación del proyecto, el impacto ocasionado por las actividades propias de la inspección, mantención y tránsito de vehículos hacia el área del proyecto son despreciables por lo que no se consideran para esta etapa.



## Geomorfología

La etapa de construcción del proyecto considera la intervención de terrenos para la implantación de las obras, lo que trae asociado una potencial ocurrencia de impactos por alteración de la topografía existente. Al respecto, se han identificado los siguientes impactos que el proyecto podría provocar.

- Alteración de geoformas (GF-01)
- Alteración de laderas estables (GF-02)

En la etapa de operación del embalse, los cambios estacionales en el volumen del embalse producto del llenado y vaciado del agua puede provocar un riesgo en las laderas por el reblandecimiento y pérdida de la estructura del suelo, con lo cual es posible el desencadenamiento de procesos de erosión laminar. Así mismo, la existencia de un lago artificial produciría alteraciones en la morfología del río, la desembocadura y las riberas aguas abajo, debido a cambios provocados por patrones alterados del caudal y en la carga de sedimentos.

- Generación de procesos erosivos (GF-03)
- Alteración en la morfología del río, desembocadura y riberas aguas abajo (GF-04)

## Suelos

La etapa de construcción del Proyecto contempla diversas actividades que pudieran provocar impactos sobre el componente suelo. Dentro de estas acciones se encuentran el roce y despeje de vegetación, el escarpe del terreno, la nivelación, el relleno del suelo y su compactación, que están asociadas al acondicionamiento del terreno para el emplazamiento de las obras del Proyecto, las excavaciones para la construcción de las diversas obras, dejarán el suelo desprovisto de vegetación (desnudo). A partir de lo anterior, se pueden identificar dos impactos potenciales para el componente suelo

- Compactación de suelo (SU-01)
- Cambios en el uso de suelo (SU-02)

En la etapa de operación todo el suelo que queda bajo el área de inundación se perderá en forma irreversible por lo tanto el impacto que se identifica en esta fase es



- Pérdida del suelo en la zona de inundación (SU-03)

## Hidrología

Las obras y actividades del Proyecto relacionadas a potenciales impactos en la componente hídrica, están asociadas las que tienen que ver con la construcción de túneles de desvío y la intervención inminente del cauce. Para la etapa de construcción se asocia el siguiente impacto.

- Alteración del cauce del río (HI-01)

En la etapa de operación el emplazamiento del muro sobre el río el Carmen, provocará un cambio en el escurrimiento aguas abajo del muro y del flujo de sedimentos, al pasar de la actual condición natural a la condición de río regulado alterando las fluctuaciones naturales entre día y noche, invierno y verano, entre un año y otro, así como también los procesos de crecidas y sequías. El impacto asociado a la operación del embalse corresponde a:

- Modificación en el régimen hidrológico y sedimentológico del río el Carmen (HI-02)

## Calidad del Agua

La construcción de las obras podría generar un posible efecto en el segmento aguas abajo de la misma, debido al aumento temporal en la concentración de partículas en suspensión en la columna de agua, como consecuencia del movimiento de tierra necesario para la ejecución de las obras y, por ende, una modificación en la turbidez, lo que trae consigo una potencial disminución del nivel de oxígeno. Lo anterior afectaría potencialmente entonces, a la cantidad de luz (turbidez) que penetra en la columna de agua y por ende, modificaría los parámetros de temperatura. Por lo anterior los impactos asociados a este componente son los siguientes.

- Aumento de la turbidez del agua (CAg-01)
- Alteración de la calidad del agua (CAg-02)

Una vez operando el embalse, las condiciones del escurrimiento cambia pudiendo afectar la calidad del agua tanto en el lago mismo como aguas abajo del muro proyectado por la interrupción del flujo de nutrientes, sedimentos y alteración de temperaturas y oxígeno disponible. En caso de que el embalse se seque producto de la escasa pluviometría anual,



es factible la ocurrencia de procesos de eutrofización cambiando las características químicas del las aguas.

- Alteración de la calidad del agua (CAg-02)

#### 7.2.2.2. Medio Biótico

##### Vegetación y Flora

Durante la etapa de construcción del Proyecto, los impactos ambientales sobre el componente flora y vegetación terrestre se relacionan con la pérdida o alteración de la flora y vegetación terrestre presente en el área de influencia, a raíz de la ejecución de las actividades necesarias para el emplazamiento de sus obras. El impacto asociado a este componente es el siguiente.

- Deterioro y/o Pérdida de la flora y vegetación (VF-01)

El impacto para la etapa de operación es el mismo pero se produce principalmente en el área de inundación donde es evidente que las comunidades vegetales se perderían de forma irreversible.

##### Fauna Terrestre

Durante la etapa de construcción del Proyecto y sus obras asociadas se llevarán a cabo diversas actividades que perturbarán los hábitats y los individuos de las especies de fauna terrestre en forma directa, a través de la pérdida de los hábitats y la mortalidad de los individuos, e indirecta a través de la generación de ruido y la presencia humana. Por lo tanto se identificaron dos impactos ambientales potenciales para la fauna de vertebrados terrestres como consecuencia de la construcción de las obras:

- Pérdida de hábitat para la fauna nativa (FA-01)
- Mortalidad incidental de fauna nativa (FA-02)

Una vez cerradas las compuertas del embalse y su posterior llenado, las especies deberán buscar otro hábitat y las más afectadas serán aquellas con menor movilidad como anfibios y reptiles. Por lo tanto también se asocia a esta etapa el impacto FA-01. Sin embargo la presencia de un lago artificial generará un nuevo hábitat especialmente para especies de avifauna en un ambiente que hasta hoy es de características semiáridas.



- Generación de un nuevo y potencial hábitat para avifauna. (FA-03)

### **Fauna Acuática**

Durante las etapas de construcción y operación existe intervención del cauce y alteración del escurrimiento natural del río por lo tanto hay repercusiones sobre los ciclos reproductivos de algunos peces, en especial el pejerrey chileno. Así mismo la inundación causada por el embalse significará la pérdida del ecosistema reófilo del río el Carmen, desde la cola del embalse hasta su muro, siendo reemplazado por un sistema de tipo lacustre, perdiendo y modificando el hábitat para la fauna acuática en general tanto aguas arriba como aguas abajo del muro. Los impactos asociados a este componente son los siguientes.

- Pérdida de sitios de reproducción natural. (FA-04)
- Pérdida y alteración de hábitat para la fauna acuática. (FA-05)

### **7.2.2.3. Medio Humano**

#### **Social**

Los principales impactos ambientales identificados en el medio humano ocurren en la etapa de construcción de las obras del Proyecto. Lo anterior, dado que durante esta etapa es que se realiza el emplazamiento de todas las obras físicas del mismo, aumentando la población flotante de área de estudio, determinando efectos sobre las distintas dimensiones de los grupos humanos presentes en el área de influencia. En este sentido, las comunidades se hacen más vulnerables producto de la inmigración temporal de trabajadores. El impacto asociado corresponde a:

- Aumento de la Población Flotante (SO-01)

Una vez en operación el embalse puede constituir una fuente de recreación propicia para la llegada de turistas desde diversos lugares a realizar distintas actividades de ocio: pesca deportiva, navegación, baño, observación, entre otras. En este sentido, puede significar un impacto positivo para la actividad económica local, expresada en la instalación de centros recreativos, cabañas y restaurantes, creando fuentes de empleo para la mano de obra local no especializada. Cuyo impacto sería en este caso positivo quedando expresado como.

- Generación de atractivos turísticos y activación de la economía local



## Arqueológico

Según el informe elaborado por NAWEL Consultores, sobre los Aspectos Culturales y Arqueológicos para el sector del embalse, la prospección no entregó evidencias positivas de presencia de recursos con valor patrimonial en las áreas de inundación del presente proyecto, (aguas arriba de la angostura), aunque sí cercano a la ubicación del muro. Se trataría de un sitio habitacional bajo alero rocoso, con al menos una ocupación histórica, asociado a la minería y a la ganadería en pequeña escala. La alternativa escogida no afectaría el sitio, sin embargo en caso de encontrarse restos arqueológicos durante las faenas de construcción y movimiento de tierras, se procederá según la legislación que rige los Monumentos Nacionales y Sitios Arqueológicos. En la eventualidad de hallarse sitios de estas características el impacto asociado sería remitido a la etapa de construcción no existiendo impactos en la etapa de operación.

- Afectación de sitios arqueológicos (AR-01)

### 7.2.2.4. Medio Construido

#### Infraestructura Vial

El Proyecto requiere la utilización de la infraestructura de transporte existente, lo anterior, generará un aumento en el transporte de carga y tránsito de vehículos pesados con el consiguiente deterioro de la infraestructura existente. Los efectos asociados al aumento de flujos vehiculares se estima que podría producir también un aumento de las tasas de accidentabilidad en los caminos públicos existentes y generar dificultades en el desempeño de actividades habituales. La construcción de la obra implica además la pérdida de la ruta San Félix- Pascua Lama, la cual deberá ser redefinida tanto en ubicación como en reestructuración en la etapa de operación. Los impactos asociados a este componente son los siguientes.

- Deterioro de la infraestructura vial existente (IV-01)
- Pérdida del tramo de Ruta San Félix – Pascua Lama (IV-02)
- Reposición y reconstrucción de la ruta. (IV-03)

#### Obras Menores

Durante la construcción del embalse existen diversas obras menores que se verán afectadas por ejemplo:



- a) Puente La Playa
- b) Extracción de áridos
- c) Puente cortado
- d) Caseta de Guardia Mina Pascua-Lama
- e) Bocatoma del canal "Plata Alta Sur" y un tramo del canal correspondiente a la misma toma

Sin perjuicio de lo anterior, no existen impactos ambientales relevantes asociados a este componente.

### 7.2.3. Impactos en Etapa de Construcción

A continuación en el Cuadro 7.2.3-1 se presenta un listado con los impactos identificados en el acápite anterior, asociados a cada uno de los componentes afectados.

**CUADRO 7.2.3-1**

#### **OBRAS E IMPACTOS ASOCIADAS A LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (\*)**

<b>Componente afectada</b>	<b>Código</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
Calidad del aire	CAi-01	Aumento de Emisiones y Concentración de MP10 y gases
Ruido y Vibraciones	RV-01	Aumento de los niveles sonoros basales
	RV-02	Aumento de las vibraciones (tronaduras)
Geomorfología	GF-01	Alteración de Geoformas
	GF-02	Alteración de laderas estables
Suelo	SU-01	Compactación del suelo
	SU-02	Cambios en el uso de suelo
Hidrología	HI-01	Alteración del cauce del río
Calidad del agua	CAG-01	Aumento de la turbidez del agua
	CAG-02	Alteración de la calidad del agua
Vegetación y Flora	VF-01	Deterioro y/o Pérdida de la flora y vegetación
Fauna Terrestre	FA-01	Pérdida de hábitat para la fauna nativa
	FA-02	Mortalidad incidental de la fauna nativa
Fauna Acuática	FA-04	Pérdida de sitios de reproducción natural
	FA-05	Pérdida y alteración de hábitat para la fauna acuática
Social	SO-01	Aumento de la población flotante
Arqueológico	AR-01	Afectación de sitios arqueológicos
Infraestructura Vial	IV-01	Deterioro de la infraestructura vial existente
	IV-02	Perdida del tramo ruta San Félix- Pascua Lama

(\*) Nota: Se estima una duración de 3 años para la etapa de construcción

**Fuente:** Elaboración propia



#### 7.2.4. Impactos en Etapa de Operación

En el Cuadro 7.2.4-1 se presenta un listado general con los impactos ambientales asociados para la etapa de operación de la alternativa seleccionada, asociado a cada uno de los componentes afectados.

**CUADRO 7.2.4-1  
OBRAS E IMPACTOS ASOCIADAS A LA ETAPA DE OPERACIÓN**

Componente afectada	Código	Impacto Ambiental
Geomorfología	GF-03	Generación de procesos erosivos
	GF-04	Alteración de morfología del río, desembocadura y riberas
Suelo	SU-02	Cambios en el uso de suelo
	SU-03	Pérdida de suelo en la zona de inundación
Hidrología	HI-02	Modificación en el régimen hidrológico y sedimentológico del río
Calidad del agua	CAG-02	Alteración de la calidad del agua
Vegetación y Flora	VF-01	Deterioro y/o Pérdida de la flora y vegetación
Fauna Terrestre	FA-01	Pérdida de hábitat para la fauna nativa
	FA-03	Generación de un nuevo hábitat para avifauna
Fauna Acuática	FA-04	Pérdida de sitios de reproducción natural
	FA-05	Pérdida y alteración de hábitat para la fauna acuática
Social	SO-02	Generación de atractivos turísticos y activación de la economía local
Infraestructura Vial	IV-03	Reposición y reconstrucción de la ruta San Félix- Pascua Lama

Fuente: Elaboración propia

#### 7.3. PASO 3. EVALUACIÓN PARCIAL DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES

En este paso se entregan los resultados de la evaluación y valoración de impactos analizados para la etapa de construcción y operación de la alternativa de embalse proyectada, diferenciando el componente ambiental afectado o beneficiado. Se señalan sólo los componentes descritos en el apartado anterior.

La valoración de la intensidad de impactos ambientales del proyecto se realiza en función de un conjunto de criterios (calidades o características), los cuales hacen relación con la probabilidad de ocurrencia, extensión geográfica, alteración, duración y reversibilidad. La intensidad del impacto esta dado por el promedio aritmético de los 5 criterios anteriormente señalados. La escala de valoración es una escala numérica de valores continuos del 1 al 5, donde "1" quiere decir "Muy Bajo" (refiriéndose al impacto) y "5" quiere decir "Muy Alto".

A continuación se explica brevemente a que se refiere cada uno de los criterios que se muestran en el Cuadro 7.3-1 y como se define la escala para cada caso.

**Probabilidad de Ocurrencia:** Este criterio indica la probabilidad de que se manifieste algún efecto en el ambiente a causa de una acción o fuente de impacto propia del proyecto.

**Extensión:** Este criterio indica la distribución o cobertura espacial del impacto.

**Alteración:** Este criterio refleja el grado de alteración de una variable ambiental.

**Duración:** Este criterio indica el tiempo de la manifestación de un impacto.

**Reversibilidad:** Este criterio indica la posibilidad de que la componente ambiental afectada recupere su condición basal.

Finalmente la Intensidad del impacto está dada por el promedio aritmético de estos 5 criterios y se clasifica en una escala de 1 a 5, siendo "1" aquel impacto poco significativo con una intensidad "Muy Baja" y "5" correspondería a un impacto muy significativo de intensidad "Muy Alta".

En la valoración de los impactos sólo tendrán incidencia aquellos impactos cuya afectación sobre el componente sea negativa, dado que los impactos positivos son poco relevantes para este análisis.

**CUADRO 7.3-1  
ESCALAS DE CRITERIOS**

<b>CRITERIO: PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (P)</b>		
<b>Probabilidad de Ocurrencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Escala</b>
Muy Baja	Cuando existen muy pocas expectativas de que se manifieste un impacto durante la vida útil del proyecto	1
Baja	Cuando existen pocas expectativas de que se manifieste un impacto durante la vida útil del proyecto	2
Moderada	Cuando existen expectativas intermedias de que se manifieste un impacto durante la vida útil del proyecto	3
Alta	Cuando existen altas expectativas de que se manifieste un impacto durante la vida útil del proyecto	4
Muy Alta	Cuando la manifestación del impacto es segura	5

### CUADRO 7.3-1 ESCALAS DE CRITERIOS

<b>CRITERIO: EXTENSIÓN (E)</b>		
<b>Extensión</b>	<b>Descripción</b>	<b>Escala</b>
Local	Cuando el impacto 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 el impacto se manifiesta en un entorno más amplio de la fuente abarcando niveles comunales	2,5
Regional	Cuando el impacto tiene efectos a niveles regionales	5
<b>CRITERIO: ALTERACIÓN (A)</b>		
<b>Alteración</b>	<b>Descripción</b>	<b>Escala</b>
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
<b>CRITERIO: DURACIÓN (D)</b>		
<b>Duración</b>	<b>Descripción</b>	<b>Escala</b>
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	2,5
Largo Plazo	Impacto que se manifiesta permanentemente por más de 5 años.	5
<b>CRITERIO: REVERSIBILIDAD (R)</b>		
<b>Reversibilidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Escala</b>
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.	2,5
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

### 7.3.1. Valoración Parcial de Impactos en Etapa de Construcción

A continuación se presenta el cuadro 7.3.1-1 donde se detallan los criterios utilizados para clasificar la intensidad de los impactos identificados anteriormente para la etapa de construcción del proyecto, los cuales son asociados a las distintas componentes afectadas. Los criterios utilizados corresponden a Probabilidad de Ocurrencia (P), Extensión (E), Alteración (A), Duración (D) y Reversibilidad (R).

**CUADRO 7.3.1-1  
VALORACIÓN DE IMPACTOS SEGÚN CRITERIOS EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

Componente Afectada	Código	P	E	A	D	R	Intensidad Parcial de Impacto
Calidad del Aire	CAi-01	5	3,5	3	2,5	1	3
Ruido y Vibraciones	RV-01	5	2,5	3	1	1	2,5
	RV-02	5	1	3	1	1	2,2
Geomorfología	GF-01	4	1	3	1	5	2,8
	GF-02	4	1	3	1	4	2,6
Suelo	SU-01	5	2,5	4	2,5	2,5	3,3
	SU-02	5	2,5	3,5	5	5	4,2
Hidrología	HI-01	5	1	5	2,5	2,5	3,2
Calidad del agua	CAG-01	4	3,5	2	1	1	2,3
	CAG-02	3	5	3	2,5	2,5	3,2
Vegetación y Flora	VF-01	5	2,5	4	4	3,5	3,8
Fauna Terrestre	FA-01	4	2,5	3	5	4	3,7
	FA-02	3	1	2	2,5	5	2,7
Fauna Acuática	FA-04	3	2,5	5	4	3	3,5
	FA-05	4	2,5	3	5	4	3,7
Social	SO-01	4	2,5	1	1	1	1,9
Arqueológico	AR-01	1	1	1	1	1	1
Infraestructura Vial	IV-01	4	5	1	2	2,5	2,9
	IV-02	5	2,5	5	1	2,5	3,2

Fuente: Elaboración propia

### 7.3.2. Valoración Parcial de Impactos en Etapa de Operación

A continuación se presenta el cuadro 7.3.2-1 donde se detallan los criterios utilizados para clasificar la intensidad de los impactos identificados anteriormente para la etapa de operación del proyecto, los cuales son asociados a las distintas componentes afectadas. Los criterios utilizados corresponden a Probabilidad de Ocurrencia (P), Extensión (E), Alteración (A), Duración (D) y Reversibilidad (R).

### CUADRO 7.3.2-1 VALORACIÓN DE IMPACTOS SEGÚN CRITERIOS EN ETAPA DE OPERACIÓN

Componente Afectada	Código	P	E	A	D	R	Intensidad Parcial de Impacto
Geomorfología	GF-03	5	3,5	4	5	5	4,5
	GF-04	5	3,5	4	5	5	4,5
Suelo	SU-02	5	1	3,5	5	5	3,9
	SU-03	5	1	4	5	5	4
Hidrología	HI-02	5	4	3	5	5	4,4
Calidad del agua	CAG-02	4	2,5	2,5	5	1	3
Vegetación y Flora	VF-01	5	5	5	5	5	5
Fauna Terrestre	FA-01	5	4,5	5	5	5	4,9
Fauna Acuática	FA-04	5	5	5	5	5	5
	FA-05	3	1	1	5	5	3

Fuente: Elaboración propia

#### 7.4. PASO 4: EVALUACIÓN FINAL DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS POTENCIALES

La evaluación final de la intensidad de impactos potenciales, está dada por la combinación de los resultados obtenidos entre Sensibilidad Ambiental e Intensidad Parcial de Impactos Potenciales, tal como se indica en la explicación de este método (Acápites 7.1 del presente informe). Para efectos de este cálculo se obtuvo en primer lugar un valor de Sensibilidad Ambiental para cada componente ambiental, y en segundo lugar un valor de "Intensidad de Impactos potenciales" en cada componente ambiental. Posteriormente se promedia la Sensibilidad ambiental con la Intensidad Parcial de Impactos en cada componente, para obtener un valor Final de Intensidad del Impacto en las etapas de construcción y operación. El Cuadro 7.4-1 muestra el resultado final de dichos cálculos para la etapa de construcción y enseguida el Cuadro 7.4-2 el símil para la etapa de operación.



### CUADRO 7.4-1 EVALUACIÓN FINAL DE INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Componente	Descripción de el o los Impacto(s) asociado(s) a las distintas componentes	Intensidad Parcial de Impacto (I)	Sensibilidad Ambiental	Intensidad Final del Impacto
Calidad del aire	Aumento de Emisiones y Concentración de PM10 y gases	3,0	3,0	3,0
Ruido y Vibraciones	Aumento de los niveles sonoros basales y Aumento de las vibraciones (tronaduras)	2,4	2,0	2,2
Geomorfología	Alteración de geoformas y de laderas estables	2,7	3,0	2,9
Suelos	Compactación de suelo y Cambio de uso del suelo	3,8	2,0	2,9
Hidrología	Alteración del cauce del río	3,2	4,5	3,2
Calidad de aguas	Aumento de la turbidez del agua y Alteración de la calidad del agua	2,8	4,25	2,8
Vegetación y flora	Deterioro y/o Pérdida de la flora y vegetación	4,3	4,0	4,2
Fauna terrestre	Pérdida de hábitat para la fauna nativa Mortalidad incidental de fauna nativa	3,5	4,0	3,7
Fauna acuática	Pérdida de sitios de reproducción natural Pérdida y alteración de hábitat para la fauna acuática	3,9	5,0	4,4
Social	Aumento de la Población Flotante	1,9	4,0	3,0
Arqueológico	Alteración de sitios arqueológicos	1,0	3,0	2,0
Infraestructura vial	Deterioro de la infraestructura vial existente y pérdida de la Ruta San Félix-Pascua Lama	3,1	1,0	2,0

Fuente: Elaboración propia

Como es posible apreciar en el cuadro anterior queda de manifiesto que los impactos más altos se generan sobre el medio biótico, y están dados básicamente por la alteración de formaciones vegetacionales, pérdida de especies producto del despeje de vegetación en las áreas aledañas a la instalación de faenas para la construcción de la presa y sus obras anexas. Así mismo por la pérdida de hábitat de las diferentes especies tanto de fauna terrestre como acuática, siendo esta última más vulnerable a las interrupciones del cauce del río y a la pérdida de sitios naturales de reproducción.

### CUADRO 7.4-2 EVALUACIÓN FINAL DE INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN ETAPA DE OPERACIÓN

Componente	Descripción del Impacto	Intensidad de Impacto (I)	Sensibilidad Ambiental	Valoración Final del Impacto
Geomorfología	Generación de procesos erosivos Alteración en la morfología del río, desembocadura y riberas aguas abajo	4,5	3,0	3,8
Suelos	Cambio de uso del suelo y Pérdida de suelo en el área de inundación	4,0	2,0	3,0
Hidrología	Modificación en el régimen hidrológico y sedimentológico del río	4,4	4,5	4,4
Calidad de aguas	Alteración de la calidad del agua	3,0	4,25	3,0
Vegetación y flora	Deterioro y/o Pérdida de la flora y vegetación	5,0	4,0	4,5
Fauna terrestre	Pérdida de hábitat para la fauna nativa	4,9	4,0	4,5
Fauna acuática	Pérdida de sitios de reproducción natural Pérdida y alteración de hábitat para la fauna acuática	4,0	5,0	4,5

**Fuente:** Elaboración propia

En la etapa de operación los impactos identificados se clasifican como impactos moderados a altos en el medio físico, considerándose alto a muy alto el efecto de la modificación del régimen del río así como los impactos sobre el medio biótico y sus componentes.

#### 8. MEDIDAS DE MITIGACIÓN REPARACIÓN Y/O COMPENSACIÓN Y COSTOS ASOCIADOS

A continuación se señalan medidas de mitigación probables para aquellos componentes en los que se identifican posibles impactos, y que tengan asociado la implementación de alguna medida tanto en la etapa de construcción como de operación. Las medidas de mitigación agrupadas y resumidas en el Cuadro 8-1 junto con sus costos globales estimados, según distintas alternativas de tamaño de embalse en base al Volumen Útil.

Es necesario tener en cuenta que las medidas señaladas en el Cuadro 8-1 corresponden únicamente a medidas sugeridas a priori, y que las medidas de mitigación, reparación y/o compensación definitivas deben ser obtenidas como resultado de la realización del Estudio de Impacto Ambiental que es pertinente a este proyecto tal como se justifica y fundamenta en el apartado 4 del presente informe.

### CUADRO 8-1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN, REPARACIÓN Y/O COMPENSACIÓN TENTATIVAS

IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COSTOS GLOBALES ESTIMADOS (pesos chilenos)				
		Alternativas de Volumen Útil (hm <sup>3</sup> )				
Medio físico		3,9	6,9	8	10,6	13,7
Calidad del aire (aumento del material particulado PM y gases)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas para regular la emisión de PM tanto in-situ como en los trayectos desde y hacia el área de faena</li> <li>Revisión e inspección de todos los vehículos y maquinarias utilizada durante la construcción</li> <li>Campañas de monitoreo de la calidad del aire</li> </ul>	97.390.220	115.794.342	121.989.009	133.846.729	148.559.337
Aumento de los niveles sonoros y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas para atenuar la emisión sonora en la fuente y en el trayecto a ella</li> <li>Restricción de horarios de trabajo</li> <li>Plan de manejo y control de tronaduras in situ.</li> <li>Campañas de monitoreo del ruido y vibraciones</li> </ul>	40.676.763	48.363.573	50.950.887	55.903.475	62.048.458
Posible generación de procesos erosivos en las laderas de la zona de inundación y taludes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de manejo de laderas para minimizar la degradación.</li> <li>Revestimiento y/o Estabilización de taludes</li> </ul>	57.745.862	68.658.271	72.331.292	79.362.124	88.085.713
Compactación de suelo y cambio de uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mejoramiento de suelos afectados una vez finalizadas las obras</li> </ul>	344.135	409.167	431.057	472.957	524.945
Modificación en el régimen de hidrológico y sedimentológico del río El Carmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de manejo ambiental de cauces. Establecimiento del caudal ecológico</li> </ul>	113.495.740	134.943.371	142.162.457	155.981.100	173.126.747

### CUADRO 8-1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN, REPARACIÓN Y/O COMPENSACIÓN TENTATIVAS

IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COSTOS GLOBALES ESTIMADOS (pesos chilenos)				
		Alternativas de Volumen Útil (hm <sup>3</sup> )				
<b>Medio físico</b>		3,9	6,9	8	10,6	13,7
Aumento de la turbidez del agua, Alteración de la calidad, Riesgos de eutrofización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo cuidadoso de empréstitos, control de derrames, Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales,</li> <li>Monitoreo de la calidad del agua</li> <li>Corte y roce de vegetación en área de inundación</li> </ul>	97.390.220	115.794.342	121.989.009	133.846.729	148.559,337
<b>Medio biótico</b>						
Impactos asociados a vegetación y flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reforestación, rescate, traslado y/o reposición de especies vegetacionales (Plan de Manejo)</li> <li>Monitoreo de sobrevivencia y colonización de especies (Plan de Seguimiento)</li> </ul>	122.856.213	146.072.722	153.887.196	168.845.521	187,405,241
Impactos asociados a fauna terrestre y acuática	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección y traslado de especies de fauna en estado de conservación (Plan de Rescate y Relocalización de Fauna, tanto terrestre como acuática).</li> <li>Monitoreo a micro mamíferos, reptiles, aves y biota acuática (Plan de Seguimiento)</li> </ul>	41.365.033	49.181.908	51.813.000	56.849.388	63,098,347
<b>Medio social y cultural</b>						
Impactos asociados a la afectación de patrimonio arqueológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resguardo de sitios</li> <li>Plan de rescate arqueológico conforme a la Ley de Monumentos Nacionales</li> <li>Publicación de Patrimonio Arqueológico</li> </ul>	90.645.173	107.774.664	113.540.301	124.576.779	138,270,422
Impactos asociados al medio social	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reuniones con la comunidad</li> <li>Material de difusión</li> </ul>	23.951.800	28.478.043	30.001.537	32.917.782	36,536,148

### CUADRO 8-1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN, REPARACIÓN Y/O COMPENSACIÓN TENTATIVAS

IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COSTOS GLOBALES ESTIMADOS (pesos chilenos)				
		Alternativas de Volumen Útil (hm <sup>3</sup> )				
		3,9	6,9	8	10,6	13,7
<b>Medio físico</b>						
<b>Medidas transversales</b>						
Transversales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Profesionales a cargo de la ejecución y cumplimiento de las medidas</li> <li>Señalética y capacitación</li> <li>Gastos administrativos</li> </ul>	32.968.138	39.198.226	41.295.219	45.309.246	50.289.698
<b>Total</b>		<b>621.439.076</b>	<b>738.874.288</b>	<b>778.401.954</b>	<b>854.065.102</b>	<b>947.945.056</b>

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, se puede señalar que las medidas de mitigación, reparación y/o compensación planteadas en el cuadro anterior está orientado a establecer las condiciones que el proyecto debe cumplir para desarrollarse conforme con criterios de sustentabilidad ambiental y bajo la normativa ambiental vigente.

Debe considerarse además, dentro de los costos ambientales del proyecto, aquel correspondiente a la realización del Estudio de Impacto Ambiental, cuyo monto se estima en forma preliminar en 170 millones de pesos, incluyendo la realización del EIA propiamente tal, como el proceso de tramitación hasta la obtención de la RCA favorable. De este modo, el Cuadro 8-2 indica los costos ambientales totales asociados del proyecto.

### CUADRO 8-2 RESUMEN COSTOS AMBIENTALES TOTALES (PESOS CHILENOS)

Ítem	Alternativas de Volumen Útil (hm <sup>3</sup> )				
	3,9	6,9	8	10,6	13,7
<b>Implementación de Medidas de Mitigación, Reparación y /o Compensación, planes de monitoreo y otras medidas tentativas</b>	621.439.076	738.874.288	778.401.954	854.065.102	947.945.056
<b>Realización EIA, Tramitación y obtención de RCA</b>	170.000.000	170.000.000	170.000.000	170.000.000	170.000.000
<b>Total (pesos chilenos)</b>	<b>791.439.076</b>	<b>908.874.288</b>	<b>948.401.954</b>	<b>1.024.065.102</b>	<b>1.117.945.056</b>

Fuente: Elaboración propia



## 9. PERMISOS SECTORIALES

Dado que se ha establecido que el presente proyecto debe ingresar al SEIA mediante un EIA (ver apartado 4.2 del presente informe), los permisos sectoriales asociados a la ejecución de las obras consideradas, serán otorgados al titular junto con la Resolución de Calificación Ambiental (o RCA, en caso de resultar favorable), obedeciendo así a la figura de “ventanilla única” que caracteriza al SEIA. De este modo, y en conformidad con lo establecido en las Bases Técnicas de la presente consultoría, no se hace necesario individualizar cada uno de estos permisos, quedando estos condicionados al otorgamiento de la RCA favorable.

## 10. ESTUDIOS RECOMENDADOS

Respecto de los estudios recomendados para las etapas posteriores, si bien ya se ha establecido que el proyecto debe ingresar al SEIA mediante la realización de un EIA (con todo lo que ello involucra), debe ponerse especial énfasis a aquellos componentes del medio biótico en que existe evidencia sobre existencia de especies con problemas de conservación. Estos componentes serían Fauna terrestre y acuática y Flora y Vegetación terrestre. Otro aspecto de importancia debe ser el establecimiento de un caudal ecológico acorde con las características del medio biótico asociado al río El Carmen. Esto adquiere mayor importancia al considerar que el cauce del Río El Carmen forma parte del sitio prioritario de Biodiversidad “Río Huasco”, incluido dentro de la estrategia regional de Biodiversidad de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Región de Atacama.

A continuación se enlistan aquellos estudios que, se propone, deben adelantarse para la etapa de Factibilidad.

- Levantamiento y evaluación de flora y fauna acuática (micro y macro invertebrados, y fauna íctica) del río El Carmen en el tramo ubicado desde la cola del embalse, hasta la confluencia con el río el Tránsito.
- Levantamiento y evaluación de fauna terrestre asociada al cauce del río El Carmen en el tramo ubicado desde la cola del embalse, hasta la confluencia con el río El Tránsito.
- Estudio para la determinación de un caudal ecológico, idealmente basado en criterios tanto biológicos, físicos (geomorfología fluvial) como hidrológicos.
- Levantamiento y evaluación de flora y vegetación terrestre en toda la zona de inundación y cauce aguas abajo del muro. Dicho estudio debiera abarcar la planicie de inundación del río el Carmen en el tramo comprendido entre



el muro del embalse y la confluencia con el río El Tránsito y la zona de inundación (espejo de agua del embalse) y sus zonas aledañas.

- Levantamiento del uso de suelo en la zona de inundación.

## 11. 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 4.2 del presente informe). De forma adicional, se ha realizado un análisis preliminar de impactos potenciales, en el cual se concluye, como era de esperarse dado el tipo de obra, que los componentes más afectados serían aquellos pertenecientes al medio biótico, principalmente flora y fauna acuática, por la presencia de especies en peligro de extinción (ver apartado 6.2.2), seguido del componente hidrológico (alteración de regímenes naturales de caudales y sedimentos) tanto en las etapas de operación como construcción. A esto se suma el hecho de que el proyecto se ubica en un sitio clasificado como "prioritario" dentro de la Estrategia Regional de Biodiversidad (ver Acápite 6.2.3).

Se realizó también una estimación preliminar de costos ambientales asociados a la ejecución de un conjunto de medidas de mitigación, reparación y/o compensación que han sido propuestas de forma tentativa. A los costos mencionados debe sumarse el valor de la realización del EIA.

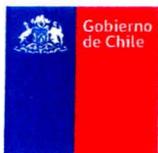
Finalmente, se ha recomendado la realización de algunos estudios ambientales específicos de flora y fauna tanto terrestre como acuática, y estudios sobre caudal ecológico con el fin de afinar el conocimiento referente a estos temas y aumentar así el nivel de claridad y seguridad al momento de evaluar el impacto ambiental correspondiente, con todo lo que esto involucra en términos de la toma de decisiones futuras, planificación y manejo. Estos estudios, se propone, debieran realizarse para el Estudio de Factibilidad del mismo proyecto.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRICK GOLD, COMPAÑÍA MINERA NEVADA, ARCADIS GEOTÉCNICA, 2004. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Pascual Lama.

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL, 2009. Reporte estadístico del Distrito 6 (Comuna Alto del Carmen).

CIREN, 1993. Actualización y Análisis de los Recursos Naturales, Todo el País, Etapa 1, Clima. III Región, Distritos Agroclimáticos.



CIREN, 2007. Estudio Agrológico de la Región de Atacama.

CONAF-CONAMA, 1999. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Proyecto CONAF/CONAMA/BIRF. Informe nacional. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Católica de Temuco. 88 p.

CONAMA, 2008. Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Huasco.

CONAMA, 2009. Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Protección de la Biodiversidad en Atacama.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, CADE-IDEPE, 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, DSS AMBIENTE, 2009. Análisis de Impacto Económico y Social de Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad-Cuenca Río Huasco.

EMPRENDE CHILE, BIOTA GESTIÓN Y CONSULTORÍAS AMBIENTALES LTDA., 2004. Factibilidad de la Creación de un Área Silvestre Protegida Privada de Propiedad de Pequeños Productores Agrícolas y Crianceros en la Cuenca Alta del Río Huasco. Comuna de Alto del Carmen, Provincia del Huasco, Región de Atacama.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Chile. 165 p.

GOBIERNO DE CHILE, 1994. Ley N° 19300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones. Gobierno de Chile, Santiago. 35 p.

GOBIERNO DE CHILE, 2002. DS 95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

GOBIERNO DE CHILE, MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN, 2006, 2009. Encuesta CASEN.

INIA, 1989. Mapa Agroclimático de Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 1992, 2009. Censos de población



**MUNICIPALIDAD DE ALTO DEL CARMEN. 2007. Plan de Desarrollo Comunal 2007 – 2010.**

Pliscoff y Luebert , 2006. Sinopsis Bioclimática de Chile.

ROJAS, A., REYES, B., MAGZUL, L., MORALES, H. L., BÓRQUEZ, R. AND SCHWARTZ, E. 2007. Analysis of the Role of Institutions in Water Conflicts. IACC Project

SALINAS B., 2007. Memoria de Título Implicancias Territoriales del Conflicto Pascua Lama Valle del Huasco, Región de Atacama.

# **ANEXOS**

**ANEXO EAA-1**

**NORMATIVA AMBIENTAL  
ESPECÍFICA**



## **1.1.       NORMATIVA AMBIENTAL ESPECÍFICA**

### **1.1.1.     Aire**

#### **Decreto Supremo N° 144/61. Ministerio de Salud.**

a) Identificación del cuerpo legal: Decreto Supremo N° 144/61 del Ministerio de Salud. Norma para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.

b) Materia Regulada: Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza.

c) Relación con el Proyecto: De acuerdo a los antecedentes disponibles, es posible señalar que en la fase de construcción de las obras se generarán emisiones a la atmósfera derivado del movimiento de tierra, maquinarias y vehículos.

d) Forma de Cumplimiento: Durante la fase de construcción se deberán minimizar las molestias a receptores sensibles en las faenas que se desarrollen próximas a sectores poblados. Entre las medidas atingentes se encuentran las siguientes:

- Humedecer caminos de circulación interna que presentan altas probabilidades de levantar material particulado.

- Reducción de velocidad en caminos de tierra.

- Utilizar mallas antipolvo a objeto de evitar la dispersión de material particulado directamente en las áreas adyacentes a los frentes de trabajo.

- Emplear sólo vehículos que cuenten con los permisos de emisión de gases y mantenimientos al día.

- En todo el trayecto de las faenas, el transporte de materiales áridos y tierra, las tolvas de los camiones deberán ir cubierta con la finalidad de evitar la propagación de particulado.

- Respetar límite de velocidad de 50 km/hr, para todo vehículo de la obra; tampoco se permitirá el uso de bocinas innecesariamente.



- Se deberá disponer alternativas para circulación de peatones y vehículos hacia las entradas a las propiedades vecinas a las obras, como así también la reposición de todos los accesos o caminos afectados

- Utilización de maquinaria y camiones en buen estado técnico

- Operación no simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.

- Desarrollo de faenas en horario diurno.

- Las faenas de construcción serán ubicadas a una distancia mayor a 200 m respecto de las viviendas existentes.

- Las faenas de extracción y chancado de áridos, no podrán instalarse a menos de 400 m de cualquier vivienda existente.

E) Organismo Fiscalizador: Según lo establece el artículo 8 del presente texto reglamentario, corresponde al SEREMI de Salud, vigilar, en general, el cumplimiento de todas las disposiciones a que se refiere dicho texto.

#### **DS N° 69/89.**

a) Identificación del cuerpo legal: D.S. N° 69/89 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

b) Materia regulada: Establece Normas de Emisión de Contaminantes Aplicables a los Vehículos Motorizados y Fija los Procedimientos para su Control.

c) Relación con el Proyecto: Los vehículos y maquinaria que participen de la construcción de obras emitirán gases de acuerdo a su funcionamiento. La ausencia de control de estas emisiones puede generar molestias adicionales a la población circundante a las áreas de faenas y de circulación de vehículos.

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

e) Organismo fiscalizador: Corresponderá a Carabineros de Chile la fiscalización de esta normativa.



## **1.1.2. Ruido**

### **DS N° 146/98. Ministerio de Salud.**

a) Identificación del cuerpo legal: D.S. 146/1998 Ministerio de Salud. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

b) Materia Regulada: Establece normas de emisión de ruidos molestos generados por fuentes por fuentes fijas.

c) Relación con el Proyecto: El DS N° 146/97 establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas hacia la comunidad, tales como las actividades industriales, comerciales, recreacionales, artísticas u otras.

Aún cuando las emisiones de construcción no corresponden a fuentes fijas, se considera recomendable establecer limitaciones a la emisión de ruidos en etapa de construcción a objeto de disminuir las molestias a la población receptora.

d) Cumplimiento: Se deberá considerar por parte de la empresa constructora, la ejecución de medidas que reduzcan efectivamente las fuentes emisoras de contaminación acústica, entre las que se cuentan:

- Se deberá exigir el uso de maquinaria y camiones en buen estado técnico.
- Se deberá evitar la operación no simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.
- El desarrollo de faenas deberá realizarse sólo en horario diurno.
- Respetar límite de velocidad de 50 km/h, para todo vehículo de la obra;
- No se permitirá el uso de bocinas innecesariamente.
- Instalación de Faenas a más de 200 m de viviendas: Las faenas de construcción serán ubicadas a una distancia mayor a 200 m respecto de las viviendas existentes.
- Faenas de extracción chancado de árido: Las faenas de extracción y chancado de áridos, no podrán instalarse a menos de 400 m de cualquier vivienda existente.



d) Organismo fiscalizador: Corresponderá al SEREMI de la Región de Atacama la fiscalización del cumplimiento de esta normativa.

### **1.1.3. Agua**

#### **DFL N° 725/67, del Ministerio de Salud, Código Sanitario**

a) Identificación del cuerpo legal: Decreto con Fuerza de Ley N° 725/67. Código Sanitario. Ministerio de Salud.

b) Materia Regulada: Higiene del ambiente y de los lugares de trabajo (Libro Tercero). Art. 73. Establece la prohibición de descargas de aguas servidas y de residuos industriales o mineros a ríos o lagunas, o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos.

c) Relación con el Proyecto: Durante las faenas de construcción se generarán desechos domésticos y de las faenas mismas que podrían contaminar las aguas de estos cauces. Se recomienda prevenir la posibilidad de ocurrencia de este efecto mediante el establecimiento de restricciones a la empresa contratista.

d) Cumplimiento: Monitoreo para la calidad del agua. Este monitoreo se aplicará durante la actividad de construcción del muro y del vertedero. El primer monitoreo se llevará a cabo coincidiendo con el inicio de las obras en el lecho del Río El Carmen. Las estaciones serán 2: la primera antes del canal de desvío en el muro ataguía y la segunda al final del canal de desvío en el túnel de descarga en el área de intervención directa del río.

- Los parámetros a medir serán los establecidos para uso de agua en riego y para vida acuática, establecidos en la NCh 1.333/Of.78.

- Plan de contingencias para contaminación de las aguas. El contratista deberá presentar a la Inspección Fiscal un Plan de Contingencia ante la eventualidad de contaminación de aguas con elementos riesgosos, como aceites, lubricantes y otros insumos de la construcción, que puedan afectar gravemente la calidad de aguas para el riego y la vida acuática. En el Plan detallará los procedimientos a seguir, las personas de la empresa a cargo o responsables de su aplicación, el sistema de aviso a la Junta de Vigilancia y Autoridad Sanitaria, procedimientos para detener la fuente de contaminación, y para reparación de la contaminación.

- Se prohibirá la mantención y reparación de vehículos y maquinarias, además del lavado de camiones y maquinarias en zonas de restricción ambiental (Estas se encuentran señaladas en el punto N° 8 de este informe)



- Se prohibirá el estacionamiento y mantención de camiones y maquinaria en las riberas del Río El Carmen y cualquier curso o cuerpo de agua (carga de combustible, cambios de aceite, reparaciones, mantención, lavado y aseo de maquinaria y vehículos, etc.)

- Se exigirá la disposición de los residuos de la mantención de vehículos y maquinaria como aceites, grasas y otros, en tambores sellados destinados a este fin exclusivamente, los que a su vez deberán ser dispuestos en sitios autorizados.

- La empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuos al cauce del río El Carmen y cualquier curso o cuerpo de agua además de los canales de riego, así como evitar el arrojo accidental o imprevisto en las aguas, de cualquier tipo de desecho (domiciliarios, escombros, materiales de rechazo de áridos).

- La empresa contratista deberá exigir un adecuado control del proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos en sitios autorizados.

- Los residuos sólidos domésticos generados deberán ser almacenados temporalmente en contenedores especiales, para luego ser evacuados en sitios de disposición autorizados por la autoridad sanitaria.

- Se exigirá el uso de productos biodegradables para el aseo y limpieza de personas y utensilios.

- Establecimiento de exigencias a la empresa contratista, en el sentido de dejar completamente limpio la zona de la construcción del muro en desuso al término de las faenas.

e) Organismo fiscalizador: Corresponderá al SEREMI de la Región de Atacama la fiscalización del cumplimiento de esta normativa.

### **D.S. N° 90/2000, Del Ministerio Secretaría General De La Presidencia**

a) Identificación del cuerpo legal: Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales



b) **Materia Regulada:** Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

c) **Relación con el Proyecto:** Durante la etapa de construcción del proyecto, es posible que se produzcan eventos que contaminen las aguas superficiales del río, debido a las faenas de movimiento de material, transporte de carga o construcción de obras en quebradas.

d) **Forma de Cumplimiento:** Monitoreo para la calidad del agua. Este monitoreo se aplicará durante la actividad de construcción del muro y del vertedero. El primer monitoreo se llevará a cabo coincidiendo con el inicio de las obras en el lecho del Río El Carmen. Las estaciones serán 2: la primera antes del canal de desvío en el muro ataguía y la segunda al final del canal de desvío en el túnel de descarga en el área de intervención directa del río.

Los parámetros a medir serán los establecidos para uso de agua en riego y para vida acuática, establecidos en la NCh 1.333/Of.78.

Plan de contingencias para contaminación de las aguas. El contratista deberá presentar a la Inspección Fiscal un Plan de Contingencia ante la eventualidad de contaminación de aguas con elementos riesgosos, como aceites, lubricantes y otros insumos de la construcción, que puedan afectar gravemente la calidad de aguas para el riego y la vida acuática. En el Plan detallará los procedimientos a seguir, las personas de la empresa a cargo o responsables de su aplicación, el sistema de aviso a la Junta de Vigilancia y Autoridad Sanitaria, procedimientos para detener la fuente de contaminación, y para reparación de la contaminación.

- Se prohibirá la mantención y reparación de vehículos y maquinarias, además del lavado de camiones y maquinarias, zonas de restricción ambiental.

- Se prohibirá el estacionamiento y mantención de camiones y maquinaria en las riberas del Río El Carmen y cualquier curso o cuerpo de agua (carga de combustible, cambios de aceite, reparaciones, mantención, lavado y aseo de maquinaria y vehículos, etc.)

- Se exigirá la disposición de los residuos de la mantención de vehículos y maquinaria como aceites, grasas y otros, en tambores sellados destinados a este fin exclusivamente, los que a su vez deberán ser dispuestos en sitios autorizados.

- La empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuos al cauce del río El Carmen y cualquier curso o cuerpo de agua además de los canales de riego, así como evitar el arrojado accidental o



imprevisto en las aguas, de cualquier tipo de desecho (domiciliarios, escombros, materiales de rechazo de áridos).

- La empresa contratista deberá exigir un adecuado control del proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos en sitios autorizados.

- Los residuos sólidos domésticos generados deberán ser almacenados temporalmente en contenedores especiales, para luego ser evacuados en sitios de disposición autorizados por la autoridad sanitaria.

- Se exigirá el uso de productos biodegradables para el aseo y limpieza de personas y utensilios.

-Establecimiento de exigencias a la empresa contratista, en el sentido de dejar completamente limpio la zona de la construcción del muro al término de las faenas.

d) Organismo fiscalizador: Corresponderá a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, a la Dirección General del Territorio Marítimo y al Servicio de Salud regional la fiscalización de esta norma.

#### **DL N° 3.557/80, del Ministerio de Agricultura**

a) Identificación del cuerpo legal: DL N° 3.557/80, del Ministerio de Agricultura. Normas Sobre Protección de Aguas en Pro de la Agricultura y la Salud de los Habitantes.

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

c) Relación con el Proyecto: En relación al proyecto, las actividades de construcción pueden provocar la contaminación de cauces o cuerpo de agua próximos a las zonas de faenas, como el río El Carmen, quebradas, u otros cauces en el área del proyecto.



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

- Los residuos sólidos domésticos generados deberán ser almacenados temporalmente en contenedores especiales, para luego ser evacuados en sitios de disposición autorizados por la autoridad sanitaria.

- Control y supervisión permanente por parte del contratista encargado de ejecutar las obras, de los procedimientos de cada faena, siendo su responsabilidad asegurar que durante el desarrollo de éstas no se contaminarán las aguas.

- Uso de baños químicos, contratado a una empresa autorizada por la Autoridad Sanitaria de la Región de Atacama.

- Mantener un área y contenedores adecuados para el acopio temporal de residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios, hasta su posterior traslado para disposición final a vertedero municipal autorizado.

- Utilizar contenedores aptos para la acumulación de residuos provenientes de derrames de sustancias peligrosas tales como aceites, pinturas, barnices, pegamentos, etc., hasta su posterior envío a sitio autorizado para su recepción.

- Mantener las medidas de seguridad para el almacenamiento de elementos combustibles (contenedores aptos, rotulación de ellos, ubicación de contenedores) que de cumplimiento al DS N° 379/52 del Ministerio de Economía y Comercio.

- En la eventualidad de que ocurra un derrame durante el desarrollo de las diferentes actividades, se tomarán acciones para limpiar y restaurar el área.

- En el caso de que los derrames de combustibles y lubricantes contaminen el suelo, se deben aplicar medidas de remediación de acuerdo a la cantidad del producto, procediendo inmediatamente con la recolección, recuperación del producto si es posible y proceder con la remoción del suelo para facilitar la volatilización de los hidrocarburos livianos.

e) Organismo fiscalizador: Corresponderá al SEREMI de Agricultura de la Región de Atacama la fiscalización de esta normativa.



#### **1.1.4. Biota**

##### **D.S. N° 5/98 Ministerio de Agricultura.**

a) Identificación de cuerpo legal: Decreto Supremo N° 5/98 Ministerio de Agricultura.

b) Materia Regulada: Protección de Fauna Terrestre. Aprueba Reglamento de la Ley de Caza. Publicado en el Diario Oficial del 7 de Diciembre de 1998.

c) Relación con el Proyecto: En el área del proyecto, cabe la posibilidad que en sectores con presencia de vegetación próxima al río El Carmen se encuentren o desplacen algunas especies de fauna.

d) Forma de Cumplimiento: La empresa contratista prohibirá la caza de cualquier tipo de especie de la fauna terrestre, durante todo el período de construcción, inclusive en los momentos de descanso. Para ellos se deben adoptar las siguientes medidas.

- Capacitación de trabajadores
- Prohibición de compra y captura de especies de animales nativos
- Implementación de señalética informativa en la zona de faenas

e) Organismo fiscalizador: Corresponderá al SAG de la Región de Atacama la fiscalización de esta normativa.

#### **1.1.5. Intervención en cauces naturales**

##### **D.F.L. 1.122 Ministerio de Justicia**

a) Identificación del cuerpo legal: Código de aguas D.F.L. 1.122 Ministerio de Justicia, D.O. 29/10/81, en sus artículos 41 y 171.

b) Materia Regulada

##### **Artículo 41**

El proyecto, construcción y financiamiento de las modificaciones que fuere necesario realizar en cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras



públicas, urbanizaciones, edificaciones y otras obras en general, serán de responsabilidad y de cargo de quien las ordenen.

Se entenderá por modificaciones no solo el cambio el cambio de trazado de los cauces mismos, sino también la alteración o sustitución de cualquiera obra de arte y la construcción de nuevas obras como abovedamientos, pasos bajo o sobre nivel o cualesquiera otras de sustitución o complemento.

### **Artículo 171**

Las personas naturales o jurídicas que deseen efectuar modificaciones a que se refiere el artículo 41 del Código de Aguas, presentarán los proyectos correspondientes a la Dirección General de Aguas, para su aprobación previa, aplicándose e la presentación el procediendo previsto en el párrafo 1 de este título.

c) Relación con el Proyecto: La modificación del cauce del río El Carmen para la construcción del embalse de riego es un tipo de obra que debe someterse a esta norma, la cual en su artículo 1º establece que, en el caso que otras entidades ejecuten este tipo de obras, deberán ser autorizadas por la Dirección General de Obras Públicas.

d) Forma de Cumplimiento: El desarrollo del diseño de ingeniería de las obras, así como las faenas de construcción, seguirán las directrices técnicas que emanan de esta normativa, considerando la solicitud de permisos pertinente.

e) Organismo Fiscalizador: Corresponderá a la Dirección General de Aguas de la Región de Atacama la fiscalización de esta normativa.

#### **1.1.6. Patrimonio cultural**

##### **LEY 17.288/70 Ministerio de Educación y sus Modificaciones**

a) Identificación del cuerpo legal: Ley 17288/1970, Ley Monumentos Nacionales sus Modificaciones y Reglamento Ministerio de Educación.

b) Materia Regulada:

**Artículo 26:** Obligatoriedad de informar existencia de elementos constituyentes del patrimonio cultural y de no alterarlos sin autorización del Consejo de Monumentos Nacionales.



c) Relación con el Proyecto: Las excavaciones necesarias para ejecutar algunas obras, como la cubeta de embalse, aliviaderos, obras de desvío, desagüe de fondo, yacimiento de material para la construcción del muro podrían descubrir o encontrar sitios de interés para el patrimonio cultural.

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

No obstante lo anterior, se debe considerar en conformidad a las leyes arriba mencionadas, la obligatoriedad de dar aviso al Consejo de Monumentos Nacionales y de detener totalmente las obras, en caso de que se produzcan hallazgos arqueológicos durante faenas de excavación o remoción de tierra en el área del proyecto.

En este sentido, de acuerdo a las disposiciones de la Ley N° 17.288, en su Título V “De los Monumentos Arqueológicos, de las excavaciones e Investigaciones científicas correspondientes”, Artículo N° 26 que señala lo siguiente:

*“Toda persona natural o jurídica que al hacer excavaciones en cualquier punto del territorio nacional y con cualquier finalidad, encontrare ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter histórico, antropológico, arqueológico o paleontológico, está obligada a denunciar inmediatamente el descubrimiento al Gobernador Provincial, quien ordenará a Carabineros que se haga responsable de su vigilancia hasta que el Consejo se haga cargo de él.”*

*“La infracción a lo dispuesto en este artículo será sancionada con una multa cinco a doscientas unidades tributarias mensuales, sin perjuicio de la responsabilidad civil solidaria de los empresarios o contratistas a cargo de las obras, por los daños derivados del incumplimiento de la obligación de denunciar el hallazgo”.*

e) Organismo Fiscalizador: Corresponderá a Carabineros de Chile y al Consejo de Monumentos Nacionales la fiscalización de estas actividades.

### **D.S. N° 484/90, del Ministerio de Educación**

a) Identificación del cuerpo legal: Decreto Supremo N° 484/90. Reglamento de la sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas.

b) Materia Regulada: La citada Ley resguarda y protege elementos del patrimonio histórico y arqueológico estableciendo la obligatoriedad de informar de la existencia de



elementos constituyentes del patrimonio cultural y de no alterarlos sin autorización del Consejo de Monumentos Nacionales.

c) Relación con el Proyecto: Las excavaciones necesarias para ejecutar algunas obras, tales como la construcción del muro de presa, los estribos del embalse y el despeje del suelo del área de inundación podrían descubrir o encontrar sitios de interés del patrimonio cultural.

d) Cumplimiento: Si durante las faenas de construcción se produjera un hallazgo arqueológico, la empresa contratista detendrá las faenas y dará aviso inmediato a Carabineros de Chile y la Gobernación Provincial y realizará anotaciones en el Libro de Obra acerca de las gestiones realizadas, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley 17.288.

No obstante lo anterior, se debe considerar en conformidad a las leyes arriba mencionadas, la obligatoriedad de dar aviso al Consejo de Monumentos Nacionales y de detener totalmente las obras, en caso de que se produzcan hallazgos arqueológicos durante faenas de excavación o remoción de tierra en el área del proyecto.

e) Organismo fiscalizador: La fiscalización corresponde a Carabineros de Chile y la Gobernación Provincial.

### **1.1.7. Higiene y seguridad**

#### **DS N° 594/00, del Ministerio de Salud**

a) Identificación del cuerpo legal: DS 594/2001. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

b) Materia Regulada: Regula las condiciones sanitarias y ambientales en lugares de trabajo. Todo lugar de trabajo deberá contar con agua potable destinada al consumo humano y a las necesidades básicas de higiene y aseo personal, de uso individual y colectivamente.

Aquellas faenas temporales en que por su naturaleza no sea materialmente posible instalar servicios higiénicos conectados a una red de alcantarillado, el empleador deberá proveer como mínimo de una letrina sanitaria o baño químico.

Las aguas servidas de carácter doméstico deberán ser conducidas al alcantarillado público, o en su efecto, su disposición final se efectuará por medio de sistemas o plantas particulares en conformidad a los reglamentos específicos vigentes.



c) **Relación con el Proyecto:** Durante la etapa de construcción se debe considerar la generación y disposición final de residuos sólidos, la dotación de agua potable para los trabajadores, la disposición final de residuos líquidos de las faenas, la mantención de baños químicos.

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

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

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

En aquellos casos en donde se utilicen aceites y lubricantes deberá mantenerse un estricto control en su manejo y almacenaje y disposición final. Los estanques que contengan aceites de recambio deberán ser sellados para su posterior traslado fuera del lugar.

Para los desechos que requieran ser acumulados transitoriamente, se contará con un patio de acopio que será previamente determinado, delimitado y cercado, adyacente al área de instalación de faenas. En este lugar, se acopiarán temporalmente con un sistema de clasificación según tipo de desecho.

Las piezas de recambio de maquinarias (repuestos, baterías, neumáticos, etc.), serán retiradas periódicamente del patio de acopio para su posterior comercialización o disposición en botaderos autorizados. Otros materiales de desecho como maderas, envases, gomas, chatarra, etc., serán retirados periódicamente del patio de acopio y serán ser depositados en vertederos autorizados.

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

**ANEXO EAA-2**

**INFORME AVANCE EAA**

**SOLO ELECTRÓNICO**

**ANEXO EAA-3**

**ACTORES SOCIALES**



## IDENTIFICACIÓN DE ACTORES SOCIALES RELEVANTES

### COMUNIDADES DE AGUAS RÍO EL CARMEN REGISTRADAS EN DGA

Nº Canal	Comunidad Canal	Nº Usuarios
19	Algarrobo	4
20	Duraznito Sur	6
23	Malpaso	31
24	Churque	9
26	Palos Parados	9
33	Breas Paredes	17
35	Churque	3
36	Perales	14
37	Sauce	22
38	Encontrón	18
40	Molinito Sur	4
41	Cuesta Norte	5
46	Tinajilla Sur	4
48	Carrizal	3
50	Pampita Sur	5
51	Peñón	18
52	Castillo	8
53	Piedras Juntas	23
54	Las Breas	32
56	Rojas	6
59 y 61	Unificación Gajardo-Alcota	36
62	Zumarán	8
63	San Félix	40
64	Algodón	18
66	Pedregal Norte	13
67	Higuerita Sur	30
68	Higuerita Norte	23
69	El Medio	31
70	Majada	33
71	Mollaca	10
72	Escobas	20
73	Crucecita	18
74	Chañares	5
76	Molino Algarrobal	6
78	Trapiche	11
79	Cerro Blanco	9
95	Portezuelo	22
96	El Carmen	22
97	Bravo	22
98	Las Juntas	21

Fuente: Catastro Público de Aguas de la DGA y Junta de Vigilancia.



## COMUNIDADES DE AGUAS RÍO EL CARMEN NO REGISTRADAS EN DGA

Nº Canal	Comunidad Canal	Nº Usuarios
11	Plata Alta	10
12	Plata Baja	6
13	Gárate	15
16	Lagunas	3
18	Varela	4
21	Duraznito Norte	6
25	Hornito	8
27	Lozas	6
28	Berracos	6
29	Islones Norte	4
30	Churcal	6
34	Alamos	3
39	Molinito Norte	2
42	Cuesta Sur	4
45	Tinajilla Norte	4
47	Godoy	2
49	Pampita Norte	4
55	Molino Piedras Juntas	3
57	Timbles	3
58	Huracán	57
60	Churcal	55
75	Pampita Verde	4
77	Canales	2
94	La Huerta	3

## CANALES RÍO EL CARMEN CON COMUNIDAD DE HECHO

Nº Canal	Canal	Nº Usuarios
1	Tranca Quemada Norte	1
2	Tranca Quemada Sur	1
3	Potreros Norte	1
4	Potreros Sur	1
5	Fortuna Norte	1
6	Fortuna Sur	1
7	Casablanca	1
8	Colorado	1
9	Dandy	1
10	*Angostura	1
14	*Burro Muerto Norte	1
15	*Burro Muerto Sur	1
17	Pedregal Sur	4
22	*Zola	1
31	*Potrero Redondo	1



Nº Canal	Canal	Nº Usuarios
32	*Arenas	1
43	*Cajón	1
44	*Páez	1
65	Molino Páez	18
80	Unificación Mesilla - Mesilla	7
81	Unificación Pedregal - Páez	31
82	Unificación Pedregal - Retamo	9
83	Unificación Pedregal - Monardes	7
84	Unificación Pedregal - Boquete	21
85	Unificación Pedregal - Herrera	3
86	Unificación Pedregal - Pedregal Grande	22
87	*Unificación Pedregal - El Sauce	1
88	*Unificación Pedregal - Nogales	1
89	Unificación Pedregal - Peralito	1
90	Unificación Pedregal - La Vega	1
91	Unificación Mesilla - Brizuela	8
92	Unificación Mesilla - Bolados	19
93	Unificación Pedregal - Alvarez	22
S/R	Convoy Norte	1
S/R	Convoy Sur	1

Fuente: Junta de Vigilancia Río Huasco.

## JUNTAS DE VECINOS

Nombre de la Organización	Presidente
J.V. Alto del Carmen	Sara Ceriche
J.V. La Vega	Maritza Peña
J.V. Retamo	Gladys Ávalos
J.V. Crucecita	Nidia Piñones
J.V. La Majada	Silvio Ávalos
J.V. Los Canales	Gildo Gajardo
J.V. Cerro Alegre	Pedro Espejo
J.V. San Félix	Elena Véliz
J.V. Villa Horcón Quemado	Irma Gatica
J.V. La Higuera	Jorge Leyton
J.V. Piedras Juntas	Omar Mendez
J.V. Las Breas	Emeteria Ardiles
J.V. El Corral	Edmundo Paredes



## CLUBES DEPORTIVO-RECREATIVOS Y DE HUASOS

Nombre de la Organización	Presidente
C.D Alto del Carmen	Segundo Huanchicay
C.D Andino La Vega	Mauricio Alfaro
C.D Esfuerzo de Retamo	Omar Carvajal
C.D Cruz Verde de Crucecita	Dixia Paez
C.D Cerro Alegre	Moises Paredes
C.D Horcón Quemado	Elvin Gatica
C.D Unión La Higuera	Sergio Tapia
C.D Frontera de Huasco	Esteban Godoy
C.H. Valle el Tránsito	Wilson Campillay
C.H. Río El Carmen La Majada	Javier Soto
C.H. Los Tambos	Florentino Bari
C.H. Frontera Nevada	Julio Santander
C.H. Conay	Cristian Olivares
C.H. El Criollito	Sergio Carmona
C.H. Las Breas	Emilio Godoy
C.H. San Antonio de Placeta	Edison villegas

## CENTROS DE MADRES - PADRES Y APODERADOS

Nombre de la Organización	Presidente
C.M. Marta Brunett	Dequedina Paredes
C.M. La Majada	Marcela Duarte
C.M Santa Rosa de Lima	Margarita Lagues
C.P.A Escuela G-52	Paola Cortés
C.P.A. Jardín Semillitas de Amor	Yanett Rojo
C.P.A. Escuela de San Félix	Lorenza Salamanca



### CLUBES DEL ADULTO MAYOR

Nombre de la Organización	Presidente
C.A.M. Nuestra Señora Del Carmen	Francisca Navea
C.A.M. Flor de Retamo	Sergio Cruz
C.A.M. Conquistadores del Valle	Hector Piñones
C.A.M. Santa Teresita	Silvio Ávalos
C.A.M. Sagrada Familia	Irma Gatica
C.A.M. Frontera del Huasco	Rolando Contreras
C.A.M. San Francisco de Asis	Arcelia Ávalos

### LISTADO DE COMITÉS APR, VALLE DE SAN FÉLIX

Nombre Comité APR	Presidente
Juntas De Valeriano	Lucia Cortes Villegas
Conay Los Tambos	Claudio Varas Espinoza
Angostura La Pampa	Guillermo Tambay
La Arena	Clemente Carmona
El Tránsito	Patricio Rojas
Chanchoquin Grande	Andrés Argandoña
Chanchoquin Chico	Amado Quinsacara
Los Perales	Sergio Campusano
Chiguinto	Wilson Pizarro
Las Marquesas	Hector Castillo
La Higuera	Rodrigo Alcayaga
San Félix	Raúl Garrote
Crucecita La Majada	Silvio Ávalos
Retamo	Francisco Larraín
Alto del Carmen	José Escobar
Chañar Blanco	Luis Leiva
Imperial	Verónica Jaramillo
Camarones	Guillermo Barrera
Hda Compañía	America Correa
Buena Esperanza	Clementina Cruz



<b>Nombre Comité APR</b>	<b>Presidente</b>
Atacama Nicolasa	Gabriel Díaz
Las Tablas	Nilda Herrera
Carrizal Bajo	Magaly Salinas
Domeyko	Edgardo Toledo
Cachiyuyo	Héctor Gatica
Carrizalillo / Caleta Chañaral	Juan Vergara
Total	Hilda Morales
Nantoco	Mónica Molina
Los Loros	Marcelo Oviedo
Incahuasi	Verónica Valenzuela
El Corral	Juana López
Las Breas	Teresa Zumaran
Perales Viejos	Juan Cuello
El Pino	Sonia Villalobos
Chollay	Rosa Herrera

### **GRUPOS PRODESALES**

<b>Nombre de la Organización</b>	<b>Presidente</b>
Taller Artesanal Esperanza	Nadia Ávalos
Taller Artesanal Canto de Río	Eliana Pallauta
Taller Artesanal Corazón de Paloma	Isabel Salazar
Taller Artesanal El Telar	Emeteria Ardiles
Grupo Productivo	Blanca Olmos
Grupo Productivo La Botica de Pedregal	Marcia Castillo
Grupo Productivo Agrocru	Cecilia Caballero
Comité Productivo Progreso	Bernardo Torres
Taller Productivo Amanecer	Gregorio Rivera
Comité Habitacional Villa Real	Lia Rojo
Comité Habitacional Chinguinto	Norma Martinez
Comité Habitacional Tambos Bajo	Fernando Ardiles
Comité Habitacional Villa Cordillera	Pamela Ibarbe



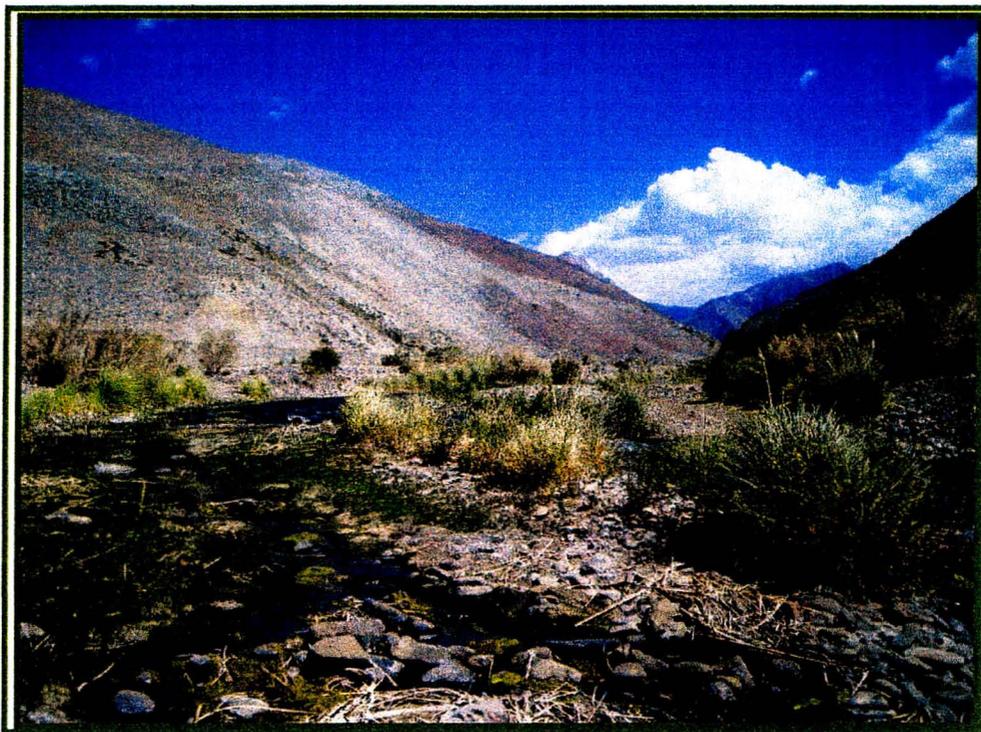
Nombre de la Organización	Presidente
Consejo de Desarrollo de Salud San Félix	Vilma Alcota

## LISTADO DE EMPRESAS AGRÍCOLAS

Nombre Empresa	Rubro Productivo	Representante Legal
Agrícola San Félix	Pisco Artesanal Horcón Quemado	Eduardo Mulet
Agrícola del Alto	Productos elaborados de Mango	Patricia Schmutzer
Agrícola El Dain	Productora de Uva de Mesa	Eduardo Mulet
Agrícola Campillay	Productora y Distribuidora de Frutos del País	Omar Campillay
Fundo Betel	Productora de Frutos (naranjas, guayabas, granadas, mangos, uva, etc)	Nataniel Vivanco
Predio La Huerta	Productor de Uva de Mesa	Aída Portilla Ramos
Agrícola Santa Mónica Ltda.	Productor de Uva de Mesa	Nicolás del Río
Sociedad Agrícola Viña Negra	Productor de Uva de Mesa	Mauricio Venegas
Sociedad El Rosario	Productor de Uva de Mesa	Francisco Bou
Asociación de Agricultores del Valle de San Félix	Productores Varios	Francisco Bou
APAC (Asociación Gremial de Productores)	Productores de Uva de Mesa	Eduardo Rojo
Cooperativa Agrícola Pisquera Elqui Ltda.	Productores de Pisco y Procesadores de Uva Pisquera	Guillermo González
Exportadora Agrofrío	Distribuidora Uva de Exportación entre otros Futos	Juan Fernández
Exportadora Agrícola Cordillera	Productor de Uva de Mesa	Bernardo Torres
Exportadora Río Blanco	Exportadora de diversos Frutos	Sergio Barros
Exportadora Quintay	Compañía Pisquera	Ricardo Williamson
Distribuidora y Comercializadora Frutícola S.A. Discofrut	Uva de Mesa entre otros Frutos	Mauricio Venegas

**ANEXO EAA-4**  
**INFORME ARQUEOLÓGICO**

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
RIEGO EN EL RIO EL CARMEN, REGIÓN DE ATACAMA  
LÍNEA BASE DE  
ASPECTOS CULTURALES Y ARQUEOLÓGICOS PARA  
SECTOR EMBALSE**



Preparado por: NAWEL Consultores  
Nuriluz Hermosilla O.

Santiago, 10 de enero de 2011.

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL RIO EL CARMEN, REGIÓN DE ATACAMA**  
**LÍNEA BASE DE**  
**ASPECTOS CULTURALES Y ARQUEOLÓGICOS PARA SECTOR EMBALSE**

NAWEL Consultores  
Nuriluz Hermsilla  
10.01.2011

**INTRODUCCIÓN**

El presente estudio apunta a describir el potencial riesgo de ocurrencia de sitios arqueológicos en el área de influencia del Proyecto de Embalse para el mejoramiento del sistema de riego en el río El Carmen, en la III Región de Atacama. Incluye la integración del Patrimonio Cultural en la legislación nacional, estudio de antecedentes, y resultados de la prospección en las áreas de intervención del proyecto. El objetivo final es proteger el patrimonio de acuerdo a la legislación chilena vigente, informando los alcances de la evaluación en terreno. De este modo, tanto la revisión bibliográfica, como la visita de terreno apuntó al descubrimiento y protección de este tipo de recursos.



Figura 1. Imagen de Google Earth de sector de embalse.

## **MARCO LEGAL SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL Y LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

La implementación de obras de inversión públicas y privadas, tiene como efecto colateral inevitable la interferencia con el Patrimonio Cultural y específicamente con los sitios arqueológicos. Estos últimos, raramente son ruinas, sino más bien estructuras o restos materiales en apariencia insignificantes y que se encuentran sobre o bajo el suelo. Sin embargo, estos sitios tienen un valor cultural y científico muy elevado. La normativa que establece la legislación chilena en cuanto al resguardo del Patrimonio Cultural y Natural incluye tres leyes que rigen sobre el estudio realizado.

La principal ley que norma el Patrimonio Cultural es la **Ley de Monumentos Nacionales N° 17.288** del 4 de Febrero de 1970, y su Reglamento del 2 de Abril de 1991. Ésta declara que “son monumentos nacionales y quedan bajo tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes; las piezas u objetos antropológicos, arqueológicos, paleontológicos o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la Historia, al Arte o la Ciencia...”. En sus Artículos 11 y 12 se determina que “los monumentos nacionales quedan bajo el control y supervigilancia del Consejo de Monumentos Nacionales sean de propiedad pública o privada y todo trabajo de conservación debe ser previamente autorizado”.

En el caso concreto de los sitios arqueológicos, en el Artículo 21 se declara que “por el sólo ministerio de la Ley, son monumentos arqueológicos de propiedad del Estado los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antropoarqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional”, sin declaración previa. Para terminar establece que el Patrimonio Cultural es propiedad de la Nación, que su destrucción es penalizada y que existe la obligación de denunciar su aparición (Art. 20 y 23).

Un segundo cuerpo legal que rige los estudios es la **Ley N 19.300 Sobre Bases Generales Del Medio Ambiente**, que en su artículo 1, letra K, define impacto ambiental como “la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada”, lo cual incluye la “alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural”.

Las disposiciones de la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales Del Medio Ambiente fueron complementadas y precisadas por el **Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental** que entró en vigencia el 27 de Marzo de 1997, otorgándole con ello plena eficacia y coherencia a la normativa ambiental de nuestro país. Entre sus disposiciones destacamos las que inciden sobre la evaluación del impacto sobre el patrimonio cultural. A este respecto, el artículo 11 del Reglamento, incluido en el Título II señala: “El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. A objeto de evaluar si el proyecto o actividad, incluidas sus obras y/o acciones asociadas, en cualquiera de sus etapas, genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural se

considerará: a) la localización en o alrededor de algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288; b) la remoción, destrucción, excavación, traslado, deterioro o modificación de algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288; c) la modificación, deterioro o localización en construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por su singularidad, pertenecen al patrimonio cultural; o d) la localización en lugares o sitios donde se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folklore de algún pueblo, comunidad o grupo humano”.

Por su parte, el Título III del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en su Párrafo 1° relativo a los contenidos de los estudios de impacto ambiental, señala en el artículo 12 lo siguiente “los contenidos mínimos detallados para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental considerarán las siguientes materias: letra f.6) Los elementos naturales y artificiales que componen el patrimonio histórico, arqueológico, antropológico, paleontológico, religioso y, en general, los que componen el patrimonio cultural, incluyendo la caracterización de los Monumentos Nacionales.” Finalmente, el Título VII del Reglamento, denominado “*De los permisos ambientales sectoriales*” señala en el artículo 74 lo siguiente : “En los permisos para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antropológico, a que se refieren los artículos 22 y 23 de la Ley N°17.288, sobre Monumentos Nacionales, y su Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas o Paleontológicas, aprobado por D.S. 484/90, del Ministerio de Educación, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en este artículo. El artículo 74 agrega en su inciso 2° que “En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberá señalar las medidas apropiadas para la conservación y/o protección de los sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que serán afectados, en consideración a: a) la identificación y localización del sitio arqueológico, antropológico o paleontológico que pueda resultar afectado; b) Las características del sitio y su propuesta de intervención, según lo señalado en el informe de los investigadores acreditados por la Ley 17.288 y su Reglamento.”

El tercer y último cuerpo legal es la **Ley 19.253 Sobre Pueblos Indígenas**. Ésta establece en su Artículo 28, que “el reconocimiento, respeto y protección de las culturas e idiomas indígenas contemplará...f) la promoción de las expresiones artísticas y culturales y la protección del patrimonio arquitectónico, arqueológico, cultural e histórico indígenas”.

Por otro lado, Chile ha firmado un acuerdo internacional en la Convención de la Unesco (1972) que se refiere a la protección de la herencia cultural y natural del Mundo. Dicho acuerdo ha sido ratificado el 20 de Febrero de 1980. Adicionalmente, los organismos de crédito externo, han adoptado políticas que los coloquen a resguardo del problema de promover acciones que pueden atentar contra el patrimonio cultural en los países receptores. Así es como en septiembre de 1986, el Banco Mundial adoptó una política oficial general acerca del manejo del patrimonio cultural para los proyectos de desarrollo que financia.

## **ANTECEDENTES**

Se presenta a continuación la información arqueológica publicada para el área, en una apretada síntesis de la ocupación humana de la región, así como una descripción de la información arqueológica existente para el área específica de estudio.

### **1. Generales, Prehistoria del Norte Chico**

El área de estudio se inserta, en términos de la Prehistoria chilena, en la subárea llamada Norte Chico o norte semiárido. Para una mejor comprensión de las evidencias cercanas, presentamos a continuación una breve reseña de la secuencia cronológica de esta subárea, definida a través de las investigaciones arqueológicas.

#### **Paleoindio**

El período comprendido entre la llegada de los primeros habitantes a nuestro territorio y un gran evento de extinción de fauna es el llamado período Paleoindio. Durante este tiempo, grupos de cazadores recolectores convivieron con especies como mastodonte, paleolama, caballo americano. Se han encontrado vestigios de esta coexistencia en el norte semiárido en el sitio de Quereo, unos 3 km al sur de Los Vilos. La ocupación correspondiente al nivel paleoindio arrojó una fecha de 11.000 años a.p. Estos vestigios marcan el inicio de la ocupación humana del territorio estudiado, desconociéndose si también eran utilizados otros ambientes en la zona, como los sectores cordilleranos.

#### **Arcaico**

Unos 6.000 años a.C. se produce la extinción de la megafauna por fenómenos aún no resueltos. A partir de ese momento, se define un largo período de ocupación del territorio por poblaciones de cazadores recolectores, llamado Arcaico, al final del cual se producen las primeras evidencias de domesticación de plantas y animales. En esta etapa, destaca la ocupación de los diferentes ambientes y recursos que ofrece el área, asociada a un sensible aumento demográfico. Durante este largo período se han definido una serie de Complejos Culturales para el Norte chico, agrupados cronológicamente en los períodos Temprano, Medio y Tardío.

**Arcaico Temprano:** Caracterizado fundamentalmente por la definición del llamado “Complejo Huentelauquén”, cuyo sitio tipo se sitúa en la desembocadura del río Choapa. Este complejo ha sido fechado hacia el 9.000 a.p., aunque esta fecha debe ser complementada con nuevas dataciones. Se trata de un pueblo que basaba su subsistencia en la caza de grandes presas y en la recolección marítima y terrestre. Su material cultural incluye grandes puntas de proyectil, morteros y piedras horadadas. Existe una categoría de artefactos pertenecientes a esta cultura, cuya función permanece indescifrada. Se trata de los llamados “litos poligonales”, piezas líticas de unos 6 cm de espesor, entre 10 y 20 cm de diámetro, que reproducen figuras geométricas simétricas, con un número variable de lados, algunas de las cuales llegan a parecer engranajes dentados. Existen sitios arqueológicos que comparten el utillaje general de la Cultura Huentelauquén, pero no presentan litos poligonales, como los sitios de Quebrada de Cárcamo, ubicado en un afluente del río Huatulame (provincia de Limarí) y La Fundición, unos 70 km al noreste de La Serena. Similitudes culturales con sitios transandinos permiten postular un ciclo transhumántico en un perfil costa-cordillera.

Arcaico Medio: En el valle medio del río Hurtado, se encuentra el gran alero rocoso de San Pedro Viejo de Pichasca. En este alero se han dado condiciones especiales para la preservación de restos orgánicos. En los niveles II y III, fechados entre 2.800 y 5.000 a.C., se han encontrado los restos más antiguos de cultígenos para el Norte Chico. Corresponden a semillas de porotos y calabazas, y más tardíamente, el maíz. Además, fue posible recuperar cestería, lanas y fibras vegetales trenzadas y yesqueros de madera (palitos para encender el fuego). El resto del material cultural indica que se trataría de cazadores recolectores de gran movilidad, participando de un área cotradicional que incluye al Norte Chico y al menos parte del Noroeste argentino. Otros sitios pertenecientes a esta tradición en el norte semiárido son los sitios de Punta Colorada y Quebrada El Encanto.

Arcaico Tardío: Aunque las evidencias en los sitios del interior continúan durante este período, es en los asentamientos costeros donde se registra un mayor auge. Es así como hacia el 2.500 a.C. se inicia la formación de densos conchales caracterizados por la presencia de complejos culturales que han sido denominados Guanaqueros y, entre el primer milenio a.C. y los inicios de nuestra Era, Punta Teatinos. Los conchales corresponden a lugares de asentamiento de pueblos de vida litoraleña, lo cual significa la acumulación de grandes cantidades de conchas producto de su alimentación. En estos casos, la recolección costera se suplementaba con la pesca y la caza, recolección y horticultura incipiente de los ambientes terrestres cercanos. Los muertos se depositaban generalmente bajo el mismo conchal.

## Período Agroalfarero

### Cultura El Molle

Hacia los inicios de nuestra Era, se introducen en la región una serie de avances tecnológicos asociados a la presencia de nuevas poblaciones. Uno de los rasgos más característicos es el uso generalizado de la cerámica, la cual además de su función práctica, constituye un soporte para plasmar contenidos e identidades culturales de diseño. La economía de los pueblos tiende a hacerse cada vez más dependiente de la producción de alimentos vegetales y animales.

La cultura Molle se desarrolla en el Norte semiárido aproximadamente entre el 0 y el 700 d.C., con una organización sociopolítica no centralizada, al parecer con un mando relativamente autónomo focalizado en los diversos valles transversales. Estas diferencias locales se traducen en matices tradicionales que han permitido hablar de subsectores norte y sur dentro de la misma área. Algunos rasgos característicos de la cultura material Molle incluyen el surgimiento de aldeas, el uso de regadío artificial, el trabajo de metales, la cerámica monocroma de formas globulares, el uso de pipas en forma de T invertida y el uso del tembetá. Este último consiste en un adorno de piedra o cerámica que se colocaba en una perforación realizada bajo el labio inferior.

En cuanto a la industria lítica, aparte de los núcleos y desechos de talla en andesita, riolita y, sobre todo, calcedonia y otras piedras silicificadas, se destacan los siguientes artefactos: retocadores, puntas de proyectil triangulares con y sin pedúnculo, raspadores de uña, raspadores de lomo alto en riolita, andesita y basalto, perforadores, raederas, percutores y tajadores.

En la cordillera alta de Copiapó, se han estudiado los sitios Molle de El Torín y Carrizalillo Chico. El sitio El Torín está a 2.600 msnm, en la cuenca del río Copiapó, a

orillas del río El Potro. Se trata de 57 estructuras tumulares, recintos habitacionales y acequias. Según Niemeyer, Castillo y Cervellino (1989), "Las evidencias arqueológicas reflejan que la población de El Torín poseía una gran movilidad, con intercambios a grandes distancias; que además de practicar la horticultura de riego artificial, criaba camélidos en las vegas y cazaba en la cordillera." El sitio de Carrizalillo Chico es un complejo aldeano, en el río Pulido, unos 10 km aguas arriba de La Junta.

### Complejo Las Ánimas

Hacia el 900 d.C. se inicia un desarrollo cultural llamado Las Ánimas que conforma el llamado Período Medio del Norte Chico. Este pueblo se instala en la zona fundamentalmente en el curso medio de los valles y en la costa, aunque recurre a los sectores cordilleranos para la obtención de materias primas como la obsidiana. Los camélidos tienen una gran importancia ritual, depositándose muchas veces como parte de una elaborada funebria. Desde el punto de vista artístico, la decoración de su cerámica constituye la base de los posteriores desarrollos de la llamada cultura Diaguita chilena. Para el valle de Copiapó, se destacan las fortificaciones de Puntilla Blanca y Quebrada Seca.

### Cultura Diaguita

Hacia el 1.000 d.C. sin solución de continuidad con el período anterior, se inicia en el Norte chico su desarrollo cultural más característico: la cultura Diaguita chilena. La evolución interna de esta cultura ha sido dividida en tres Fases, cada una de las cuales se identifica fundamentalmente por los estilos decorativos de su cerámica, sin duda la más notable de la Prehistoria chilena. Durante la Fase I son característicos el uso de urnas, platos subglobulares profusamente decorados en el interior con bandas blancas sobre fondo rojo, con diseños geométricos en rojo y negro. Esta fase ha sido descrita fundamentalmente en base a hallazgos en Punta de Piedra, Puerto Aldea, Punta de Teatinos y La Serena. En relación al período anterior (Ánimas), destaca un gran desarrollo de la metalurgia, aplicada en anzuelos, pinzas depilatorias y adornos. En cuanto a las actividades económicas desplegadas en valles y costa, las principales fueron la pesca, la ganadería y la agricultura.

La Fase II o Clásica, hacia el 1.200 d.C., corresponde al florecimiento artístico de esta cultura, con profusión de motivos y gran despliegue técnico en la decoración cerámica. Son características las superficies decoradas con pequeñas figuras geométricas repetitivas, que asemejan el diseño textil, y las formas cerámicas asimétricas llamadas *jarro pato* y *jarro zapato*. Las formas de enterrar a los muertos tienen ciertas variaciones, incluyendo los entierros en urnas y en cistas, verdaderas cajas elaboradas en base a grandes lajas. El patrón de asentamiento revela un relativo aglutinamiento en torno a aldeas en los valles. Aunque esta cultura se distribuye por todo el Norte chico, teniendo como límite el río Copiapó, los sitios aparecen más concentrados y ricos en torno a los valles de Elqui y Limarí.

La Fase III refleja la aculturación diaguita con la cultura incaica, ocurrida a partir del siglo XV. Es interesante destacar que, aunque ciertamente hubo enfrentamientos locales con los invasores, los diaguitas fueron los únicos indígenas de nuestro territorio que se integraron al sistema de mitimaes incaicos, y que adoptaron sincréticamente algunos aspectos de su cultura. En el caso de la cerámica, la tradición local se modifica adoptando algunos rasgos decorativos incaicos y creando nuevas y únicas formas. Muchas sepulturas continúan haciéndose en cistas, pero con una clara orientación de su eje hacia la cordillera. Según Ampuero (1978: 48), "la metalurgia evidencia el uso de herramientas andinas, como

es el caso de cinceles y tumis (cuchillos semilunares) y topus (prendedores), confeccionados en cobre o bronce. El oro es poco abundante y sólo aparece utilizado en piezas de estilos netamente cuzqueños o en aretes”.

#### Tradición Negro sobre Rojo

Se incluye en el período Agroalfarero Tardío (1200-1470 d.C.). Se trataría de una tradición cultural que coexiste con la Cultura Diaguita. Se caracteriza por su cerámica, que ha sido llamada “Copiapó negro sobre rojo”. Esta tradición se superpone a las evidencias de Las Ánimas (Ánimas IV) en la subárea norte del Norte Chico, y coexiste con las manifestaciones Diaguita-incaicas en su fase final, antes de la conquista hispana. Aunque esta tradición cultural ha sido muy poco estudiada, puede decirse que la cerámica que la caracteriza presenta diseños geométricos y representaciones de llamitas en trazos lineales negros, sobre espacios de fondo rojo. Iribarren (1958), la consideraba una fase “de evolución regional aunque tardía”, con probable influencia incaica. Su distribución geográfica ocuparía fundamentalmente los valles de Copiapó y Huasco.

#### El Horizonte Inca

Como se observa, la invasión incaica se apoyó fuertemente en la población local para conquistar este territorio, produciéndose un marcado sincretismo en las formas de los sitios de este período. Sin embargo, existen sitios arqueológicos puramente incaicos, fundamentalmente aquellos referidos al culto. Es el caso de algunos cementerios y los Santuarios de Altura, como el de Cerro Las Tórtolas y el volcán Copiapó. En estos santuarios, se realizaron algunas fiestas propiciatorias, que incluyeron el *sacrificio* en altares de piedra de elementos sagrados como pequeñas figurillas ataviadas elaboradas en concha o metal y delicadas bolsitas con coca. Según Schobinger (citado por Stehberg 1995: 29), la extensión del imperio hacia el *Kollasuyo* era considerada como la toma de posesión por parte de la divinidad solar, y es probable que los santuarios más importantes fueran erigidos en el momento inicial de la dominación, a modo de *buen augurio* para este nuevo orden socio-económico y religioso; como signo visible de la presencia efectiva en la zona de la divinidad solar.

La integración al Imperio estaba dada fundamentalmente por la instalación de una red vial conocida como el *Camino del Inca*. Según Niemeyer (1989: 6), “En las cordilleras andinas de Copiapó y de Huasco hubo en tiempo del dominio incaico toda una organización de vialidad y de instalaciones arquitectónicas en relación con la explotación de las vegas en el pastoreo de camélidos.” Este camino aparece mencionado por Bibar (1966 (1558) :28): “un camino que es por las cabezadas de los valles” que unía Copiapó con el curso superior del río Huasco.

La extracción de minerales parece haber sido un motivo importante de las instalaciones incaicas en el norte semiárido. Según Solari (citado por Stehberg 1995: 37), “los indios cateadores recorrían los cerros oteando sus colores, que era el indicio más seguro donde debían encontrar los veneros metálicos o los arranques de minerales nativos y buscarían los yacimientos de cuarzo que es donde suele encontrarse en muchas ocasiones oro... buscan los minerales por el color: el cobre, verde silicatado, llamado por los indígenas *llanca* y el carbonato de cobre (malaquita-azurita) llamado por los españoles *cardenillo*. Buscaban la plata nativa que se presentaba en reventones y el oro en sus gangas como cuarzo, por ejemplo, el oro de aluvión de los ríos y esteros”.

### Información Etnohistórica

Jerónimo de Bibar (1966: 27) dice refiriéndose al valle de Copiapó, *Este valle de las sierras nevadas de donde procede hasta el mar tiene de compás las quince leguas como tengo dicho. Tiene de ancho una legua y en parte más. Corre por este valle un río pequeño que basta regar sementeras de los naturales que en él hay, que en esta razón habría mil indios... En este valle no llueve sino hay aquellas neblinas que ya tengo dichas.* Esta información, cotejada con otras fuentes (Stehberg 1995: 38), ha permitido determinar que en 1540 la población indígena alcanzaba a más de cinco mil personas en Copiapó.

La organización social y política detectada a través de los documentos de la conquista española, permiten determinar que al menos algunos valles del Norte Chico estaban divididos en mitades. Esta dualidad se traducían en la existencia de un gobernante en la mitad superior del valle y otro en la inferior. Es así que en Copiapó, la mitad de arriba era gobernada por el cacique Galenica, y la mitad inferior del valle era gobernada por Aldequin. Este sistema dual de gobierno se menciona también para los valles de Huasco, Coquimbo, Limarí y Aconcagua (Hidalgo 1989: 292).

### 2. Específicos, sector El Carmen

No hay monumentos nacionales ni zonas protegidas declaradas en el área. Tampoco sitios arqueológicos reconocidos (Mop 1995; [www.monumentos.cl](http://www.monumentos.cl)). Se han realizado algunos hallazgos en el río El Carmen, relatados así por Hans Niemeyer: “en febrero de 1973 realicé una excursión exploratoria del río El Carmen, uno de los formativos principales del Huasco, y de sus dos tributarios, el río Potrerillo que recorrí hasta el cordón fronterizo, y el Zocarrón, desde la junta del río Apolinario... hallamos varios sitios de interés arqueológico, el más notable de los cuales era un cementerio de tres túmulos sobre el cono de deyección de la qda. Ipipe, en el fundo La Laguna, del valle del río El Carmen. También hallamos túmulos pequeños aislados en otros lugares más internados en la cordillera” (Niemeyer 1979).

### 3. Recopilación de Antecedentes locales.

En la visita de terreno que se informa en este documento, se observaron algunos sitios que resultan fuera del AID del Proyecto, pero constituyen antecedentes importantes para caracterizar asentamientos arqueológicos ubicados aguas abajo del emplazamiento del Proyecto.

El Berraco. Petroglifos de tipo hispánico (probablemente tallados con instrumento de metal) y precolombino. Actualmente está protegidos por con una reja metálica. Originalmente, habrían llegado hasta el otro lado del camino y en parte habrían sido destruidos por sus obras. Coordenadas: 360.244 / 6778.673, 1.659 m.

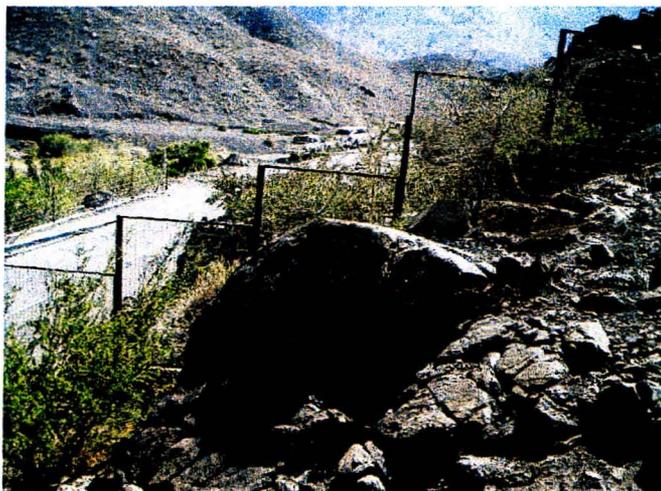


Figura 2. Sitio de petroglifos El Berraco.

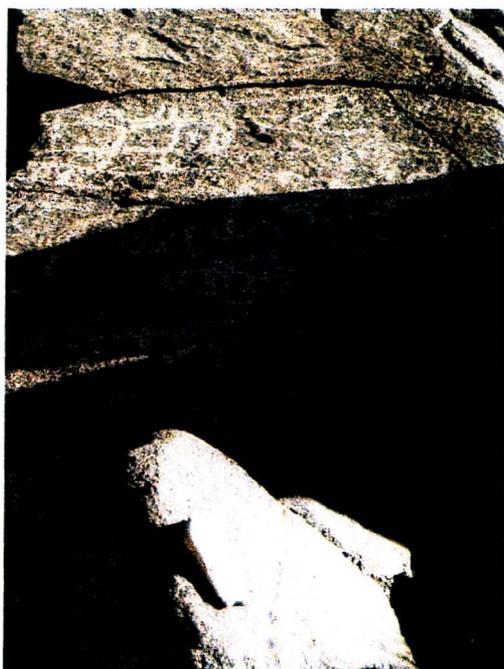


Figura 3. Sitio de petroglifos El Berraco.

Recintos pircados de Burro Muerto. Corresponde a un sitio histórico que incluye dos recintos cuadrados y un corral de pirca. Coordenadas: 366.466 / 6775.606, 1.781 m.



Figura 4. Sitio recintos pircados de Burro Muerto.

Sitio protegido en Burro Muerto: Sitio arqueológico excavado y cercado como parte de las medidas de mitigación de un proyecto de inversión. Coordenadas: 367.654 / 6774.703, 1.806 m.



Figura 5. Sitio protegido de Burro Muerto.

Sector de La Plata Alta, fuera del AID pero a cerca de 1 km del Cerro Redondo y los sectores de muro del embalse. Se habla con la Sra. Rosa Torres, de familia altamente vecindada en el sector. Menciona que en sus potreros se encuentran habitualmente conanas, como una agotada que muestra (ver figura 6). Además, cuenta que unos 20 años atrás se habría encontrado una tumba en unos potreros cercanos a su casa (coordenadas aproximadas: 368.122 / 67673958, 2.019 m, ver figura 8), acompañado de cerámica pintada de tipo diaguita, los cuales habrían sido re-enterrados.



Figura 6. Sector La Plata, metate agotado encontrado en los potreros de la zona.

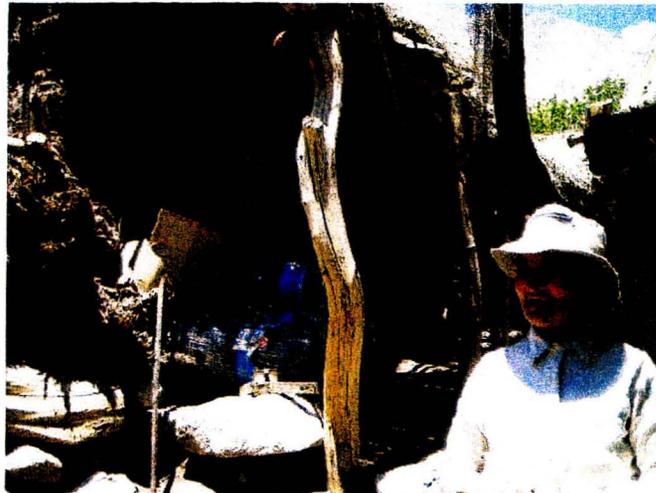


Figura 7. Sector La Plata, Señora Rosa Torres y su casa.

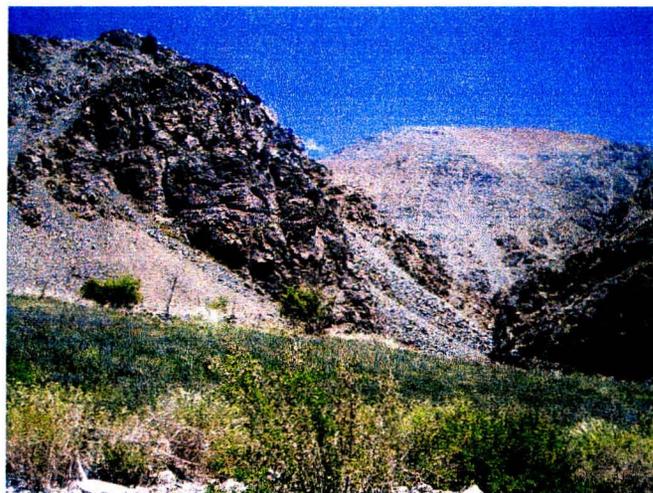


Figura 8. Sector La Plata, potrero donde se habría encontrado una tumba diaguita.

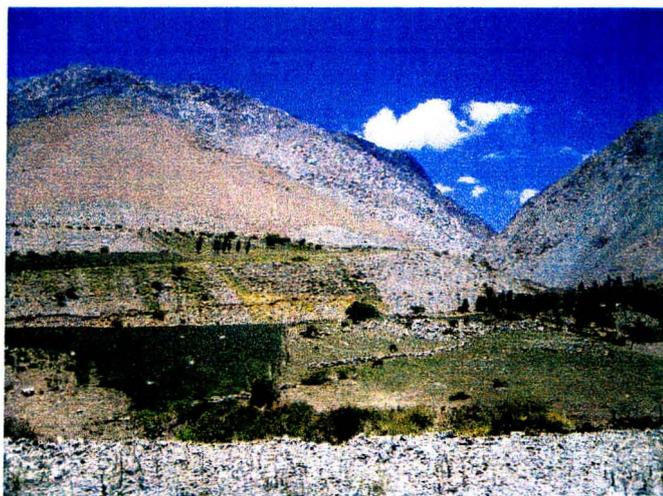


Figura 9. Sector La Plata, vista general.

## **LÍNEA BASE**

### **Metodología**

Durante la etapa de terreno, se realizó una visita general al área de impacto directo del proyecto, cubriendo el área planificada para el Embalse, de unas 100 ha, con tres alternativas de muro ubicadas muy cerca entre sí. Se reconoció la mayor parte del área, dando la posición de puntos de interés mediante la utilización de GPS (datum WG S84). Esta visita de terreno, se realizó durante los días 27, 28 y 29 de diciembre de 2010, con la participación de la arqueóloga Nuriluz Hermosilla y acompañada por los profesionales de Luis Arrau, Raimundo Barrios y Sandra Pérez.

### **Resultados**

Dada la alta visibilidad alcanzada, se considera satisfactorio el recorrido de terreno de las Áreas de Influencia del Proyecto. Podemos resumir nuestro recorrido y su evaluación en terreno del siguiente modo:

#### Sector Cola del Embalse.

Se recorre el sector de la cola del embalse, a partir de la coordenada 367.452 / 6763.048. No se puede cruzar al lado poniente de la cuenca en un sector (ver Figura 11), dado el ancho del río, aunque se pueden observar las laderas. En la terraza poniente, se observan algunas pircas a manera de pequeños refuerzos de un sendero y un corral de ramas de uso subactual.



Figura 10. Corral de ramas, sector poniente de la cuenca del río.



Figura 11. Posible área de interés, no recorrida.

Se observa que la cuenca tiene unos 200 m de ancho, con el río, matriz de relleno de piedra, fluvial y laderas de alta verticalidad, fundamentalmente rodados. Hay obras de extracción de áridos, un puente cortado, elaborado en fierro, cemento y gaviones, en pleno cauce, en las siguientes coordenadas: 367.570 / 6765.402, 2.065 m (ver Figura 14), y un sondaje en esta cuenca.



Figura 12. Sector cola del embalse, extremo sur.

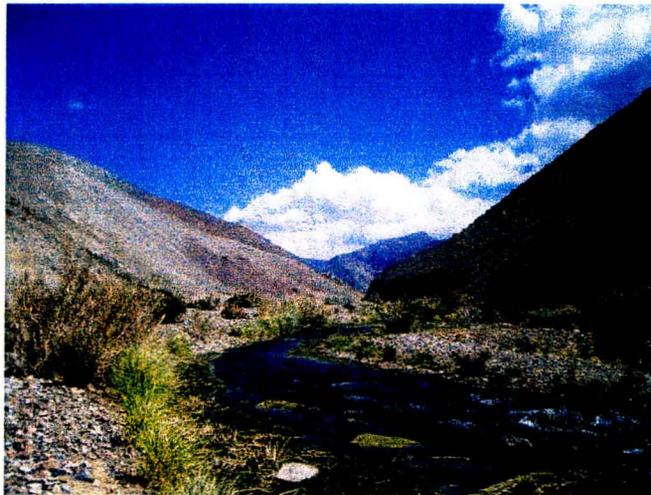


Figura 13. Sector cola del embalse.



Figura 14. Puente cortado en la cuenca.

Hasta el Puente La Playa (367.801 / 6766.099, 2.062 m), el cajón del río se muestra homogéneo, con una sola terraza: la actual. No se observan restos con valor patrimonial.

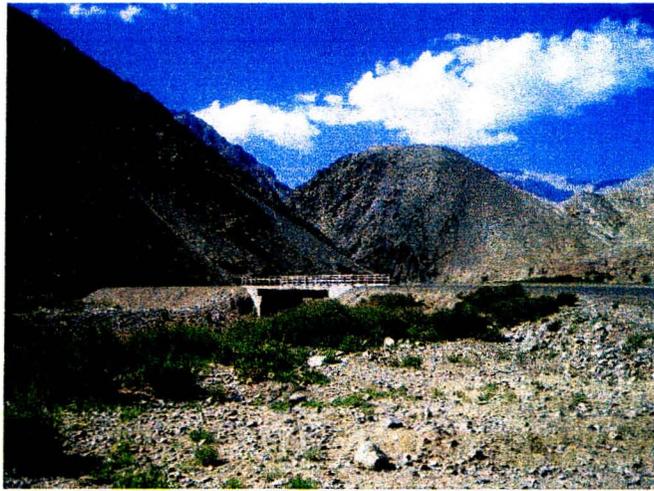


Figura 15. Puente cortado en la cuenca.

En el último tramo de la cuenca destinada a embalse, se recorre completamente el cajón del río, en tanto el camino y el río van pegados a la ladera poniente, muy vertical. Se revisan algunas terrazas altas y dos conos de deyección (ver figura 16). Matriz de tierra y guijarros. Se llega hasta el punto donde la angostura es total y sólo pasa el camino y la caja del río, en las siguientes coordenadas: 368.077 / 6766.657, 2.051 m. No se observan restos con valor patrimonial.

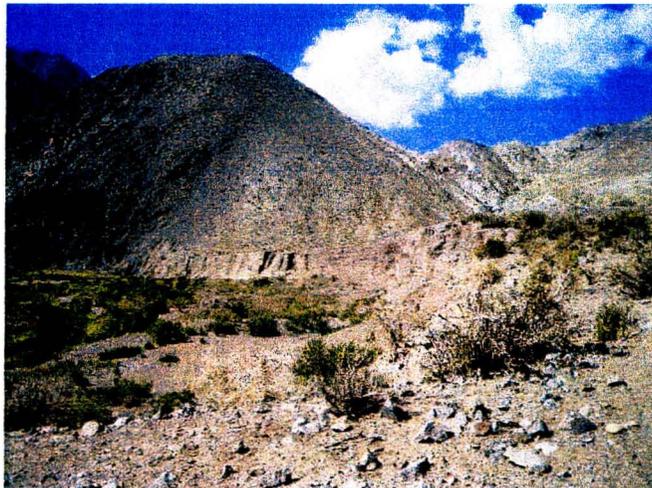


Figura 16. Terrazas en sector norte de la cuenca revisada.



Figura 17. Terrazas en sector norte de la cuenca.



Figura 18. Terrazas en sector norte de la cuenca revisada.



Figura 19. Terrazas en sector norte vistas desde la terraza actual.



Figura 20. Angostura en el norte de la cuenca revisada.

Sector muro (general). La primera alternativa de muro, se ubica en las coordenadas 367.881 / 6766.731, 2.036 m. Se observan laderas verticales, sin restos con valor patrimonial. Una posible segunda alternativa, con las mismas características mencionadas, se ubica en las coordenadas 367.706 / 6767.020, 2.031 m. En cambio, en la confluencia de una quebrada cercana a la instalación de una alternativa más norteña del muro, se ubica un sitio arqueológico descrito a continuación.

**Sitio Tres Rocones:** Se trata de tres bloques erráticos ubicados en un sector de salida de quebrada. El mayor de ellos presenta una pirca y corral asociados. En superficie se observa basura, guano de caballo y caprino, herraduras, latas, un aerosol, tela y zapatillas subactuales, lo cual indica que se trata de un sitio arqueológico con al menos una ocupación de tipo histórico. Coordenadas: 367.389 / 6767.295, 2.042 m.

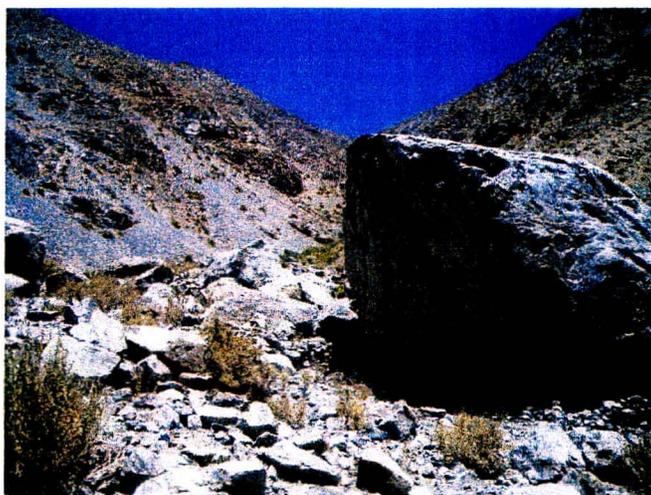


Figura 21. Sitio Tres Rocones. Bloque rocoso principal.



Figura 22. Sitio Tres Rocones, sectores de pircas.



Figura 23. Sitio Tres Rocones, interior de alero.



Figura 24. Sitio Tres Rocones, pircas.

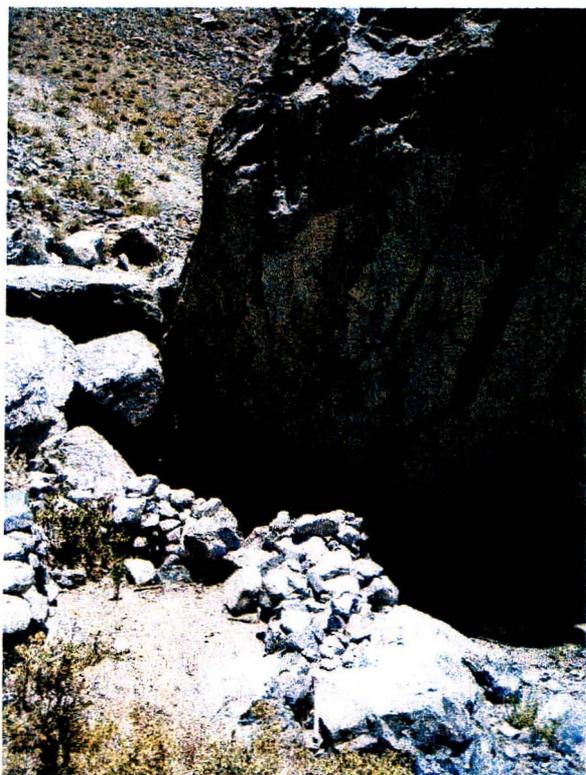


Figura 25. Sitio Tres Rocones, vista sur.

## **EVALUACION PRELIMINAR DE IMPACTOS**

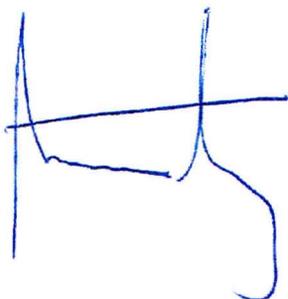
En síntesis, la prospección no entregó evidencias positivas de presencia de recursos con valor patrimonial en las áreas de inundación del presente proyecto, aunque sí cercano a la ubicación alternativa ubicada más al norte de su posible muro. Se trata de un sitio habitacional bajo alero rocoso, con al menos una ocupación histórica. A manera de hipótesis, postulamos que su uso habría sido fundamentalmente histórico y asociado a la minería y a la ganadería en pequeña escala. Los sitios de carácter prehispánico debieran asociarse a recursos de agua, como aquellos mencionados aguas abajo, en la quebrada de La Plata.

## **RECOMENDACIONES**

No existen indicaciones específicas para los terrenos de inundación del embalse, así como quedaron planteados. Sin embargo, debe recomendarse la utilización de una alternativa de muro para dicha obra, que se ubique sin intervenir el único sitio arqueológico descubierto.

No habiéndose detectado otras áreas de riesgo, en caso de encontrarse restos arqueológicos durante las faenas de construcción y movimiento de tierras, se procederá según la legislación que rige los Monumentos Nacionales y Sitios Arqueológicos. Es decir, se suspenderán las obras en ese sector hasta asegurar el salvataje de los materiales

arqueológicos comprometidos en esa porción de las obras. Se asegurará el cumplimiento de la Ley de Monumentos Nacionales, en el sentido de no provocar la destrucción y/o alteración de sitios arqueológicos afectados por las obras y se dará aviso al Consejo de Monumentos Nacionales, quien designará a la(s) institución(es) o al especialista que efectuarán el mencionado estudio.



Nuriluz Hermosilla Osorio  
Arqueóloga

## **BIBLIOGRAFÍA**

Ampuero, Gonzalo. 1978. Cultura Diaguita. Santiago, Departamento de Extensión Cultural del Ministerio de Educación, 54 pp.

Bibar, Jerónimo de. 1966 (1558). Crónica y relación copiosa y verdadera de los Reinos de Chile”. Fondo Histórico y Bibliográfico José Toribio Medina. Santiago.

Castillo , Gastón. 1989. “Agricultores y pescadores del Norte Chico: el complejo Las Ánimas (800 a 1.200 d.C.)”. Culturas de Chile. Prehistoria. Stgo, Ed. Andrés Bello, pp. 265-276.

Cervellino, Miguel. 1999. Prospección Arqueológica Programa de Sondajes de la Compañía Minera Metallica. MS.

Consejo de Monumentos Nacionales. Registro nacional de monumentos. [www.monumentos.cl](http://www.monumentos.cl).

Hermosilla, Nuriluz. 2006. Proyecto minero El Morro, III Región, Línea Base de Aspectos Culturales y Arqueológicos. Informe preparado para Knight Piésold. Ms.

Hidalgo, Jorge. 1989. Diaguitas chilenos protohistóricos. En Culturas de Chile, Prehistoria. Santiago, Editorial Andrés Bello, pp. 289 – 293.

Hyslop, John. 1977-78. Jorge Iribarren Charlín y su estudio del Camino del Inca. En Boletín del Museo Arqueológico de La Serena, N° 16, pp. 107-110.

- Iribarren, Jorge. 1958. Arqueología en el valle de Copiapó. En Revista Universitaria 43, 22, Stgo., pp. 167-195
- Iribarren, Jorge. 1971. Una mina de explotación incaica: El Salvador - Prov. de Atacama. En VI Congreso de Arqueología Chilena., pp. 267-283.
- Iribarren, Jorge y Hans Bergholz. 1971. El Camino del Inca en un sector del Norte Chico. En VI Congreso de Arqueología Chilena., pp. 229-266.
- Ministerio de Obras Públicas. 1995. Estudio De Ubicación de Restos Arqueológicos en las Cuencas Priorizadas. I Etapa. Catastro III Región. CEC Ltda. Santiago de Chile.
- Niemeyer, Hans. 1979. "Cultura El Molle de río Huasco revisión y síntesis". En VIII Congreso de Arqueología Chilena., pp. 295-316.
- Niemeyer, Hans. 1989. "El Escenario Geográfico". Culturas de Chile. Prehistoria. Stgo, Ed. Andrés Bello, pp. 1-12
- Niemeyer, Hans, Gastón Castillo y Miguel Cervellino. 1989. "Los primeros ceramistas del Norte Chico: el complejo El Molle (0 a 800 d.C.)". Culturas de Chile. Prehistoria. Stgo,
- Niemeyer, Hans y Mario Rivera. 1983. El camino del inca en el despoblado de Atacama. Boletín de Prehistoria de Chile, Nº 9, pp. 91-193.
- Niemeyer, Hans, Miguel Cervellino y Gastón Castillo. 1997. Culturas Prehistóricas de Copiapó. Santiago, Impresos Universitaria S.A.: 283 pp.
- Núñez, Lautaro. 1989. "Hacia la producción de alimentos y la vida sedentaria (5.000 a.C. a 900 d.C.)". Culturas de Chile. Prehistoria. Stgo, Ed. Andrés Bello, pp. 81-106
- Philippi, Rodolfo Amando. 1860. Viaje al Desierto de Atacama. Ed. Halle en Sajonia.
- Raffino, Rodolfo. 1995. Inka road research and Almagro's route between Argentina and Chile. Tawantinsuyu, Camberra & La Plata. vol 1, pp. 36-45.
- Reinhard, Johann. 1983. "Las montañas sagradas: un estudio etnoarqueológico de ruinas en las altas cumbres andinas". Cuadernos de Historia, departamento de Ciencias Históricas Universidad de Chile, Nº 3, pp. 27-62.
- Stehberg, Rubén. 1995. Instalaciones Incaicas en el Norte y Centro Semiárido de Chile. Stgo, Dibam, 224 pp.



