**INDICE GENERAL**
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

# MODIFICACIONES Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE POZAS DE EVAPORACION SOLAR EN EL SALAR DE ATACAMA

**INDICE GENERAL**


**1. RESUMEN EJECUTIVO ..... 1-1**

1.1. Introducción ..... 1-1
1.2. Objetivo del Proyecto ..... 1-1
1.3. Descripción del Proyecto ..... 1-2
1.3.1 Antecedentes Generales ..... 1-2
1.3.1.1 Ubicación Geográfica ..... 1-2
1.3.1.2 Obras e Instalaciones del Proyecto ..... 1-2
1.3.1.3 Superficie Involucrada ..... 1-2
1.3.1.4 Monto de Inversión ..... 1-2
1.3.1.5 Vida Útil ..... 1-2
1.3.1.6 Cronograma de Ejecución ..... 1-4
1.3.2 Etapa de Construcción ..... 1-4
1.3.2.1 Requerimientos y Abastecimiento de Agua ..... 1-5
1.3.2.2 Requerimientos Sanitarios ..... 1-5
1.3.2.3 Requerimientos de Electricidad ..... 1-5
1.3.2.4 Requerimientos de Combustible ..... 1-5
1.3.2.5 Requerimientos de Transporte ..... 1-5
1.3.3 Etapa de Operación ..... 1-6
1.3.3.1 Requerimientos y Abastecimiento de Agua ..... 1-6
1.3.3.2 Requerimientos Sanitarios ..... 1-6
1.3.3.3 Requerimientos de Electricidad ..... 1-7
1.3.3.4 Requerimientos de Combustible ..... 1-7
1.3.3.5 Requerimientos de Transporte ..... 1-7
1.3.4 Etapa de Cierre ..... 1-7
1.3.5 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y Emisiones ..... 1-7
1.3.5.1 Emisiones Atmosféricas ..... 1-7
1.3.5.2 Efluentes Líquidos ..... 1-7
1.3.5.3 Residuos Sólidos ..... 1-8
1.3.5.4 Ruido ..... 1-8
1.3.5.5 Emisión Lumínica ..... 1-8
1.4. Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental ..... 1-9
1.4.1 Normativa de Carácter Ambiental Aplicable al Proyecto ..... 1-9
1.4.2 Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) del Proyecto ..... 1-14
1.4.3 Pertinencia de ingreso al SEIA ..... 1-14
1.5. Línea de Base ..... 1-14
1.5.1 Medio Físico ..... 1-14
1.5.2 Medio Biótico ..... 1-14
1.5.3 Medio Humano ..... 1-16
1.5.4 Medio Construido ..... 1-16
1.5.5 Uso del Suelo ..... 1-17
1.5.6 Patrimonio Cultural ..... 1-17
1.5.7 Paisaje ..... 1-17
1.5.8 Turismo ..... 1-17
1.6. Evaluación de Impacto Ambiental ..... 1-18

1.6.1 Identificación de las Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental ..... 1-18
1.6.1.1 Fase de Construcción ..... 1-19
1.6.1.2 Fase de Operación ..... 1-19
1.6.1.3 Fase de Cierre ..... 1-19
1.6.2 Resultado de la Evaluación de Impactos Ambientales ..... 1-19
1.7. Medidas de Mitigación, Compensación y Reparación ..... 1-20
1.8. Plan de Seguimiento Ambiental ..... 1-25
1.9. Participación Ciudadana ..... 1-27
1.9.1 Participación Ciudadana Anticipada ..... 1-27
1.9.2 Participación Ciudadana Formal ..... 1-27
1.9.3 Actividades posteriores a la aprobación del EIA ..... 1-27

**2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 2-1**

2.1. Introducción ..... 2-1
2.2. Identificación de Titular ..... 2-3
2.3. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO ..... 2-4
2.3.1 Localización Geográfica ..... 2-4
2.4. Definición de las Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto ..... 2-7
2.4.1 Actuales Obras y Operaciones ..... 2-7
2.4.2 Obras e Instalaciones del Proyecto ..... 2-8
2.4.3 Superficie Involucrada ..... 2-8
2.4.4 Monto de Inversión ..... 2-9
2.4.5 Vida Útil ..... 2-9
2.4.6 Cronograma de Ejecución ..... 2-9
2.4.7 Justificación de Localización ..... 2-10
2.5. ETAPA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE TERRENO ..... 2-11
2.5.1 Antecedentes ..... 2-11
2.5.2 Evaluación Técnica del Proyecto ..... 2-11
2.5.3 Diseño de Ingeniería Básica y de Detalles ..... 2-11
2.5.4 Trabajos de Terreno de Disciplinas Ambientales ..... 2-11
2.6. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN ..... 2-12
2.6.1 Proceso Constructivo ..... 2-12
2.6.2 Principales Obras y Actividades Constructivas ..... 2-12
2.6.3 Materiales e Insumos Requeridos ..... 2-12
2.6.4 Instalación de Faena ..... 2-13
2.6.5 Maquinarias ..... 2-14
2.6.6 Prueba y Puesta en Marcha ..... 2-14
2.6.7 Requerimiento y Abastecimiento de Agua ..... 2-14
2.6.8 Requerimientos Sanitarios ..... 2-15
2.6.9 Requerimiento de Electricidad ..... 2-15
2.6.10 Requerimiento de Combustible ..... 2-15
2.6.11 Requerimientos de Transporte ..... 2-15
2.6.12 Requerimiento de Recurso Humano ..... 2-16
2.6.13 Medidas de Seguridad ..... 2-16
2.7. ETAPA DE OPERACIÓN ..... 2-17
2.7.1 Proceso de Producción ..... 2-17

2.7.2 Antecedentes Operacionales ..... 2-17
2.7.3 Requerimiento y Abastecimiento de Agua ..... 2-18
2.7.4 Requerimientos Sanitarios ..... 2-18
2.7.5 Requerimientos de Electricidad ..... 2-19
2.7.6 Requerimiento de Combustible ..... 2-19
2.7.7 Requerimiento de Transporte ..... 2-19
2.7.8 Requerimiento de Recurso Humano ..... 2-20
2.7.9 Medidas de Seguridad ..... 2-20
2.8. ETAPA DE CIERRE ..... 2-21
2.9. PRINCIPALES EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE ..... 2-22
2.9.1 Emisiones Atmosféricas ..... 2-22
2.9.1.1 Etapa de Construcción ..... 2-22
2.9.1.2 Etapa de Operación ..... 2-23
2.9.2 Efluentes Líquidos ..... 2-23
2.9.2.1 Etapa de Construcción ..... 2-23
2.9.2.2 Etapa de Operación ..... 2-24
2.9.3 Residuos Sólidos ..... 2-24
2.9.3.1 Etapa de Construcción ..... 2-24
2.9.3.2 Etapa de Operación ..... 2-25
2.9.4 Ruido ..... 2-26
2.9.4.1 Etapa de Construcción ..... 2-26
2.9.4.2 Etapa de Operación ..... 2-27
2.9.5 Emisión Lumínica ..... 2-27
2.9.5.1 Etapa de Construcción ..... 2-27
2.9.5.2 Etapa de Operación ..... 2-27
2.9.6 Otras Formas de Energía ..... 2-28

**3. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE ..... 3-1**

3.1. Introducción ..... 3-1
3.2. Normativa de Carácter General Aplicable al Proyecto ..... 3-1
3.2.1 Constitución Política de la República de Chile ..... 3-1
3.2.2 Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente ..... 3-2
3.2.3 DS MINSEGPRES 95/2001 Reglamento del SEIA ..... 3-3
3.3. Normas de Carácter Específico Aplicable al Proyecto ..... 3-3
3.3.1 Aire ..... 3-3
3.3.1.1 DS MINSAL 144/1961, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes de Cualquier Naturaleza ..... 3-3
3.3.2 Biodiversidad ..... 3-4
3.3.2.1 DS MINSEGPRES 757/2004 Procedimiento Clasificación de Especies ..... 3-4
3.3.2.2 Ley 4.601 sobre Caza y DS Agricultura 05/1998, Reglamento de la Ley de Caza ..... 3-5
3.3.2.3 Resolución DGA 87/2006, Modifica Resolución DGA Nº 529 de 2003 en el Sentido de Actualizar Identificación y Delimitación de Acuíferos que Alimentan Vegas y Bofedales de la II Región de Antofagasta ..... 3-6
3.3.3 Ruido ..... 3-6
3.3.3.1 DS MINSEGPRES 146/1998, Reglamento Sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas. ..... 3-6

3.3.4 Suelo ..... 3-7
3.3.4.1 DFL 458/1976 MINVU Ley General de Urbanismo y Construcciones y DS 47/1992 MINVU Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones ..... 3-7
3.3.5 Derechos Indígenas ..... 3-8
3.3.5.1 Decreto Supremo Ministerio RREE Nº 236/2008, promulga el Convenio Nº 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo 3-8
3.3.5.2 Ley 19.253 sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas. ..... 3-10
3.3.6 Patrimonio Cultural ..... 3-10
3.3.6.1 Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales ..... 3-10
3.3.7 Residuos Sólidos Domésticos y Asimilables a Domésticos ..... 3-11
3.3.7.1 Código Sanitario ..... 3-11
3.3.7.2 DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo ..... 3-12
3.3.8 Residuos Mineros ..... 3-12
3.3.8.1 Reglamento de Seguridad Minera ..... 3-12
3.3.9 Residuos Peligrosos ..... 3-13
3.3.9.1 DS MINSAL 148/2004, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos 3-13
3.3.10 Residuos Líquidos ..... 3-14
3.3.10.1 Código Sanitario ..... 3-14
3.3.10.2 DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo ..... 3-14
3.3.11 Sustancias Peligrosas ..... 3-15
3.3.11.1 DS MINECON 379/1986 Reglamento sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo, Destinados a Consumos Propios ..... 3-15
3.3.11.2 DS MINECON 90/1996 Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo ..... 3-16
3.3.11.3 DS MINECON 1314/1955 (NCh 387 Of. 55) ..... 3-16
3.3.11.4 DS MINECON 1314/1955 (NCh 388 Of. 55) ..... 3-16
3.3.11.5 DS MOP 1164/1974 (NCh 389 Of. 74) ..... 3-17
3.3.11.6 DS MTT 90/1993 (NCh 2190 Of. 93) ..... 3-17
3.3.12 Infraestructura Vial ..... 3-18
3.3.12.1 Ley 18.290 de Tránsito, DFL MOP 850/1997 ..... 3-18
3.3.13 Contaminación Lumínica ..... 3-18
3.3.13.1 DS MINECON 686/1998 Establece Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica ..... 3-18
3.4. Permisos Ambientales Sectoriales ..... 3-19
3.4.1 Apilamiento de Residuos Mineros ..... 3-19
3.4.2 Disposición Final de Residuos ..... 3-20
3.4.3 Cambio Uso de Suelo ..... 3-20

**4. DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ..... 4-1**

4.1. Introducción ..... 4-1

4.2. Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos. ..... 4-2
4.3. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire. ..... 4-4
4.4. Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos ..... 4-8
4.5. Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar. ..... 4-10
4.6. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona. ..... 4-11
4.7. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. ..... 4-12
4.8. Conclusión ..... 4-13

**5. LÍNEA DE BASE ..... 5-1**

5.1. Introducción ..... 5-1
5.1.1 Área de Emplazamiento del Proyecto ..... 5-1
5.2. Descripción del Medio Físico ..... 5-4
5.2.1 Clima y Meteorología ..... 5-4
5.2.1.1 Clima ..... 5-4
5.2.1.2 Meteorología ..... 5-4
5.2.2 Calidad del Aire ..... 5-14
5.2.3 Geomorfología ..... 5-15
5.2.3.1 Descripción del Área del Proyecto ..... 5-15
5.2.3.2 Morfología Asociada ..... 5-21
5.2.3.3 Conclusiones ..... 5-21
5.2.4 Geología ..... 5-22
5.2.4.1 Geología Local ..... 5-22
5.2.4.2 Conclusiones ..... 5-26
5.2.5 Suelos ..... 5-27
5.2.5.1 Descripción de los Suelos del Desierto ..... 5-27
5.2.5.2 Descripción de los Suelos del Área del Proyecto ..... 5-28
5.2.5.3 Conclusiones ..... 5-29
5.2.6 Hidrogeología ..... 5-30
5.2.6.1 Contexto Regional ..... 5-30
5.2.6.2 Contexto Local ..... 5-31
Medios permeables ..... 5-32
Niveles de salmuera ..... 5-32
Solicitaciones externas ..... 5-35
Recarga y descarga del núcleo ..... 5-37
5.2.7 Hidrología ..... 5-38
5.2.7.1 Contexto Regional ..... 5-38
5.2.7.2 Contexto Local ..... 5-41
Introducción ..... 5-41
Lagunas ..... 5-41
5.2.8 Calidad del Agua ..... 5-51

5.2.8.1 Introducción ..... 5-51
5.2.8.2 Metodología ..... 5-51
5.2.8.3 Resultados ..... 5-53
5.2.8.4 Conclusiones ..... 5-58
5.2.9 Riesgos Naturales ..... 5-60
5.2.9.1 Sismos ..... 5-60
5.2.9.2 Remoción en Masa ..... 5-61
5.2.9.3 Volcanismo ..... 5-64
5.2.9.4 Inundaciones ..... 5-67
5.2.9.5 Hundimientos ..... 5-67
5.2.10 Ruido ..... 5-68
5.3. Descripción del Medio Biótico ..... 5-69
5.3.1 Vegetación y Flora ..... 5-69
5.3.1.1 Antecedentes Bibliográficos del Área ..... 5-69
5.3.1.2 Metodología ..... 5-76
5.3.1.3 Vegetación del Área del Proyecto ..... 5-77
5.3.1.4 Flora del Área del Proyecto ..... 5-88
5.3.2 Fauna ..... 5-93
5.3.2.1 Introducción ..... 5-93
5.3.2.2 Objetivos ..... 5-95
5.3.2.3 Metodología ..... 5-95
5.3.2.4 Antecedentes ..... 5-101
5.3.2.5 Resultados ..... 5-104
5.3.2.6 Conclusiones ..... 5-120
5.3.3 Limnología ..... 5-123
5.3.3.1 Metodología ..... 5-123
5.3.3.2 Resultados ..... 5-124
5.3.3.3 Conclusiones ..... 5-126
5.4. Descripción del Medio Humano ..... 5-127
5.4.1 Método ..... 5-127
5.4.2 Instrumentos de Recopilación de Información ..... 5-127
5.4.3 Antecedentes Generales ..... 5-129
5.4.3.1 Aspectos Generales de la Comuna de San Pedro de Atacama ..... 5-131
5.4.4 Área de influencia ..... 5-142
5.4.4.1 Dimensión Geográfica ..... 5-143
5.4.4.2 Dimensión Demográfica ..... 5-145
5.4.4.3 Dimensión Socioeconómica ..... 5-147
5.4.4.4 Dimensión Antropológica ..... 5-149
5.4.4.5 Dimensión de Bienestar Social Básico ..... 5-150
5.4.4.6 Valoración Ambiental ..... 5-151
5.5. Descripción del Medio Construido ..... 5-153
5.5.1 Red Vial ..... 5-153
5.5.1.1 Infraestructura ..... 5-155
5.6. Uso del Suelo ..... 5-156
5.6.1 Instrumentos de Planificación Territorial ..... 5-156
5.6.1.1 Plan Regional de Desarrollo Urbano de la II Región (PRDU) ..... 5-156
5.6.1.2 Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama ..... 5-158

5.6.2 Zona de Interés Turístico (ZOIT) ..... 5-158
5.6.3 Regulación de Acuíferos Dirección General de Aguas ..... 5-161
5.7. Patrimonio Cultural ..... 5-162
5.7.1 Metodología ..... 5-162
5.7.1.1 Conclusiones ..... 5-163
5.8. Paisaje ..... 5-164
5.8.1 Metodología ..... 5-164
5.8.2 Introducción ..... 5-164
5.8.3 Resultados ..... 5-166
5.8.3.1 Ruta B-385 (Baquedano-Tilopozo) ..... 5-166
5.8.3.2 Ruta B-355 (Toconao-Peine) ..... 5-166
5.8.4 Conclusiones ..... 5-170
5.8.4.1 Unidad de Paisaje 1: Codillera de Domeyko ..... 5-170
5.8.4.2 Unidad de Paisaje 2: Salar de Atacama ..... 5-170
5.9. Valoración de los Componentes Ambientales ..... 5-171

**6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 6-1**

6.1. INTRODUCCIÓN ..... 6-1
6.2. Identificación de las Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental ..... 6-2
6.2.1 Fase de Construcción ..... 6-2
6.2.2 Fase de Operación ..... 6-3
6.2.3 Fase de Cierre ..... 6-4
6.3. Identificación y Valoración de los Componentes Ambientales ..... 6-4
6.3.1 Medio Físico ..... 6-5
6.3.1.1 Hidrogeología ..... 6-5
6.3.1.2 Hidrología ..... 6-6
6.3.1.3 Calidad del Agua ..... 6-6
6.3.1.4 Calidad de Aire ..... 6-6
6.3.2 Medio Biótico ..... 6-6
6.3.2.1 Vegetación y Flora ..... 6-6
6.3.2.2 Fauna ..... 6-7
6.3.2.3 Limnología ..... 6-8
6.3.2.4 Paisaje ..... 6-8
6.3.3 Medio Humano ..... 6-8
6.3.3.1 Dimensión Socioeconómica ..... 6-8
6.3.4 Medio Construido ..... 6-8
6.3.4.1 Red Vial ..... 6-8
6.3.4.2 Turismo ..... 6-9
6.3.5 Resumen ..... 6-9
6.4. Identificación de los Potenciales Impactos Ambientales ..... 6-10
6.4.1 Fase de Construcción ..... 6-10
6.4.2 Fase de Operación ..... 6-11
6.5. Evaluación de los Impactos Ambientales ..... 6-13
6.5.1 Metodología ..... 6-13
6.5.2 Resultados ..... 6-17

6.5.3 Conclusión de la Evaluación de Impactos Ambientales ..... 6-23

**7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN, COMPENSACION Y REPARACION DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 7-1**

7.1. Introducción ..... 7-1
7.2. Plan de Mitigación, Compensación y Reparación ..... 7-2
7.2.1 Medidas Voluntarias ..... 7-2
7.2.1.1 Monitoreo de niveles de salmuera y agua dulce ..... 7-3
7.2.1.2 Monitoreo de la calidad físico-química de la salmuera y del agua de los sistemas La Punta y La Brava ..... 7-4
7.2.1.3 Imágenes satelitales ..... 7-4
7.2.1.4 Batimetrías ..... 7-4
7.3. Plan de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes ..... 7-5
7.3.1 Medidas Generales de Prevención de Riesgos ..... 7-5
7.3.1.1 Cumplimiento de Normativa Aplicable ..... 7-5
7.3.1.2 Programas Internos de Control de Riesgos y Prevención de Accidentes ..... 7-6
7.3.1.3 Medidas Ambientales Incorporadas por el Proyecto ..... 7-6
7.3.2 Medidas Generales de Prevención y Minimización de Riesgos Aplicables al Proyecto ..... 7-7
7.3.2.1 Etapa de Construcción ..... 7-7
7.3.2.2 Etapa de Operación ..... 7-7
7.3.3 Identificación de Riesgos y Medidas Contempladas por el Proyecto ..... 7-8
7.3.3.1 Etapa de Construcción ..... 7-8
Riesgos de Accidentes de Tránsito ..... 7-8
Riesgos de Accidentes de Trabajadores ..... 7-9
Riesgos de Incendio ..... 7-9
Riesgos Naturales ..... 7-10
7.3.3.2 Etapa de Operación ..... 7-11
Riesgos por Eventos Naturales ..... 7-12
Riesgos por Intervención Humana ..... 7-12
Riesgos propios de la Operación ..... 7-12
7.4. Plan de Contingencias ..... 7-13
7.4.1 Para la Etapa de Construcción ..... 7-13
7.4.1.1 Eventos por Accidentes de Tránsito ..... 7-13
7.4.1.2 Eventos por Accidentes de Trabajadores ..... 7-14
7.4.1.3 Eventos de Incendio ..... 7-15
7.4.1.4 Eventos Naturales ..... 7-16
7.4.2 Etapa de Operación ..... 7-16
7.4.2.1 Eventos Naturales ..... 7-17
7.4.2.2 Eventos por riesgos propios de la Operación ..... 7-17

**8. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL ..... 8-1**

8.1. Introducción ..... 8-1
8.2. Plan de Seguimiento ..... 8-1
8.3. Compromisos asumidos por el titular ..... 8-2

**9. FICHAS RESUMEN DE LOS CONTENIDOS DEL EIA ..... 9-1**

9.1. Introduccion ..... 9-1
9.2. Ficha de Descripción de Proyecto ..... 9-1
9.3. Ficha de Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable ..... 9-24
9.4. Fichas de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación de Impactos ..... 9-42
9.5. Ficha de Plan de Seguimiento Ambiental ..... 9-55

**10. PARTICIPACIÓN CUIDADANA ..... 10-1**

10.1. Introducción ..... 10-1
10.2. Participación Cuidadana Anticipada ..... 10-2
10.2.1 Reuniones con Autoridades ..... 10-2
10.2.2 Contacto con la Comunidad ..... 10-2
10.3. Participación Cuidadana Formal ..... 10-2
10.3.1 Publicación del Extracto del EIA ..... 10-2
10.3.2 Entrevistas con Vecinos, Organizaciones Sociales y Dirigentes ..... 10-3
10.3.3 Material Informativo de Apoyo ..... 10-3
10.4. Actividades posteriores a la aprobación del EIA ..... 10-4
10.4.1 Antes y Durante la Construcción del Proyecto ..... 10-4
10.4.2 Durante la Operación de las Pozas de Evaporación ..... 10-4

**11. PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN EL EIA ..... 11-1**

11.1. Consulta Ambiental: Gestión Ambiental Consultores S.A/ Ecology & Environmet Inc. ..... 11-1
11.2. Subcontratistas de Gestión Ambiental consultores/Ecology & Environment Inc. ..... 11-1
11.3. Otros Profesionales que Participaron en el Estudio ..... 11-2
11.4. Participantes de Sociedad Chilena de Litio Ltda. ..... 11-2

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Cronograma respecto al aumento de bombeos de salmuera. ..... 1-4
Tabla 1.2: Materiales e insumos requeridos durante las etapas de construcción. ..... 1-5
Tabla 1.3: Flujo vehicular asociado a las etapas de construcción. ..... 1-6
Tabla 1.4: Flujo vehicular asociado a la etapa de operación del Proyecto. ..... 1-8
Tabla 1.5. Normativa Ambiental de Carácter General Aplicable Al Proyecto ..... 1-10
Tabla 1.6. Normativa ambiental de carácter específico aplicable al Proyecto ..... 1-11
Tabla 1.7: Calificación de Impactos Ambientales. ..... 1-22
Tabla 1.8. Medidas Voluntarias de Mitigación ..... 1-25
Tabla 1.9 Identificación de Riesgos y Medidas de Prevención Contempladas por el Proyecto ..... 1-27
Tabla 1.10. Plan de seguimiento ambiental voluntario ..... 1-30
Tabla 2.1: Cronograma de bombeos periodo 2010-2039 ..... 2-2
Tabla 2.2: Coordenadas de ubicación de los vértices de las áreas del Proyecto ..... 2-4
Tabla 2.3: Carta Gantt Etapa 1 y 2 del Proyecto. ..... 2-9

Tabla 2.4: Carta Gantt Etapa 2 del Proyecto. ..... 2-9
Tabla 2.5: Materiales e insumos requeridos durante las etapas de construcción. ..... 2-13
Tabla 2.6: Coordenadas de ubicación de vértices de empréstito El Llano de la Paciencia (Datum PSAD 56; Huso 19). ..... 2-13
Tabla 2.7: Flujo vehicular asociado a las etapas de construcción. ..... 2-15
Tabla 2.8: Flujo vehicular asociado a la etapa de operación del Proyecto. ..... 2-20
Tabla 2.9: Emisiones atmosféricas asociadas a las etapas de construcción. ..... 2-22
Tabla 2.10: Emisiones atmosféricas asociadas a la etapa de operación. ..... 2-23
Tabla 2.11: Manejo de residuos sólidos asociados a las Etapas de construcción. ..... 2-24
Tabla 2.12: Manejo de residuos sólidos asociados a las etapas de operación del Proyecto ..... 2-26
Tabla 2.13: Niveles de ruido de maquinarias utilizadas en faenas constructivas ..... 2-26
Tabla 5.1: Coordenadas geográficas (UTM PSAD56) de los vértices del área del proyecto ..... 5-1
Tabla 5.2: Temperatura media mensual en estación Salar. Período 1992-2006 ..... 5-6
Tabla 5.3: Precipitación media mensual en estación Peine. Período 1974-2008 ..... 5-8
Tabla 5.4: Precipitación media anual en estación Salar. Período 1992-2006 ..... 5-9
Tabla 5.5: Humedad relativa media en estación Salar. Período 1993-2006 ..... 5-10
Tabla 5.6: Resumen de vientos medidos en Estación Salar. Período 1 Enero-31 Diciembre 2008. ..... 5-12
Tabla 5.7: Evaporación potencial media en estación Salar. Período 1983-2006 ..... 5-13
Tabla 5.8: Relaciones grado de pendiente/geomorfología según Marsh (1978) ..... 5-21
Tabla 5.9: Formaciones geológicas de la zona ..... 5-23
Tabla 5.11: Rangos medidos de conductividad hidráulica y porosidad efectiva ..... 5-32
Tabla 5.12: Rangos conductividad hidráulica y porosidad efectiva en núcleo y borde ..... 5-32
Tabla 5.13: Imágenes Landsat y superficies de lagunas [Ha] ..... 5-43
Tabla 5.14: Resumen de escenarios ..... 5-43
Tabla 5.14: Localización geográfica de los sitios de muestreo. Las coordenadas están expresadas en unidades UTM (Datum WGS84) ..... 5-52
Tabla 5.21: Listado de parámetros medidos in situ en los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna ..... 5-52
Tabla 5.22: Valores promedio de temperatura para cada sitio de muestreo. DS corresponde al valor de desviación estándar ..... 5-53
Tabla 5.23: Valores de salinidad promedio para cada sitio de muestreo. DS corresponde al desvío estándar ..... 5-54
Tabla 5.24: Valores promedio de oxígeno disuelto para cada sitio de muestreo. DS corresponde a la desviación estándar ..... 5-55
Tabla 5.25: Valores promedio por sitio de muestreo para el parámetro pH. DS corresponde a la desviación estándar. ..... 5-55
Tabla 5.26: Composición de las salmueras que conforman el sistema de aguas superficiales La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna ..... 5-57
Tabla 5.27: Principales características de los volcanes presentes en el área del proyecto. ..... 5-65
Tabla 5.28: Asociaciones vegetales características del área del proyecto (potenciales) ..... 5-70
Tabla 5.29: Comunidades vegetales características del área (potenciales) ..... 5-71
Tabla 5.30: Flora potencial del área ..... 5-73
Tabla 5.31: Categorías fitosociológicas consideradas en la caracterización de la vegetación y flora ..... 5-77
Tabla 5.32: Flora vascular presente en el área del proyecto ..... 5-89
Tabla 5.33: Número de especies presentes en el área según origen y forma biológica ..... 5-90
Tabla 5.34: Composición florística por formación vegetal ..... 5-91
Tabla 5.35. Reptiles potenciales para la zona de influencia del proyecto. ..... 5-105

Tabla 5.36. Aves potenciales para la zona de influencia del proyecto. ..... 5-105
Tabla 5.37. Mamíferos potenciales para la zona de influencia del proyecto ..... 5-107
Tabla 5.38: Avifauna registrada durante las campañas de terreno ..... 5-115
Tabla 5.39: Mamíferos registrados durante las campañas de terreno ..... 5-116
Tabla 5.40: Reptiles registrados durante las campañas de terreno ..... 5-120
Tabla 5.41: Especies en categoría de conservación ..... 5-121
Tabla 5.42: Localización geográfica de los sitios de muestreo. Las coordenadas están expresadas en unidades UTM (Datum WGS84) ..... 5-123
Tabla 5.43: Superficie y densidad de la comuna de San Pedro de Atacama. ..... 5-132
Tabla 5.44: Población de la Comuna de San Pedro de Atacama ..... 5-134
Tabla 5.45: Población Indígena en la comuna de San Pedro de Atacama. ..... 5-134
Tabla 5.46: Distribución de la población de San Pedro de Atacama en tramos quinquenales. ..... 5-135
Tabla 5.47: Hogares de San Pedro de Atacama según indicadores de pobreza ..... 5-135
Tabla 5.48: Comunidades Indígenas Focalizadas con Programas de Gobierno en San Pedro de Atacama. ..... 5-137
Tabla 5.49: Comunidades No Focalizadas con Proyectos Sociales en San Pedro de Atacama. ..... 5-138
Tabla 5.50: Asociaciones Indígenas de la comuna de San Pedro de Atacama ..... 5-138
Tabla 5.51: Características de la vivienda en la comuna de San pedro de Atacama. ..... 5-141
Tabla 5.52: Categorías ocupacionales en Peine. ..... 5-149
Tabla 5.53: Características principales de la vivienda en Peine ..... 5-150
Tabla 5.54: Caminos públicos en el área del proyecto ..... 153
Tabla 5.55: Vegas o Bofedales en el área del Salar de Atacama y distancia al proyecto ..... 5-161
Tabla 5.56: Matriz de cálculo de Calidad Visual UP1 (Cordillera de Domeyko) y UP2 (Salar de Atacama)5-167
Tabla 5.57: Matriz de cálculo de fragilidad visual UP1 (Cordillera de Domeyko) y UP2 (Salar de Atacama) ..... 5-169
Tabla 5.58: Escala de Valor Ambiental para los componentes ambientales ..... 5-171
Tabla 5.59: Identificación de variables ambientales y nivel de relevancia ..... 5-171
Tabla 6-1: Actividades Fase de Construcción. ..... 6-2
Tabla 6-2: Actividades Fase de Operación ..... 6-3
Tabla 6-3: Escala de Valor Ambiental para los Componentes Ambientales. ..... 6-4
Tabla 6-4: Identificación de Componentes Ambientales ..... 6-5
Tabla 6-5: Identificación de Variables Ambientales y Nivel de Relevancia. ..... 6-9
Tabla 6-6: Matriz de Identificación de Impactos Ambientales en Fase de Construcción. ..... 6-10
Tabla 6-7: Matriz de Identificación de Impactos Ambientales en Fase de Operación. ..... 6-11
Tabla 6-8: Calificación de Impactos Ambientales. ..... 6-13
Tabla 6-9: Valorización de Impactos Ambientales Generados - Fase de Construcción ..... 6-18
Tabla 6-10: Valorización de Impactos Ambientales Generados - Fase de Operación. ..... 6-21
Tabla 7.1. Medidas de mitigación de carácter voluntario ..... 7-2
Tabla 8.1. Compromisos de seguimiento voluntario asumidos por el titular ..... 8-3
Tabla 9.1. Ficha resumen descripción de proyecto ..... 9-2
Tabla 9.2. Ficha resumen de las principales emisiones y descargas al ambiente ..... 9-17
Tabla 9.3. Ficha resumen Normativa Ambiental de Carácter General Aplicable Al Proyecto ..... 9-25
Tabla 9.4. Ficha resumen normativa ambiental de carácter específico aplicable al Proyecto ..... 9-27
Tabla 9.5. Ficha resumen Permisos Ambientales Sectoriales Requeridos por el Proyecto ..... 9-37
Tabla 9.6. Resumen de seguimiento de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto ..... 9-43
Tabla 9.7. Ficha resumen Identificación de Riesgos y Medidas Contempladas por el Proyecto ..... 9-46

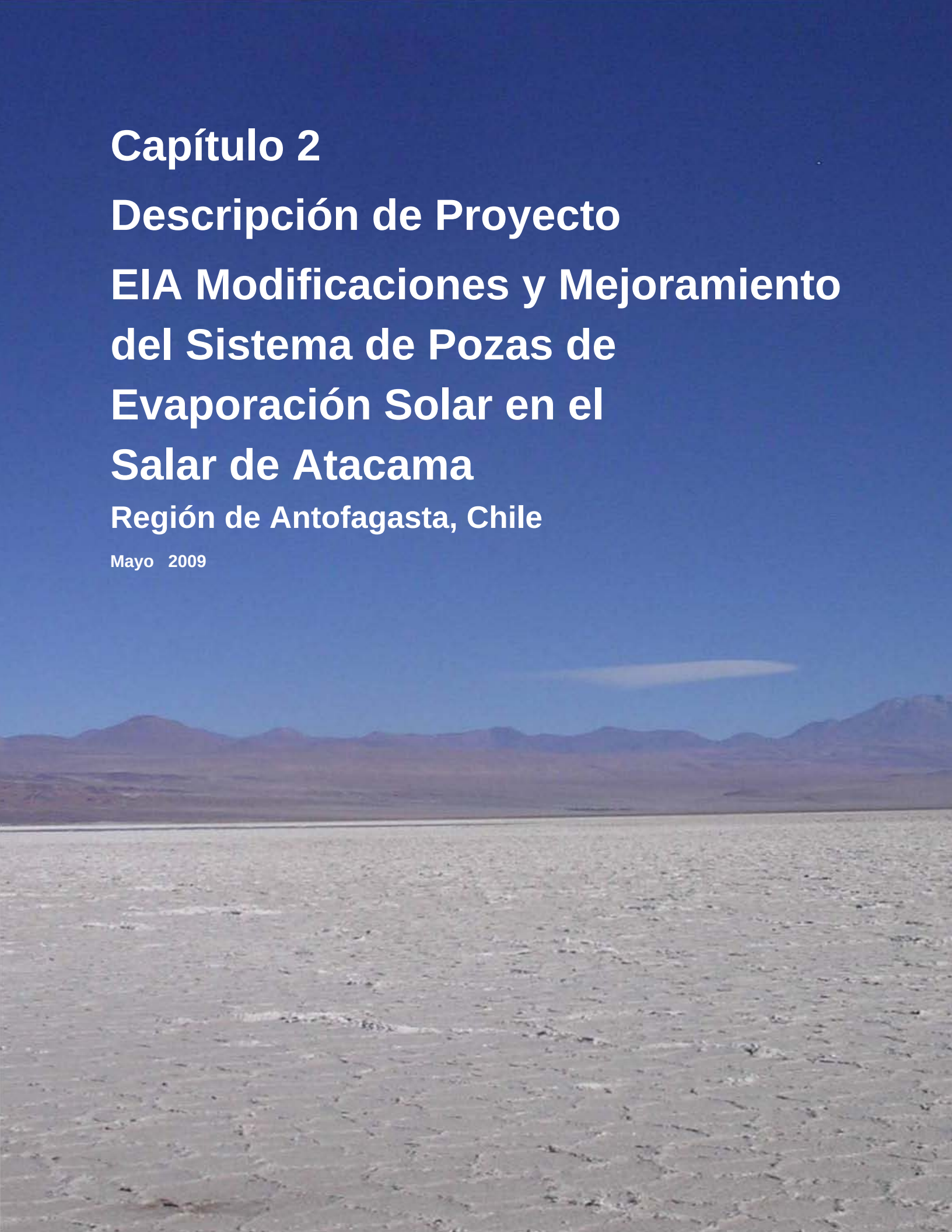
Tabla 9.8. Resumen de las principales medidas consideradas por el Proyecto ..... 9-51
Tabla 9.9. Ficha resumen compromisos de seguimiento ambiental asumidos por el titular ..... 9-56
Tabla 11.1. Profesionales de Consultora Ambiental: Gestión Ambiental Consultores S.A./Ecology & Environment Inc. ..... 11-1
Tabla 11.2. Subcontratistas de Gestión Ambiental Consultores/Ecology & Environment Inc. ..... 11-1
Tabla 11.3. Otros Profesionales que participaron en el Estudio ..... 11-2
Tabla 11.4. Profesionales de SCL ..... 11-2

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación geográfica del Proyecto. ..... 1-3
Figura 1.2: Obras e instalaciones del Proyecto en el Salar de Atacama ..... 1-4
Figura 2.1: Ubicación Geográfica del Proyecto ..... 2-6
Figura 2.2: Obras e instalaciones del Proyecto en el Salar de Atacama ..... 2-8
Figura 5.1: Localización del proyecto ..... 5-2
Figura 5.2: Área de emplazamiento del proyecto ..... 5-3
Figura 5.3: Ubicación estaciones meteorológicas ..... 5-5
Figura 5.4: Temperatura media mensual en estación Salar. Período 1992-2006. ..... 5-7
Figura 5.5: Precipitación media mensual en estación Peine. Período 1974-2008 ..... 5-8
Figura 5.6: Precipitación media anual en estación Salar. Período 1992-2006 ..... 5-9
Figura 5.7: Humedad relativa media en estación Salar. Período 1993-2006 ..... 5-10
Figura 5.8: Rosa de los Vientos Período Completo. ..... 5-11
Figura 5.9: Rosa de los Vientos Horario Diurno y Horario Nocturno. ..... 5-12
Figura 5.10: Evaporación potencial media en estación Salar. Período 1993-2006 ..... 5-13
Figura 5.11: Altitud del área del proyecto ..... 5-18
Figura 5.12: Pendientes del área del proyecto ..... 5-19
Figura 5.13: Exposición del área del proyecto ..... 5-20
Figura 5.14: Mapa geológico de la zona ..... 5-25
Figura 5.15: Órdenes de suelos en el extremo norte de Chile ..... 5-29
Figura 5.18: Ubicación de pozos de monitoreo de niveles de salmuera y agua dulce ..... 5-34
Figura 5.19: Nivel de salmuera en pozo de monitoreo S-3 ..... 5-35
Figura 5.20: Extracción de salmuera histórica y proyectada en el núcleo ..... 5-36
Figura 5.21: Cuenca Hidrológica Salar de Atacama. Escala 1:2.000.000 ..... 5-39
Figura 5.22: Lagunas y lugares salar de Atacama ..... 5-40
Figura 5.23: Modelo hídrico a nivel de cuenca ..... 5-42
Figura 5.24: Modelo hídrico de lagunas ..... 5-42
Figura 5.25: Lluvias mensuales y áreas de lagunas medidas ..... 5-45
Figura 5.26: Lluvias mensuales y áreas de lagunas medidas (continuación) ..... 5-46
Figura 5.27: Profundidad de las lagunas ..... 5-47
Figura 5.28: Laguna principal y zonas húmedas en 1990 y 1997 ..... 5-48
Figura 5.29: Áreas de espejos de agua y volúmenes de agua de lagunas La Punta y Brava ..... 5-49
Figura 5.30: Volúmenes de agua almacenados en lagunas calculados en función de la lluvia ..... 5-50
Figura 5.36. Análisis de conglomerados empleando distancia Euclideana y variables estandarizadas. 5-58
Figura 5.37: Sismicidad histórica de la región de Antofagasta (1964-1995) ..... 5-61
Figura 5.38: Mapa de riesgo por pendientes ..... 5-63

Figura 5.39: Ubicación de volcanes en el área del proyecto. ..... 5-66
Figura 5.40: Aspecto general de la cobertura del salar ..... 5-77
Figura 5.41: Distribución de formaciones vegetales descritas..... 5-79
Figura 5.42: Marisma de *Ruppia filifolia* ..... 5-80
Figura 5.43: Herbazal de *Stipa atacamensis – Arenaria rivularis* ..... 5-81
Figura 5.44: Herbazal de *Distichlis spicata* ..... 5-82
Figura 5.45: Matorral de *Pluchea absinthioides - Distichlis spicata* ..... 5-83
Figura 5.46: Vega de *Baccharis juncea – Juncus arcticus – Distichlis spicata* ..... 5-83
Figura 5.47: Aspecto típico de las laderas circundantes al Salar ..... 5-84
Figura 5.48: Herbazal de *Sarcocornia fruticosa* ..... 5-85
Figura 5.49: Herbazal muy ralo de *Cistanthe salsoloides* ..... 5-86
Figura 5.50: Matorral muy ralo de *Ephedra breana – Acantolippia deserticola* ..... 5-86
Figura 5.51: Matorral muy ralo de *Atriplex imbricata* ..... 5-87
Figura 5.52: Matorral de Atriplex *deserticola – Pluchea absinthioides* ..... 5-88
Figura 5.53: Espectro biológico de la flora ..... 5-92
Figura 5.54: Vista 1, Sistema de Lagunas Salada, Saladita e Interna..... 5-93
Figura 5.55: Vista 2, Sistema Lagunas Salada, Saladita e Interna..... 5-94
Figura 5.56: Vista 1, Sistema de lagunas La Punta y La Brava..... 5-94
Figura 5.57: Vista 2, sistema de lagunas La Punta y la Brava ..... 5-95
Figura 5.58: Hábitat en el área de estudio ..... 5-98
Figura 5.59: Hábitat de Estepa altoandina..... 5-99
Figura 5.60: Hábitat Marginal del salar ..... 5-99
Figura 5.61: Hábitat de Lagunas ..... 5-100
Figura 5.62: Pareja de Suris..... 5-108
Figura 5.63: Flamenco chileno ..... 5-108
Figura 5.64: Flamenco Andino ..... 5-109
Figura 5.65: Flamenco de James..... 5-109
Figura 5.66: Caití ..... 5-110
Figura 5.67: Pato juarjual ..... 5-110
Figura 5.68: Chorlo de la Puna ..... 5-111
Figura 5.69: Gaviota andina ..... 5-111
Figura 5.70: Playero de Baird..... 5-112
Figura 5.71: Agrupación de Playeros forrajeando..... 5-112
Figura 5.72: Madriguera activa de Tuco tuco..... 5-116
Figura 5.73: Fecas de roedor sin identificar..... 5-117
Figura 5.74. Roedor sin identificar ..... 5-117
Figura 5.75. Huellas de Guanaco..... 5-118
Figura 5.76. Fecas de Zorro..... 5-118
Figura 5.77: Lagartija fabiani..... 5-120
Figura 5.78: Abundancia promedio (células/L) de fitoplancton para cada sitio de muestreo ..... 5-125
Figura 5.79: Abundancia promedio (células/$mm^3$) de fitobentos para cada sitio de muestreo..... 5-125
Figura 5.80: ADI Atacama La Grande ..... 5-131
Figura 5.81: Comunidades Atacameñas en el Salar de Atacama. ..... 5-133
Figura 5.82: Plantaciones en Tilomonte..... 5-144
Figura 5.83: Iglesia de Peine..... 5-145
Figura 5.84: Población por sexo en la localidad de Peine. ..... 5-146
Figura 5.85: Distribución de Población Según Etnia..... 5-147

Figura 5.86: Red vial en el entorno del área del Proyecto ..... 5-154
Figura 5.87: Unidad de Gestión Territorial PRDU, Región de Antofagasta ..... 5-157
Figura 5.88: Plan Regulador Comunal San Pedro de Atacama, Sector Peine ..... 5-160
Figura 5.89: Fotos del área de estudio ..... 5-165



# Capítulo 2

# Descripción de Proyecto

# EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

**Mayo 2009**

# ÍNDICE

**2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 2-1**

2.1. Introducción ..... 2-1
2.2. Identificación de Titular ..... 2-3
2.3. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO ..... 2-4
2.3.1 Localización Geográfica ..... 2-4
2.4. Definición de las Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto ..... 2-7
2.4.1 Actuales Obras y Operaciones ..... 2-7
2.4.2 Obras e Instalaciones del Proyecto ..... 2-8
2.4.3 Superficie Involucrada ..... 2-8
2.4.4 Monto de Inversión ..... 2-9
2.4.5 Vida Útil ..... 2-9
2.4.6 Cronograma de Ejecución ..... 2-9
2.4.7 Justificación de Localización ..... 2-10
2.5. ETAPA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE TERRENO ..... 2-11
2.5.1 Antecedentes ..... 2-11
2.5.2 Evaluación Técnica del Proyecto ..... 2-11
2.5.3 Diseño de Ingeniería Básica y de Detalles ..... 2-11
2.5.4 Trabajos de Terreno de Disciplinas Ambientales ..... 2-11
2.6. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN ..... 2-12
2.6.1 Proceso Constructivo ..... 2-12
2.6.2 Principales Obras y Actividades Constructivas ..... 2-12
2.6.3 Materiales e Insumos Requeridos ..... 2-12
2.6.4 Instalación de Faena ..... 2-13
2.6.5 Maquinarias ..... 2-14
2.6.6 Prueba y Puesta en Marcha ..... 2-14
2.6.7 Requerimiento y Abastecimiento de Agua ..... 2-14
2.6.8 Requerimientos Sanitarios ..... 2-15
2.6.9 Requerimiento de Electricidad ..... 2-15
2.6.10 Requerimiento de Combustible ..... 2-15
2.6.11 Requerimientos de Transporte ..... 2-15
2.6.12 Requerimiento de Recurso Humano ..... 2-16
2.6.13 Medidas de Seguridad ..... 2-16
2.7. ETAPA DE OPERACIÓN ..... 2-17
2.7.1 Proceso de Producción ..... 2-17
2.7.2 Antecedentes Operacionales ..... 2-17
2.7.3 Requerimiento y Abastecimiento de Agua ..... 2-18
2.7.4 Requerimientos Sanitarios ..... 2-18
2.7.5 Requerimientos de Electricidad ..... 2-19
2.7.6 Requerimiento de Combustible ..... 2-19
2.7.7 Requerimiento de Transporte ..... 2-19
2.7.8 Requerimiento de Recurso Humano ..... 2-20



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

2.7.9 Medidas de Seguridad ..... 2-20
2.8. ETAPA DE CIERRE ..... 2-21
2.9. PRINCIPALES EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE ..... 2-22
2.9.1 Emisiones Atmosféricas ..... 2-22
2.9.1.1 Etapa de Construcción ..... 2-22
2.9.1.2 Etapa de Operación ..... 2-23
2.9.2 Efluentes Líquidos ..... 2-23
2.9.2.1 Etapa de Construcción ..... 2-23
2.9.2.2 Etapa de Operación ..... 2-24
2.9.3 Residuos Sólidos ..... 2-24
2.9.3.1 Etapa de Construcción ..... 2-24
2.9.3.2 Etapa de Operación ..... 2-25
2.9.4 Ruido ..... 2-26
2.9.4.1 Etapa de Construcción ..... 2-26
2.9.4.2 Etapa de Operación ..... 2-27
2.9.5 Emisión Lumínica ..... 2-27
2.9.5.1 Etapa de Construcción ..... 2-27
2.9.5.2 Etapa de Operación ..... 2-27
2.9.6 Otras Formas de Energía ..... 2-28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Cronograma de bombeos periodo 2010-2039 ..... 2-2
Tabla 2.2: Coordenadas de ubicación de los vértices de las áreas del Proyecto ..... 2-4
Tabla 2.3: Carta Gantt Etapa 1 y 2 del Proyecto. ..... 2-9
Tabla 2.4: Carta Gantt Etapa 2 del Proyecto. ..... 2-9
Tabla 2.5: Materiales e insumos requeridos durante las etapas de construcción. ..... 2-13
Tabla 2.6: Coordenadas de ubicación de vértices de empréstito El Llano de la Paciencia (Datum PSAD 56; Huso 19). ..... 2-13
Tabla 2.7: Flujo vehicular asociado a las etapas de construcción. ..... 2-15
Tabla 2.8: Flujo vehicular asociado a la etapa de operación del Proyecto. ..... 2-20
Tabla 2.9: Emisiones atmosféricas asociadas a las etapas de construcción. ..... 2-22
Tabla 2.10: Emisiones atmosféricas asociadas a la etapa de operación. ..... 2-23
Tabla 2.11: Manejo de residuos sólidos asociados a las Etapas de construcción. ..... 2-24
Tabla 2.12: Manejo de residuos sólidos asociados a las etapas de operación del Proyecto ..... 2-26
Tabla 2.13: Niveles de ruido de maquinarias utilizadas en faenas constructivas. ..... 2-26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ubicación Geográfica del Proyecto. ..... 2-6
Figura 2.2: Obras e instalaciones del Proyecto en el Salar de Atacama ..... 2-8



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

# 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 2.1. Introducción

El proyecto **"Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama"** (en adelante, el Proyecto) consiste en la construcción de nuevas superficies de evaporación solar, a continuación de las actuales instalaciones de **Sociedad Chilena de Litio Ltda. (SCL)**, en el Salar de Atacama, provincia de El Loa, II Región de Antofagasta.

El proyecto de SCL, responde principalmente a los incrementos esperados en el mediano plazo en la demanda de carbonato de litio. Actualmente el mercado de las baterías de ión de litio en aplicaciones en computadores portátiles, teléfonos celulares, cámaras fotográficas, cámaras filmadoras y herramientas portátiles, crece a tasas de hasta 15% anual y continúa expandiéndose.

Por otra parte, el desarrollo de los vehículos eléctricos (VEs) a batería de ión de litio es inminente y está impulsado por la necesidad de disminuir la contaminación del aire en las grandes ciudades del mundo, disminuyendo las emisiones de CO2 y NOx y el material particulado, como también la contaminación acústica. Sólo en los Estados Unidos se espera que antes de 5 años haya circulando más de 2 millones de VEs. Se sabe hoy que cada VE necesita aproximadamente 2 kg de carbonato de litio para su batería de ión de litio. Si a esta demanda se agrega los requerimientos de Europa y Asia, puede deducirse que el impacto sobre la demanda será considerable, superando el nivel de 10.000 toneladas de carbonato de litio por año.

Otro aspecto que es importante considerar es el efecto invernadero generado por las emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono ($CO_2$), y (NOx), donde una de las fuentes son los motores de combustión interna del parque automotriz. Más aún, en la actualidad, cerca del 28% de las emisiones de $CO_2$ provienen del uso de combustibles fósiles en los vehículos de transporte. Desde el año 1900 a la fecha, la temperatura promedio de la Tierra ha aumentado en 0,7ºC y se espera de que a fines del presente siglo, de continuar la actual tendencia en las emisiones de tales gases, la temperatura pueda aumentar, en promedio, entre 1,4 y 4,0 ºC adicionales, pudiendo este incremento llegar hasta los 6,4 ºC.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

De esta manera, hoy día en que la humanidad está preocupada por el calentamiento global, el Proyecto de SCL sin lugar a dudas tiene gran importancia por contribuir directamente a la disminución de este efecto, cuyo impacto negativo sobre el clima aún no es posible dimensionar.

También es de importancia realizar estas expansiones a tiempo, para que Chile no pierda el liderazgo que tiene hoy en la producción de carbonato de litio (en la actualidad, es el primer productor del mundo), sabiéndose ya que tendrá que competir con las producciones de Argentina (Empresa Minera del Altiplano) y tres proyectos en China, de los cuales - a esta fecha - dos están en la fase inicial de producción. Recientemente se ha conocido también la potente arremetida del gobierno boliviano por atraer inversionistas y desarrollar la producción de carbonato de litio en el salar de Uyuni.

Para enfrentar esta nueva demanda es necesario aumentar la producción de salmuera para transformarla en sales de litio en la planta química de SCL (Planta La Negra), ubicada en el Barrio Industrial La Negra, comuna de Antofagasta.

El incremento progresivo en la extracción de salmuera será aproximadamente 600 litros/segundo como promedio anual al final de la vida útil del proyecto, adicional a los 142 litros/segundo que SCL tiene actualmente autorizados por la autoridad. Las salmueras luego de pasar por el sistema de pozas de evaporación solar, incrementarán la producción de salmuera concentrada desde los 80.000 $m^3$/año autorizados actualmente, hasta 170.000 $m^3$/año con la puesta en funcionamiento del Proyecto.

Para lograr la producción de salmuera antes señalada, se deberán construir nuevas superficies de evaporación solar. Esto se desarrollará en 2 etapas (Etapas 1, 2). Las obras y/o acciones a efectuar en cada una de ellas son similares, la principal diferencia es la superficie de evaporación solar a construir en cada una. Para la primera etapa, se considera una superficie de evaporación solar de 315 hectáreas, para la segunda etapa una superficie de 195 hectáreas. Por lo tanto, el proyecto considera incrementar las actuales 326 hectáreas en una superficie de 510 hectáreas, para alcanzar una superficie total de 836 hectáreas.

El cronograma de aumento de bombeos de salmuera, se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 2.1: Cronograma de bombeos periodo 2010-2039**

| **Periodo** | **2010 – 2014** | **2015 - 2019** | **2020 - 2039** |
|---|---|---|---|
| Bombeo lt/seg promedio anual | 250 | 150 | 200 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

En forma resumida, el Proyecto involucra las siguientes obras y/o acciones:

- Enrasar la superficie de sal, realizar la topografía del sector y efectuar el trazado y construcción de pretiles.
- Construcción de una superficie de evaporación de 510 hectáreas.
- Perforación y explotación de pozos de extracción de salmuera dentro de las pertenencias mineras de SCL.

Mayores antecedentes del Proyecto se entregan en los siguientes puntos del presente capítulo.

## 2.2. Identificación de Titular

El titular del proyecto es Sociedad Chilena de Litio Ltda. cuyos antecedentes son los siguientes:

**Empresa**

Nombre: Sociedad Chilena de Litio Ltda.

RUT: 85.066.600-8
Domicilio: Panamericana Norte km 1357, La Negra. Antofagasta

Teléfono: 55) 351013

Fax: (55) 351098

**Representante Legal**

Nombre: Eduardo Morales Echeverría.

Nacionalidad: Chilena

RUT: 6.041.630-3

Domicilio: Panamericana Norte km 1357, La Negra. Antofagasta

Telefono: (55) 351013

Fax: (55) 351098

e-mail: eduardo.morales@chemetall.com

**Representante Legal**

Nombre: Carlos Saéz García

Nacionalidad: Chilena

RUT: 4.794.910-6

Domicilio: Panamericana Norte km 1357, La Negra. Antofagasta

Teléfono: (55) 351013

Fax: (55) 351098

e-mail: carlos.saez@chemetall.com

Los antecedentes legales que acreditan la constitución de la empresa y la representación legal se entregan en compañía de la carta conductora del presente estudio.

## 2.3. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

### 2.3.1 Localización Geográfica

El Proyecto se localiza en la Región de Antofagasta, Provincia de El Loa, comuna de San Pedro de Atacama, a 280 km de Antofagasta y a 27 km de la localidad de San Roque de Peine, al oriente de la península de Chépica, a una altura de 2.300 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Específicamente, las obras e instalaciones del Proyecto se localizarán al interior de la propiedad y sobre servidumbres legales mineras que serán constituidas conforme lo dispone el Código de Minería o, por otro medio legítimo que permita el uso del suelo.

Las coordenadas geográficas del área de emplazamiento del Proyecto se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 2.2: Coordenadas de ubicación de los vértices de las áreas del Proyecto**

| Vértices | Coordenadas Geográficas (UTM) | |
|---|---|---|
| | Norte | Este |
| | Terreno Propiedades de SCL | |
| 1 | 7.389.000,00 | 566.885,90 |
| 2 | 7.389.000,00 | 566.207,07 |
| 3 | 7.387.893,35 | 565.042,17 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Vértices | Coordenadas Geográficas (UTM) | |
|---|---|---|
| | Norte | Este |
| 4 | 7.384.327,66 | 568.429,57 |
| 5 | 7.383.031,75 | 569.184,96 |
| 6 | 7.383.285,74 | 569.620,69 |
| 7 | 7.382.024,11 | 570.369,86 |
| 8 | 7.382.693,60 | 571.449,79 |
| 9 | 7.386.581,34 | 569.183,63 |
| | **Área de Servidumbre** | |
| 1 | 7.389.000,00 | 566.885,90 |
| 10 | 7.389.000,00 | 569.000,00 |
| 11 | 7.388.000,00 | 569.000,00 |
| 12 | 7.388.000,00 | 572.500,00 |
| 13 | 7.380.000,00 | 572.500,00 |
| 14 | 7.380.000,00 | 570.952,00 |
| 5 | 7.383.031,75 | 569.184,96 |
| 6 | 7.383.285,74 | 569.620,69 |
| 7 | 7.382.024,11 | 570.369,86 |
| 8 | 7.382.693,60 | 571.449,79 |
| 9 | 7.386.581,34 | 569.183,63 |

*Datum PSAD 56; Huso 19. Fuente: Elaboración propia.

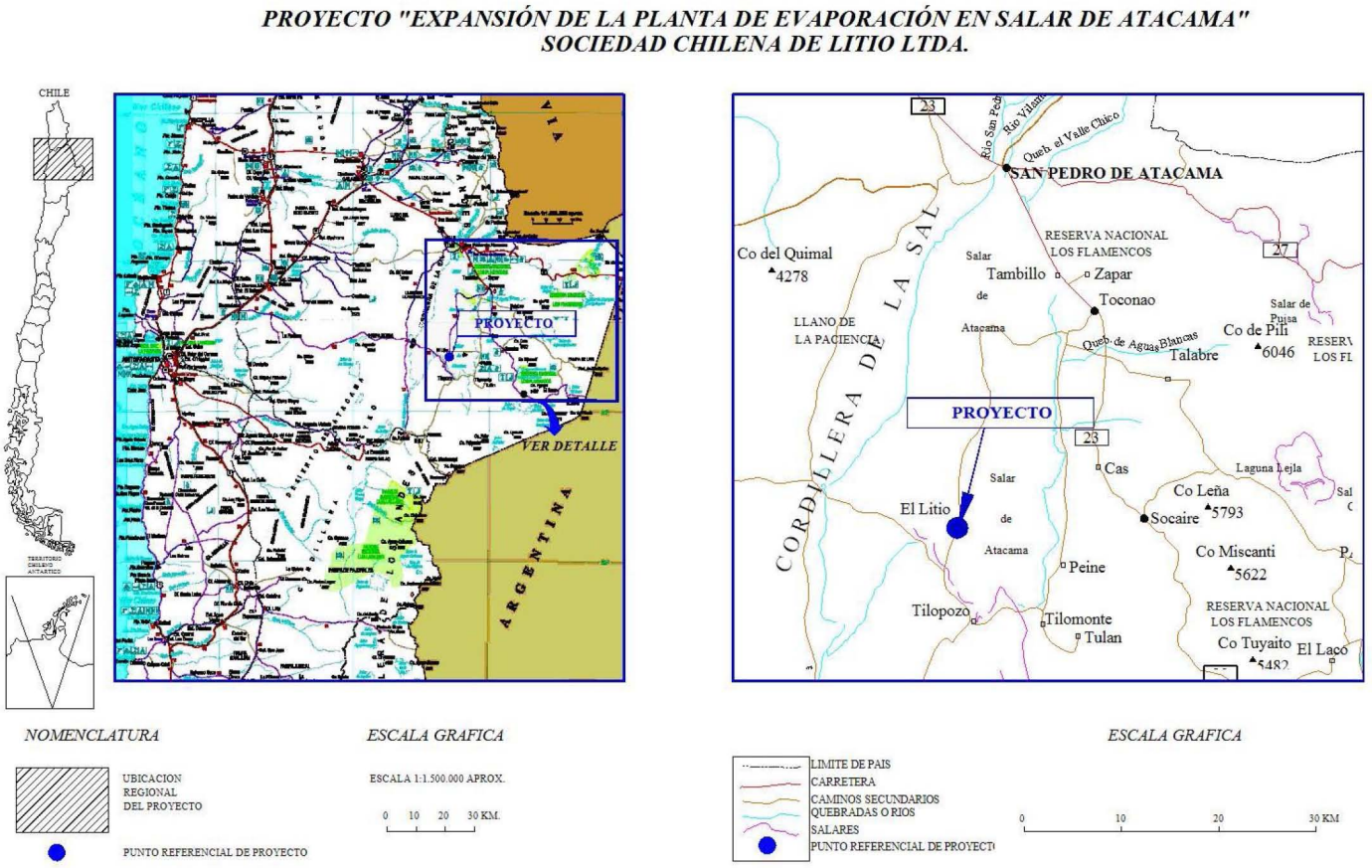
Por otra parte, corresponde indicar que el acceso al área del Proyecto, desde la ciudad de Calama, es por la Ruta R-23 y, desde Antofagasta, por la Ruta B-385, mediante caminos asfaltados o tratados con bischofita.

La siguiente Figura 2.1 muestra la ubicación geográfica del Proyecto, tanto dentro de un contexto regional como local.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 2.1: Ubicación Geográfica del Proyecto.**




Fuente: www.turistel.cl



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 2.4. Definición de las Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto

### 2.4.1 Actuales Obras y Operaciones

Actualmente, el sistema de pozas habilitado por SCL, cuenta con una superficie de evaporación de 326 hectáreas, en las cuales se aprovecha la energía solar y las condiciones de viento y de baja humedad existentes en el Salar de Atacama para producir la evaporación del agua desde la salmuera, concentrándola. Como resultado de la concentración precipitan sales de diferentes composiciones químicas dentro del sistema de pozas, las que son cosechadas y acopiadas en áreas habilitadas para ello. Dentro de éstas, las sales de potasio y magnesio se usan para producir productos comerciales (cloruro de potasio y cloruro de magnesio). El cloruro de sodio se deposita en acopios al no tener utilización o valor comercial en la actualidad.

Las salmueras concentradas de litio son almacenadas en reservorios especiales, lugar en que se cargan los camiones aljibe que transportan la salmuera a la Planta La Negra, localizada en Antofagasta, donde se producen las sales de litio.

Cabe indicar que en el año 2000, SCL presentó a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) II Región, una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) por el proyecto denominado “Construcción de Pozas de Evaporación Solar”, que ambientalmente fue aprobado mediante la Resolución Exenta Nº 092/2000, de fecha 31 de mayo de 2000, de la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) II Región. El objetivo de este proyecto era aumentar la producción de salmuera desde 60.000 $m^3$/año a 80.000 $m^3$/año.

Por otra parte, a fines del año 2004, SCL presentó a CONAMA II Región, una segunda DIA por el proyecto “Modificación al Proyecto de Construcción de Pozas de Evaporación Solar”, que contemplaba la construcción de una superficie de evaporación de 37 hectáreas y el aumento de extracción de salmuera en 29 litros/segundo, de tal forma de mantener la producción de salmuera concentrada en 80.000 $m^3$/año, dada la disminución de la ley de cabeza del litio en la salmuera. Este proyecto fue aprobado mediante la Resolución Exenta Nº 3132, de fecha 28 de noviembre de 2006, de la Dirección Ejecutiva de CONAMA.

En el año 2008, SCL presentó a la CONAMA II Región una carta solicitando se indicara la pertinencia de ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental la construcción de una poza pre-concentradora de 60 hectáreas al costado de su sistema de pozas en el Salar de Atacama. La autoridad indicó que no se requería el ingreso al Sistema de Evaluación de



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Impacto Ambiental, según lo indica la Resolución Exenta N° 0373/2008, de fecha 30 de octubre de 2008 (Ver Anexo 2.1)

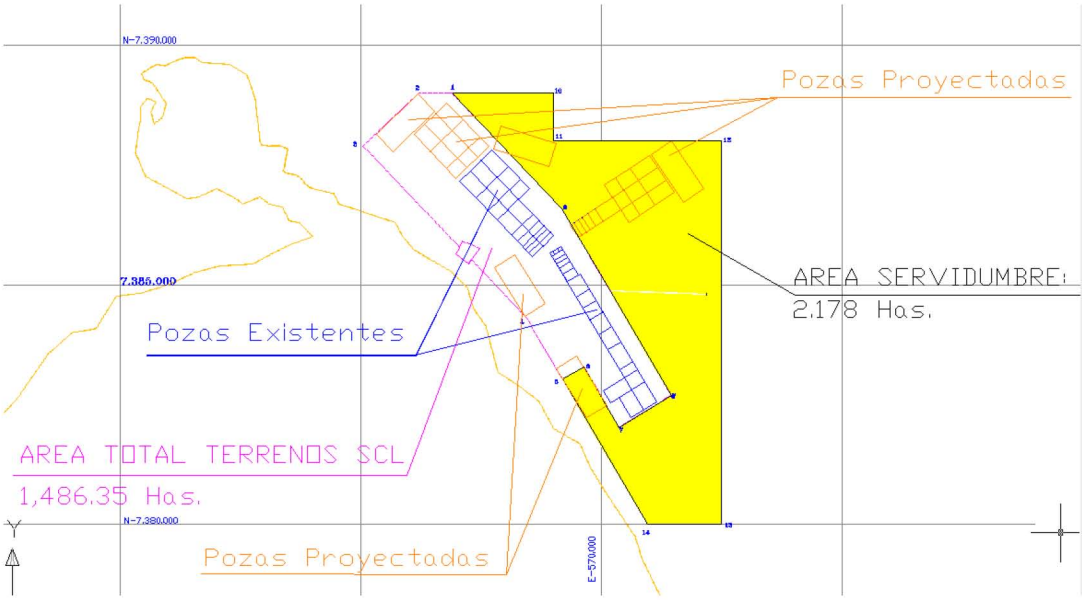
### 2.4.2 Obras e Instalaciones del Proyecto

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto involucra las siguientes obras y/o acciones:

- Enrasar la superficie de sal, realizar la topografía del sector y efectuar trazado y construcción de pretiles.
- Construcción de una superficie de evaporación de 510 hectáreas.
- Perforación y explotación de pozos de extracción de salmuera dentro de las pertenencias mineras de SCL.

La siguiente figura (Figura 2.2) ilustra la superficie donde será ubicado el Proyecto.

**Figura 2.2: Obras e instalaciones del Proyecto en el Salar de Atacama**




Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.3 Superficie Involucrada

El Proyecto involucra la construcción de una superficie de evaporación de 510 hectáreas. En la actualidad, la superficie de evaporación de la planta de SCL es de 326 hectáreas, por lo



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

que la materialización del Proyecto permitirá alcanzar una superficie total de evaporación 836 hectáreas.

### 2.4.4 Monto de Inversión

El monto total de la inversión se estima en diecisiete millones de dólares americanos (US$ 17.000.000).

### 2.4.5 Vida Útil

La vida útil del Proyecto se estima en 30 años.

### 2.4.6 Cronograma de Ejecución

Tal como fue señalado anteriormente, el Proyecto se llevará a cabo en dos etapas. La primera etapa de construcción se estima que tendrá una duración de 14 meses y la segunda 10 meses. Es importante señalar que la primera etapa del Proyecto se pretende comenzar a construir el año 2009 y la segunda durante el año 2015. En todo caso, SCL comenzará la construcción del Proyecto sólo una vez obtenida la respectiva Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable de COREMA II Región.

Las siguientes tablas muestran las respectivas Cartas Gantt para la ejecución de las dos etapas del Proyecto.

**Tabla 2.3: Carta Gantt Etapa 1 y 2 del Proyecto.**

| Actividades | Meses | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Construcción de área de evaporación | | | | | | | | | | | | | | |
| Habilitación de pozos de salmuera | | | | | | | | | | | | | | |
| Puesta en marcha | | | | | | | | | | | | | | |

**Tabla 2.4: Carta Gantt Etapa 2 del Proyecto.**

| Actividades | Meses | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Construcción de área de evaporación | | | | | | | | | | |
| Habilitación de pozos de salmuera | | | | | | | | | | |
| Puesta en marcha | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 2.4.7 Justificación de Localización

El Proyecto consiste en la adición de nueva área de evaporación solar, la cual será ubicada adyacente a la superficie ya existente, dentro de la propiedad y sobre servidumbres legales mineras que serán constituidas conforme lo dispone el Código de Minería o, por otro medio legítimo que permita el uso del suelo, en el Salar de Atacama.

La justificación del Proyecto tiene su origen en los antecedentes entregados anteriormente y que están relacionados con los incrementos esperados, en el mediano plazo y a nivel mundial, en la demanda de carbonato de litio, sustancia requerida para la fabricación de baterías de ión de litio utilizadas tanto en computadores portátiles, teléfonos celulares, cámaras fotográficas, filmadoras y herramientas portátiles, etc., como en vehículos híbridos y eléctricos.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 2.5. ETAPA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE TERRENO

## 2.5.1 Antecedentes

El levantamiento de información incluye la inspección en terreno, la recopilación bibliográfica, evaluación técnica y el desarrollo de estudios específicos, como ingeniería básica y caracterización general del área de influencia del Proyecto.

## 2.5.2 Evaluación Técnica del Proyecto

En forma previa a la decisión de llevar a cabo el Proyecto, SCL realizó la evaluación técnica y económica de la construcción de la nueva superficie de evaporación solar.

Toda la tecnología aplicada en el Proyecto corresponde al conocimiento y experiencia que tiene SCL después de operar exitosamente, por más 25 años, instalaciones de este tipo.

## 2.5.3 Diseño de Ingeniería Básica y de Detalles

La ingeniería de procesos fue proporcionada por Chemetall Foote Corp., empresa dueña de SCL. La ingeniería básica y de detalles fue desarrollada por SCL con el apoyo de firmas de ingeniería chilenas.

## 2.5.4 Trabajos de Terreno de Disciplinas Ambientales

Como parte del presente Estudio de Impacto Ambiental, especialistas de Poch Ambiental S.A. y Gestión Ambiental Consultores realizaron varias visitas e inspecciones al área del Proyecto, con el objeto de obtener y/o confirmar información sobre diversos aspectos ambientales del área.

Las visitas e inspecciones fueron realizadas en tres campañas. Dos de ellas, se realizaron en Enero del 2007 y la tercera entre Marzo y Septiembre del 2008 y en éstas se recopiló información específica relacionada con el patrimonio histórico-cultural-arqueológico, flora-vegetación, fauna, medio humano-construido y medio físico del área, la cual fue contrastada con las acciones contempladas por el Proyecto.

En el Capítulo 5 del presente EIA, se encuentra toda la información sobre la caracterización ambiental del área del Proyecto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 2.6. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

## 2.6.1 Proceso Constructivo

Como se indicó anteriormente, el Proyecto involucra básicamente la construcción y puesta en marcha de una superficie adicional de evaporación solar y también el incremento de la extracción de salmuera desde el Salar de Atacama. Desde el punto de vista constructivo y operacional, esta nueva superficie será de similares características a las pozas de evaporación solar actualmente existentes en la propiedad de SCL, en el Salar de Atacama.

En los puntos siguientes se entregan antecedentes sobre los aspectos constructivos del Proyecto, actividad que será realizada directamente por SCL.

## 2.6.2 Principales Obras y Actividades Constructivas

La etapa de construcción del Proyecto comprende la ejecución de las siguientes obras o actividades:

- Enrase del terreno, nivelación y trazado de pozas.
- Construcción de los pretiles con cloruro de sodio.
- Colocación de una capa de arcilla sobre los taludes internos y en el piso de la poza.
- Colocación de una membrana de PVC sobre la capa de arcilla.
- Verificación de la impermeabilidad de la membrana visualmente y por conductividad eléctrica.
- Colocación del geotextil en los taludes internos de las pozas de evaporación, con el objeto de proteger la membrana de la radiación solar.
- Colocación de una capa de sal para proteger el geotextil y el PVC.

## 2.6.3 Materiales e Insumos Requeridos

Para llevar a cabo las actividades antes señaladas, son necesarios algunos materiales e insumos, los cuales son indicados en el siguiente cuadro, para cada etapa del Proyecto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 2.5: Materiales e insumos requeridos durante las etapas de construcción.**

| Material | Cantidad a Utilizar | | |
|---|---|---|---|
| | Etapa 1 | Etapa 2 | Total |
| Geotextil | 216.000 $m^2$ | 121.000 $m^2$ | 337.000 $m^2$ |
| Membrana de PVC | 4.100.000 $m^2$ | 2.288.000 $m^2$ | 6.388.000 $m^2$ |
| Arcilla | 560.000 $m^3$ | 290.000 $m^3$ | 850.000 $m^3$ |
| cloruro de sodio | 625.000 $m^3$ | 350.000 $m^3$ | 975.000 $m^3$ |
| Tubería y fitting de PVC y Polietileno | 32.300 m | 18.000 m | 50.300 m |

Fuente: Elaboración propia.

El geotextil, la tubería, membrana de PVC y fitting de PVC y Polietileno, serán adquiridos a empresas proveedoras de este tipo de materiales, de preferencia con centros de distribución localizados en la II Región.

La arcilla será extraída desde un sector de material de empréstito ubicado en el Llano de la Paciencia, terreno situado a 35 km al suroeste del área del Proyecto, de propiedad de SCL. Dicho empréstito tiene un área total de 150 hectáreas y se ubica específicamente en las siguientes coordenadas:

**Tabla 2.6: Coordenadas de ubicación de vértices de empréstito El Llano de la Paciencia (Datum PSAD 56; Huso 19).**

| Vértices | Coordenadas Geográficas (UTM) | |
|---|---|---|
| | Norte | Este |
| A | 7.383.136 | 544.000 |
| B | 7.383.000 | 542.683 |
| C | 7.382.000 | 542.788 |
| D | 7.382.135 | 544.106 |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el cloruro de sodio, a utilizar principalmente en la construcción de los pretiles de las pozas de evaporación, será extraída de acopios generados por la operación, ubicados en zonas cercanas al área del Proyecto.

## 2.6.4 Instalación de Faena

El Proyecto no contempla la instalación de infraestructura de apoyo a la etapa constructiva, siendo utilizadas las instalaciones existentes de SCL en el Salar, las que cuentan con capacidad suficiente para ello.

Asimismo, el Proyecto no contempla la instalación o habilitación de campamento para el personal que participará en la faena constructiva. El personal a contratar tendrá



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

principalmente residencia en San Roque de Peine, localidad que se localiza a 27 km al oriente del área del Proyecto.

### 2.6.5 Maquinarias

Los equipos de mayor envergadura requeridos durante la etapa de construcción del Proyecto, son principalmente los siguientes: bulldozer, retroexcavadoras, camiones y cargadores frontales. Estos equipos trabajan normalmente en las instalaciones de SCL, en el Salar de Atacama.

### 2.6.6 Prueba y Puesta en Marcha

Finalmente, se llevarán a cabo todas las pruebas necesarias que permitan establecer el buen funcionamiento de las instalaciones del Proyecto y así poder ponerlo en marcha.

### 2.6.7 Requerimiento y Abastecimiento de Agua

Para la etapa de construcción, el abastecimiento de agua potable será de responsabilidad de SCL. Para ello, la empresa cuenta con un sistema particular de agua potable, aprobado por la autoridad sanitaria (Resolución Exenta Nº 3739, de fecha 26 de agosto de 1997, del entonces Servicio de Salud de Antofagasta y actual Secretaría Regional Ministerial, SEREMI, de Salud de dicha Región) y que consiste en el tratamiento de agua a través de una planta de osmosis inversa. Asimismo, en el caso del campamento de SCL en San Roque de Peine, el respectivo sistema particular de agua potable también se encuentra aprobado por la autoridad sanitaria (Resolución Exenta Nº 4167, de fecha 11 de septiembre de 2002, del entonces Servicio de Salud de Antofagasta).

El suministro de agua potable cumplirá con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, que establece un mínimo de 100 litros diarios por trabajador. En cuanto a la calidad del agua potable, es preciso indicar que ésta cumplirá con lo establecido en la Norma Oficial Chilena NCh 409/1 Of. 84, “Requisitos del Agua para Consumo Humano”, de acuerdo con lo señalado en el artículo 13 del citado Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud.

Consistente con lo anterior, para la etapa de construcción del Proyecto se estima un consumo de agua potable cercano a 120 $m^3$/mes (considerando 100 litros/día-persona y una dotación promedio de 40 personas en cada etapa de construcción).

Para la etapa de construcción no se requerirá de agua de tipo industrial.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 2.6.8 Requerimientos Sanitarios

Para la etapa de construcción, se utilizará el sistema particular de alcantarillado, de tipo evapo-transpiración, existente en la planta de SCL, autorizado por la autoridad sanitaria (Resolución Exenta Nº 3740, de fecha 26 de agosto de 1997, del entonces Servicio de Salud de Antofagasta) y también de algunos baños químicos en los frentes de trabajo. La limpieza de estas últimas unidades y el manejo de sus efluentes, será encargado a una empresa autorizada por la autoridad sanitaria para realizar este tipo de servicio.

## 2.6.9 Requerimiento de Electricidad

La utilización de energía eléctrica se limita al uso de pequeñas herramientas mecánicas.

## 2.6.10 Requerimiento de Combustible

El combustible requerido para la etapa de construcción del Proyecto será petróleo Diesel, cuyo consumo durante la primera etapa se estima en aproximadamente 20 $m^3$/mes durante un período estimado de 14 meses y 10 $m^3$/mes para la segunda etapa del Proyecto, la cual tendría una duración estimada de 10 meses. En su mayoría, el combustible será ocupado en el abastecimiento de vehículos, maquinaria y camiones utilizados en la faena constructiva.

## 2.6.11 Requerimientos de Transporte

El transporte para la etapa de construcción del Proyecto, se efectuará producto del traslado de los materiales de construcción, tales como cloruro de sodio, arcilla, membranas de PVC y geotextil, así como también del personal necesario para la obra.

Los flujos vehiculares estimados para las etapas de construcción se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 2.7: Flujo vehicular asociado a las etapas de construcción.**

| Actividad | Tipo de Vehículo | Viajes | | Frecuencia |
|---|---|---|---|---|
| | | Etapa 1 | Etapa 2 | |
| Transporte de arcilla y cloruro de sodio | Camiones | 384 | 232 | Diario (durante 5 meses) |
| Transporte de membranas de PVC y geotextil | Camiones | 20 | 12 | Mensual |
| Transporte de trabajadores | Buses | 2 | 2 | Diaria |

Fuente: Elaboración propia.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 2.6.12 Requerimiento de Recurso Humano

Esta etapa demandará mano de obra para llevar a cabo cada una de las faenas o actividades que contempla el Proyecto. Se estima que se requerirá la contratación de aproximadamente 40 personas en cada etapa de construcción del Proyecto. Se privilegiará que el personal a contratar sea de la zona, con residencia en San Roque de Peine y/o de la comuna de San Pedro de Atacama.

## 2.6.13 Medidas de Seguridad

Toda la maquinaria y herramientas que se utilicen durante la construcción del Proyecto, contarán con la debida protección en sus partes móviles, transmisiones y puntos de operación para minimizar el eventual riesgo que puedan tener.

Dependiendo del tipo de labores, será obligatorio el uso de implementos de seguridad certificados (zapatos de seguridad, casco, guantes y antiparras donde corresponda).

En este sentido, SCL velará por el cabal cumplimiento de las exigencias en esta materia, contenidas en el Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud.

Es importante agregar que SCL cuenta con un Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad, copia del cual fue presentado en su oportunidad al Servicio de Salud de Antofagasta.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 2.7. ETAPA DE OPERACIÓN

## 2.7.1 Proceso de Producción

El proceso de producción de salmueras concentradas de Litio, consiste en:

- Bombeo de salmuera de los pozos de extracción.
- Evaporación solar en las pozas.
- Cosecha de sales precipitadas en las pozas.
- Las salmueras son bombeadas a las pozas de evaporación solar ubicadas sobre la superficie del Salar, desde pozos profundos.
- En estas pozas las salmueras son concentradas aproximadamente 30 veces con respecto a la concentración inicial de Litio, desde 0,2% hasta 6% aproximadamente.

Las salmueras concentradas en litio son almacenadas en reservorios construidos de igual forma que las pozas de evaporación. Desde ahí se cargan los camiones aljibe que transportan la salmuera a la planta química ubicada en el sector de La Negra, en Antofagasta, donde se producen las sales de litio.

## 2.7.2 Antecedentes Operacionales

Las tortas de acopio de sales son estables frente a la acción del viento debido a su contenido de humedad. En el caso de los taludes de las pozas, históricamente, el diseño desarrollado por SCL ha soportado sin inconvenientes las inclemencias del tiempo y los terremotos.

En el eventual caso de generarse algún problema de erosión en los taludes o en el piso de sales, éste será de fácil y rápida reparación.

Las medidas de prevención que serán utilizadas para detectar eventuales filtraciones de salmuera durante la etapa de operación del Proyecto, serán aquellas que históricamente y de manera exitosa ha implementado SCL en sus instalaciones, y que a continuación se describen:

Monitoreo de la salinidad en pozos de observación ubicados al costado de cada poza.

Verificación de la impermeabilidad de las pozas usando la prueba de conductividad eléctrica.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

En el eventual caso de detectar una filtración, se vaciará la poza que esté generando el problema y se procederá a la reparación de la membrana y piso de sal.

Se hace presente que las pozas de evaporación, están construidas sobre la superficie del Salar mismo, por lo que cualquier filtración de salmuera se mezclará con salmueras existente en el salar, sin causar efectos adversos sobre los recursos naturales. Adicionalmente, el proceso se lleva a cabo en forma natural, sin la adición de reactivos que en una eventual filtración pudieran dañar el sistema natural del Salar.

En la actualidad se producen 80.000 $m^3$ al año de salmuera concentrada. Con la materialización del Proyecto se pretende incrementar la producción hasta 170.000 $m^3$ al año.

### 2.7.3 Requerimiento y Abastecimiento de Agua

Los requerimientos de agua durante la etapa de operación están dados por:

- Consumo de agua potable para los trabajadores.
- Consumo de agua industrial para el proceso.
- El requerimiento del agua potable utilizada por los 12 trabajadores durante la etapa de operación del Proyecto se estima en 1.200 litros/día.

El agua cumplirá con los requisitos señalados en los artículos 12 y siguientes del Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, así como con la Norma Oficial Chilena NCh 409/1 Of. 84, “Requisitos del Agua para Consumo Humano”.

En cuanto al agua industrial, se requerirá aumentar el consumo en aproximadamente 2 litros/segundo. Esta agua se obtendrá de los pozos existentes con que cuenta SCL, de los cuales posee los respectivos derechos de agua constituidos.

### 2.7.4 Requerimientos Sanitarios

En cuanto a las aguas servidas, el Proyecto contempla usar el actual sistema de alcantarillado particular de SCL, el cual consiste en un sistema de evapo-transpiración. Como se indicó anteriormente, este sistema se encuentra autorizado por la autoridad sanitaria de la II Región.

Todo lo anterior, en cabal cumplimiento a la normativa vigente en esta materia, contenida básicamente en el Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 2.7.5 Requerimientos de Electricidad

Durante la etapa de operación del Proyecto no será requerida energía eléctrica adicional para el funcionamiento de las pozas de evaporación solar.

## 2.7.6 Requerimiento de Combustible

El combustible que será utilizado durante la etapa de operación del Proyecto corresponde a petróleo Diesel, el cual será utilizado principalmente en el abastecimiento de vehículos en general. Se estima que producto de la materialización de la primera etapa del Proyecto se incrementará el consumo de este combustible en aproximadamente 10 $m^3$ al mes y con la segunda en 8 $m^3$/mes.

SCL cuenta en el Salar con suministro de combustible en planta, operado por una empresa autorizada. Para ello, SCL cuenta con un estanque propio de 200 $m^3$ de capacidad, el cual cumple con la normativa vigente para el almacenamiento de combustibles líquidos destinados a consumos propios (Decreto Supremo Nº 379/86 del Ministerio de Economía).

## 2.7.7 Requerimiento de Transporte

El transporte en la etapa de operación está asociado al traslado de salmuera desde el Salar de Atacama hasta la Planta La Negra, en Antofagasta, además del transporte de insumos y personal.

Los siguientes cuadros resumen los requerimientos de transporte asociados a las etapas de operación del Proyecto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 2.8: Flujo vehicular asociado a la etapa de operación del Proyecto.**

| Actividad | Tipo de Vehículo | Viajes Etapa 1 | Viajes Etapa 2 | Total | Frecuencia |
|---|---|---|---|---|---|
| Transporte de Salmuera Concentrada | Camiones | 4 | 4 | 8 | Diaria |
| Transporte de trabajadores | Bus | 1 | 1 | 2 | Diaria |

Fuente: Elaboración propia.

## 2.7.8 Requerimiento de Recurso Humano

La mano de obra que deberá ser contratada para operar cada una de las etapas del Proyecto se estima en 12 personas y serán trabajadores principalmente de la comuna de San Pedro de Atacama, con residencia en la localidad de San Roque de Peine.

## 2.7.9 Medidas de Seguridad

Toda la maquinaria y herramientas que se utilicen durante la construcción del Proyecto, contará con la debida protección en sus partes móviles, transmisiones y puntos de operación para minimizar el eventual riesgo que puedan tener.

Dependiendo del tipo de labores, será obligatorio el uso de implementos de seguridad certificados (zapatos de seguridad, casco, guantes y antiparras donde corresponda).

En este sentido, SCL velará por el cabal cumplimiento de las exigencias en esta materia, contenidas en el Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud.

Es importante destacar que SCL cuenta con un Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad y con un Plan de Emergencia contra incendios, lluvias, sismos, entre otros, para todos sus trabajadores. En Anexo 2.2 y Anexo 2.3 se adjuntan copias de ambos documentos.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 2.8. ETAPA DE CIERRE

Las construcciones e instalaciones contempladas por el Proyecto tienen una vida útil de 30 años y formarán parte de las actuales instalaciones existentes en la Planta de SCL, ubicadas en el Salar de Atacama.

Consistente con lo anterior, el eventual cierre del Proyecto coincidirá con el abandono de las otras instalaciones de SCL existentes en el Salar de Atacama.

SCL presentó en el mes de febrero de 2009 al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) el respectivo Plan de Cierre de Faenas Mineras, a que se refiere el Decreto Supremo Nº 72/85 del Ministerio de Minería, Reglamento de Seguridad Minera, modificado posteriormente por el Decreto Supremo Nº 132/2002 del mismo ministerio.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 2.9. PRINCIPALES EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE

## 2.9.1 Emisiones Atmosféricas

### *2.9.1.1 Etapa de Construcción*

Las emisiones en la etapa de construcción corresponden principalmente a material particulado respirable (MP10) generado por los procesos de: excavación, relleno, carga y descarga, transporte de arcilla y cloruro de sodio, además de transporte de trabajadores a la zona del Proyecto.

Las emisiones totales asociadas a la etapa de construcción del proyecto se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.9: Emisiones atmosféricas asociadas a las etapas de construcción.**

| Contaminante | Emisión (ton) |
|---|---|
| CO | 12,60 |
| NOx | 178,75 |
| HCMN | 3,91 |
| MP10 | 509,53 |

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que todas las emisiones han sido sumadas para estimar el total de la etapa de construcción, a modo de considerar el peor escenario. Sin embargo, es necesario recalcar que la construcción de las pozas no se realiza de manera paralela, y la etapa de construcción completa se extiende por un período aproximado a dos años.

Sin perjuicio de lo anterior, SCL ha estimado oportuno comprometer la implementación de las siguientes medidas tendientes a evitar o minimizar las emisiones de polvo durante esta etapa:

- Humectación con salmuera de bischofita en los frentes de trabajo y áreas no pavimentadas por donde transitan los vehículos vinculados con la ejecución de la obra.
- Transporte de los materiales en camiones con carga cubierta.
- Control de velocidad al interior de la obra (máximo 50 km/hora).

.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

En Anexo 2.4 del presente capitulo se adjunta memoria de cálculo de estimación de emisiones asociadas a la etapa de construcción del Proyecto.

#### *2.9.1.2 Etapa de Operación*

Las emisiones generadas durante la etapa de operación corresponden principalmente a las generadas por tránsito vehicular de insumos y transporte de trabajadores.

Las emisiones totales asociadas a la etapa de operación del proyecto se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.10: Emisiones atmosféricas asociadas a la etapa de operación.**

| Contaminante | Emisión (ton/año) |
|---|---|
| CO | 0,21 |
| NOx | 7,15 |
| HCMN | 0,06 |
| MP10 | 9,00 |

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior las emisiones generadas por el Proyecto durante su etapa de operación son de baja magnitud por lo que su impacto es no significativo.

En Anexo 2.4 del presente capitulo se adjunta la memoria de cálculo de estimación de emisiones asociadas a la etapa de operación del Proyecto.

### 2.9.2 Efluentes Líquidos

#### *2.9.2.1 Etapa de Construcción*

En la etapa de construcción, el Proyecto generará únicamente aguas servidas producto del desarrollo de faena de la obra. Como se indicó anteriormente, el Proyecto contempla el uso del actual sistema particular de aguas servidas de la planta (autorizado por la autoridad sanitaria regional) y también de algunos baños químicos en los frentes de trabajo. La limpieza de estas últimas unidades y el manejo de sus efluentes, será encargado a una empresa autorizada por la autoridad sanitaria (SEREMI Salud de la II Región de Antofagasta) para realizar este tipo de servicio. Esta empresa deberá transportar y disponer dichos efluentes en lugares autorizados. Al respecto, SCL, en su calidad de titular del Proyecto, verificará el cabal cumplimiento de estos compromisos o exigencias.

En cuanto a la cantidad de aguas servidas a generar, si se considera que en promedio en la etapa de construcción se encontrarán aproximadamente 40 personas en la faena,

diariamente se generarán aproximadamente 4 $m^3$ de estas aguas (asumiendo un consumo promedio per-cápita de agua en la faena de 100 litros/día-persona).

Se estima que la mayor parte de los requerimientos sanitarios serán cubiertos por el actual sistema particular de tratamiento de aguas servidas de la planta de SCL, autorizado por la autoridad sanitaria. Una parte menor de estos requerimientos sanitarios será manejada a través de unidades de baños químicos en los sectores mas alejados.

#### *2.9.2.2 Etapa de Operación*

En la etapa de operación del Proyecto sólo se generarán aguas servidas domésticas. En efecto, el Proyecto no generará residuos industriales líquidos (las pozas de evaporación no generan ningún tipo de residuo industrial líquido).

En cuanto a las aguas servidas domésticas, el manejo y disposición de éstas, será de la misma forma en que se eliminan actualmente, mediante el sistema de evapo-transpiración, mencionado anteriormente y que se encuentra autorizado por la autoridad sanitaria.

### 2.9.3 Residuos Sólidos

#### *2.9.3.1 Etapa de Construcción*

En la etapa de construcción, los principales residuos sólidos generados por el Proyecto, serán los siguientes:

- Residuos sólidos industriales.
- Residuos sólidos domésticos (restos de comidas, papeles, cartones, etc.).
- En cuanto a los residuos sólidos industriales, se incluyen en esta categoría los materiales de embalaje, plásticos, etc., generadas durante la ejecución de la obra, los que serán reciclados en la misma instalación de SCL.
- Por su parte, los residuos sólidos domésticos consideran restos de comidas, papeles, cartones, plásticos, etc., residuos ligados esencialmente a la faena.

El cuadro siguiente resume las cantidades de residuos sólidos que generará el Proyecto durante la etapa de construcción, como también el sistema de almacenamiento en el predio de la instalación y el destino final de cada uno de ellos.

**Tabla 2.11: Manejo de residuos sólidos asociados a las Etapas de construcción.**

| Tipo de Residuos | Cantidad Generada | | | Almacenamiento Interno | Transporte | Destino Final |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | E1 | E2 | Total | | | |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Tipo de Residuos | Cantidad Generada E1 | E2 | Total | Almacenamiento Interno | Transporte | Destino Final |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuos sólidos industriales (toneladas) | 12-16 | 6 a 8 | 18-24 | Patio de salvataje | Camión | Reutilización por SCL |
| Residuos sólidos domésticos (kd/día) | 12 | 8 | - | Tambores (200 litros) | Camión recolector SCL. | Sitio de disposición autorizado existente en la planta de SCL |

E1: Etapa 1; E2: Etapa 2. Fuente: Elaboración propia.

Cabe indicar que el patio de salvataje de SCL se encuentra aprobado por la autorizada sanitaria (Resolución Exenta Nº 5351, de fecha 20 de octubre de 2002 del entonces Servicio de Salud de Antofagasta). Asimismo, SCL cuenta con un sitio autorizado para la disposición final de residuos sólidos orgánicos y descartes industriales (Resolución Exenta Nº 3737, de fecha 26 de agosto de 1997, también del entonces Servicio de Salud de Antofagasta).

### *2.9.3.2 Etapa de Operación*

Durante la operación del Proyecto los residuos sólidos domésticos se incrementarán en el equivalente a 12 personas.

Debido a las características del Proyecto, el único residuo sólido de carácter industrial a generar en la etapa de operación es el cloruro de sodio. Este residuo se almacenará en acopios que serán compactados mediante el tránsito de maquinaria pesada durante su formación. La humedad natural de las sales permite la formación de pilas estables, donde en 25 años SCL no ha observado impactos ambientales, lo que avala la hipótesis que estas sales no constituyen sustancias contaminantes.

A la fecha, la cantidad de cloruro de sodio acumulada en las dependencias de SCL, en el Salar, alcanza a aproximadamente 3,5 millones de toneladas. El Proyecto generará debido a la materialización del Proyecto un incremento en la tasa de disposición de aproximadamente 260.000 toneladas anuales y en la segunda etapa una tasa de disposición de 120.000 toneladas anuales. De esta forma, con el Proyecto, la tasa de disposición de cloruro de sodio total incluyendo los sistemas existentes será cercana a 745.000 toneladas anuales.

En la siguiente tabla se indica la generación diaria de residuos sólidos domésticos e industriales durante la etapa de operación del Proyecto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 2.12: Manejo de residuos sólidos asociados a las etapas de operación del Proyecto**

| Tipo de Residuos | Cantidad Generada | | | Almacenamiento Interno | Transporte | Destino Final |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | E1 | E2 | Total | | | |
| Residuos sólidos industriales (cloruro de sodio) (toneladas/año) | 260.000 | 120.000 | 540.000 | Sitio de disposición final | Camiones de SCL | Acopios internos |
| Residuos sólidos domésticos (kd/día) | 6 | 6 | - | Tambores (200 litros) | Camión recolector SCL. | Sitio de disposición autorizado existente en planta de SCL |

E1: Etapa 1; E2: Etapa 2.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.9.4 Ruido

### *2.9.4.1 Etapa de Construcción*

En la etapa de construcción, se generarán emisiones sonoras producto del uso de maquinaria y vehículos en la obra. Se estima que los niveles de ruido característicos de una faena constructiva, pueden fluctuar entre 70 y 80 dB(A) a 10 metros de las fuentes emisoras. Puntualmente podrían generarse niveles sonoros mayores (no más de 90 dB).

La siguiente tabla (segunda columna) indica los niveles de ruido que señala la Norma Británica (BS 5228/1984, parte 1) para algunos tipos de maquinaria utilizada en faenas constructivas.

**Tabla 2.13: Niveles de ruido de maquinarias utilizadas en faenas constructivas.**

| Maquinaria y Equipos Utilizados en Faenas Constructivas | Nivel Equivalente LEQ dB(A) (10 metros) (*) | Proyección Ruido (100 metros) (**) |
|---|---|---|
| Retroexcavadora | 82 | 62 |
| Cargador frontal | 85 | 65 |
| Motoniveladora | 80 | 60 |
| Camión tolva | 81 | 61 |
| Camión plano 10 toneladas | 81 | 61 |
| Camión aljibe 12 $m^3$ | 81 | 61 |
| Grúa 20 toneladas | 71 | 51 |
| Compresor portátil y accesorios 250 PSI | 83 | 63 |

Fuente: (*) Norma Británica BS 5228/1984, parte 1. (**) Atenuación Ruido (dB) = 20 x Log (Di/ Dr), donde:
Di: distancia de proyección “i” (en metros)
Dr: distancia de referencia “r” (en metros)

Con el objeto de verificar los niveles de ruido que se percibirán en los alrededores del Proyecto, se realizó una estimación o proyección de los niveles de ruido en un radio de 100 metros alrededor de la faena (por efecto de atenuación por distancia). Los resultados de esta proyección se resumen en la misma tabla anterior (tercera columna). Como se puede observar, los niveles de ruido a 100 metros del funcionamiento de cualquiera de las máquinas analizadas, se encuentra bajo el límite máximo permisible (70 dB para zonas industriales) que establece el Decreto Supremo Nº 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Corresponde destacar que en la zona donde se emplaza el Proyecto no existe población que pudiera ser afectada por las emisiones sonoras antes estimadas.

No obstante lo expuesto anteriormente, SCL velará por el cabal cumplimiento de la normativa relacionada a ruido. De este modo, SCL garantiza que se adoptarán todas las medidas de control de ruidos que aconsejan las mejores prácticas y técnicas constructivas.

Cabe señalar que los niveles sonoros antes indicados se manifestarán sólo durante la etapa de construcción del Proyecto. Asimismo, en la zona donde se emplazarán las pozas de evaporación, no existe población que pudiera ser afectada por tales emisiones. A lo anterior también corresponde agregar la atenuación por distancia que se produce en las ondas sonoras.

### *2.9.4.2 Etapa de Operación*

En la etapa de operación, el Proyecto no realizará actividades que generen niveles de ruido relevantes. En efecto, el funcionamiento del sistema de manejo de la salmuera en las pozas de evaporación se realiza principalmente por gravedad y puntualmente por bombas.

## 2.9.5 Emisión Lumínica

### *2.9.5.1 Etapa de Construcción*

Durante la etapa de construcción, el Proyecto no generará emisiones lumínicas. Las faenas constructivas se desarrollarán exclusivamente en horario diurno.

### *2.9.5.2 Etapa de Operación*

Durante la etapa de operación, el Proyecto no generará emisiones lumínicas adicionales en horario nocturno, debido a que los trabajos sólo se realizarán durante el día. Sin perjuicio de lo anterior la luminaria a instalar dará cumplimiento a la normativa aplicable en esta materia (Decreto Supremo Nº 686/99 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 2.9.6 Otras Formas de Energía

El Proyecto no contempla la generación de otras formas de energía o descargas al ambiente, en sus etapas de construcción y/u operación, además de los aspectos descritos en los puntos anteriores.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Anexos**

Anexo 2.1. Resolución Exenta Nº 0373 30 de Octubre 2008

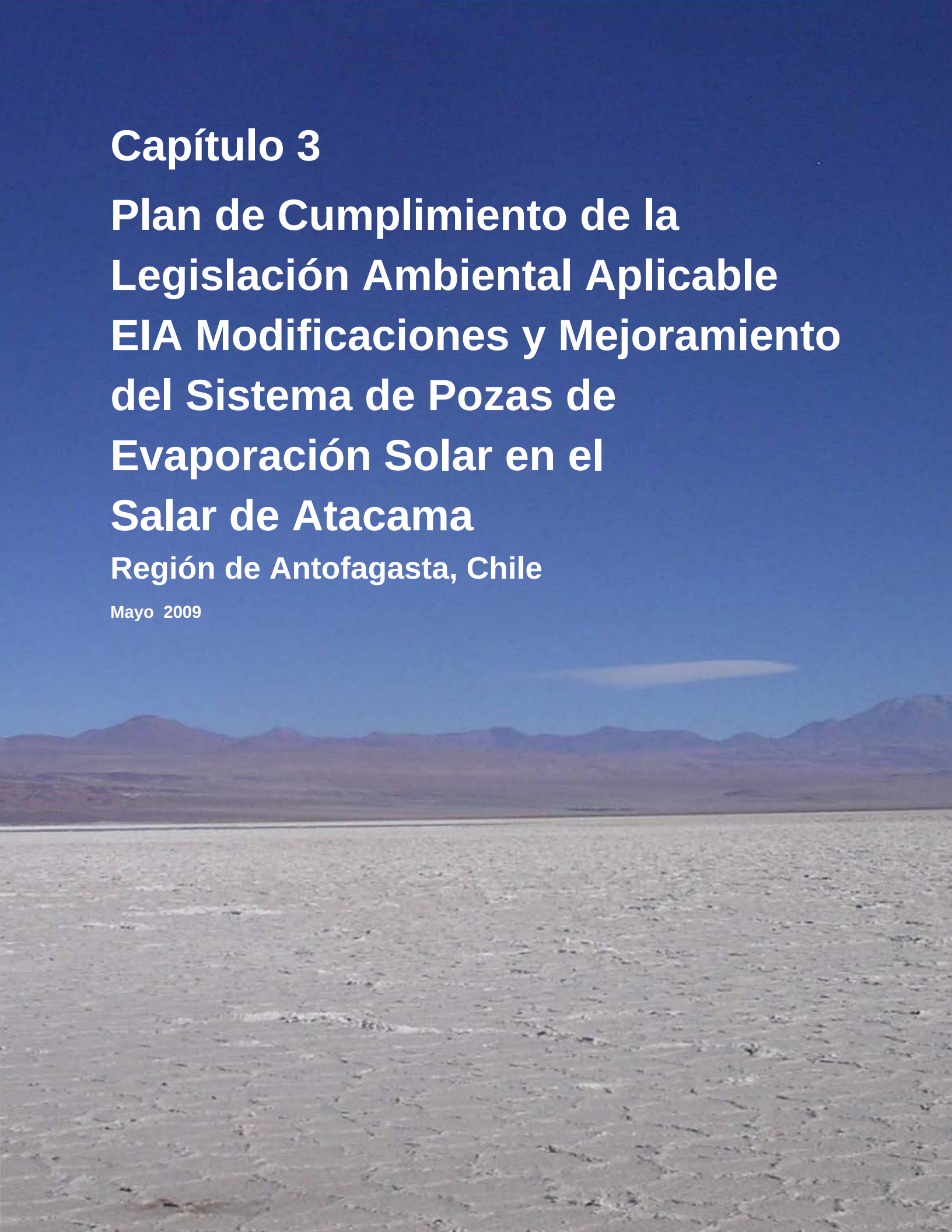
Anexo 2.2. Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad y Plan de Emergencia contra incendios, lluvias, sismos.

Anexo 2.3. Plan de Emergencia Interno

Anexo 2.4. Memoria de cálculo de estimación de emisiones atmosféricas



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl



# Capítulo 3

# Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

Mayo 2009

# ÍNDICE

**3. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE..... 3-1**

3.1. Introducción ..... 3-1
3.2. Normativa de Carácter General Aplicable al Proyecto..... 3-1
3.2.1 Constitución Política de la República de Chile ..... 3-1
3.2.2 Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente ..... 3-2
3.2.3 DS MINSEGPRES 95/2001 Reglamento del SEIA..... 3-3
3.3. Normas de Carácter Específico Aplicable al Proyecto..... 3-3
3.3.1 Aire ..... 3-3
3.3.1.1 DS MINSAL 144/1961, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes de Cualquier Naturaleza..... 3-3
3.3.2 Biodiversidad..... 3-4
3.3.2.1 DS MINSEGPRES 757/2004 Procedimiento Clasificación de Especies..... 3-4
3.3.2.2 Ley 4.601 sobre Caza y DS Agricultura 05/1998, Reglamento de la Ley de Caza..... 3-5
3.3.2.3 Resolución DGA 87/2006, Modifica Resolución DGA Nº 529 de 2003 en el Sentido de Actualizar Identificación y Delimitación de Acuíferos que Alimentan Vegas y Bofedales de la II Región de Antofagasta ..... 3-6
3.3.3 Ruido ..... 3-6
3.3.3.1 DS MINSEGPRES 146/1998, Reglamento Sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas. ..... 3-6
3.3.4 Suelo ..... 3-7
3.3.4.1 DFL 458/1976 MINVU Ley General de Urbanismo y Construcciones y DS 47/1992 MINVU Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones..... 3-7
3.3.5 Derechos Indígenas ..... 3-8
3.3.5.1 Decreto Supremo Ministerio RREE Nº 236/2008, promulga el Convenio Nº 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo 3-8
3.3.5.2 Ley 19.253 sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas. ..... 3-10
3.3.6 Patrimonio Cultural..... 3-10
3.3.6.1 Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales..... 3-10
3.3.7 Residuos Sólidos Domésticos y Asimilables a Domésticos ..... 3-11
3.3.7.1 Código Sanitario..... 3-11
3.3.7.2 DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo ..... 3-12
3.3.8 Residuos Mineros..... 3-12
3.3.8.1 Reglamento de Seguridad Minera..... 3-12
3.3.9 Residuos Peligrosos..... 3-13
3.3.9.1 DS MINSAL 148/2004, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos 3-13
3.3.10 Residuos Líquidos..... 3-14
3.3.10.1 Código Sanitario..... 3-14
3.3.10.2 DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo..... 3-14



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

3.3.11 Sustancias Peligrosas ..... 3-15
3.3.11.1 DS MINECON 379/1986 Reglamento sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo, Destinados a Consumos Propios ..... 3-15
3.3.11.2 DS MINECON 90/1996 Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo ..... 3-16
3.3.11.3 DS MINECON 1314/1955 (NCh 387 Of. 55) ..... 3-16
3.3.11.4 DS MINECON 1314/1955 (NCh 388 Of. 55) ..... 3-16
3.3.11.5 DS MOP 1164/1974 (NCh 389 Of. 74) ..... 3-17
3.3.11.6 DS MTT 90/1993 (NCh 2190 Of. 93) ..... 3-17
3.3.12 Infraestructura Vial ..... 3-18
3.3.12.1 Ley 18.290 de Tránsito, DFL MOP 850/1997 ..... 3-18
3.3.13 Contaminación Lumínica ..... 3-18
3.3.13.1 DS MINECON 686/1998 Establece Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica ..... 3-18
3.4. Permisos Ambientales Sectoriales ..... 3-19
3.4.1 Apilamiento de Residuos Mineros ..... 3-19
3.4.2 Disposición Final de Residuos ..... 3-20
3.4.3 Cambio Uso de Suelo ..... 3-20



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

# 3. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE

## 3.1. Introducción

## 3.2. Normativa de Carácter General Aplicable al Proyecto

### 3.2.1 Constitución Política de la República de Chile

La Constitución Política de la República recogió la preocupación por la temática ambiental consagrando un derecho fundamental a vivir en un medio ambiente de libre contaminación, garantizado por medio de la acción constitucional de protección. Asimismo establece el deber del Estado de velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza, autorizando restricciones legales específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente. De esta forma, en nuestro ordenamiento jurídico a nivel constitucional se encuentran las bases para una concepción de desarrollo sustentable, al intentar hacer compatibles con la protección del medio ambiente el derecho de propiedad, la libertad para adquirir toda clase de bienes, el derecho a desarrollar cualquier actividad económica lícita, la igualdad ante la ley y el derecho a no ser discriminado por el Estado o sus organismos en materia económica, todos ellos igualmente tutelados jurisdiccionalmente, y al amparo de los cuáles los titulares asumen sus correspondientes proyectos de inversión o actividades.

En relación con el proyecto, cabe hacer presente que el titular se ajustará a las disposiciones constitucionales, ejerciendo los derechos, cumpliendo las obligaciones que le corresponden y respetando las normas legales que regulan la actividad económica bajo evaluación ambiental.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 3.2.2 Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

La Ley 19.300 establece el marco jurídico general por medio del cual se regula el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, estableciendo una serie de instrumentos de gestión ambiental, tales como normas de calidad ambiental, normas de emisión, planes de prevención y de descontaminación, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, entre otros.

En relación con el proyecto, el Párrafo 2 del Título II regula el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, estableciendo en su artículo 10 un listado de proyecto o actividades que deben someterse a evaluación ambiental con anterioridad a su ejecución, los cuales se detallan en el artículo 3 del Reglamento del SEIA. Entre ellos se encuentran:

> *i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda.*
>
> *p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santurios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos que la legislación lo permita.*

El proyecto, en términos generales, consiste en la construcción de una nueva superficie de evaporación solar de 510 ha., a continuación de las actuales instalaciones de SCL, aumentando de esta forma la extracción de salmuera en 600 lps por sobre la actual de 142 lps. Asimismo, el proyecto se emplaza dentro de una Zona de Interés Turístico, declarada por medio de la Resolución Exenta Nº 775/2002 del Servicio Nacional de Turismo, que para efectos de determinar su ingreso al SEIA constituye un área bajo protección oficial.

De este modo, el proyecto se encuentra sujeto a evaluación ambiental previa a su ejecución, motivo por el cual se ingresa al SEIA. Respecto a la forma de ingreso al SEIA, la Ley 19.300 admite dos medios: la Declaración de Impacto Ambiental y el Estudio de Impacto Ambiental, según los efectos, características o circunstancias que genere el proyecto, de acuerdo a los criterios establecidos en el artículo 11 de la Ley 19.300, análisis que se presenta en el capítulo 4 de este EIA.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 3.2.3 DS MINSEGPRES 95/2001 Reglamento del SEIA

El DS MINSEGPRES 95/2001 reglamenta el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, detallando las características de los proyectos o actividades que de acuerdo al artículo 10 de la Ley 19.300 deben ingresar al SEIA, precisando los criterios bajo los cuales un proyecto que ingresa al SEIA debe presentar un EIA, estableciendo el procedimiento administrativo de evaluación ambiental e identificando los permisos ambientales sectoriales cuya tramitación debe iniciarse en el contexto de la evaluación ambiental del proyecto.

## 3.3. Normas de Carácter Específico Aplicable al Proyecto

A continuación se presenta la normativa ambiental específica aplicable al Proyecto "Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama", identificada en relación a sus características ambientales, según componente ambiental o contaminante, señalando su relación con el proyecto, las obligaciones que establece para el titular, la forma de cumplimiento y el órgano encargado de su fiscalización.

### 3.3.1 Aire

#### *3.3.1.1 DS MINSAL 144/1961, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes de Cualquier Naturaleza*

##### *Contenido*

En términos generales establece la obligación de captar o eliminar los gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquiera naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, en términos tales que no causen peligros, daños o molestias al vecindario.

##### *Fiscalización*

La fiscalización compete a la Autoridad Sanitaria.

##### *Relación con el Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Las emisiones atmosféricas, tanto en la etapa de construcción como operación se refieren fundamentalmente a material particulado y gases de combustión, los que se



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

encuentran asociados al funcionamiento de motores Diesel de la maquinaria y los camiones de la obras, como asimismo al movimiento de maquinaria.

En cuanto a los gases de combustión, se dará cumplimiento a las normas de emisión establecidas para este tipo de fuente emisoras. En cuanto a las emisiones de material particulado, se implementarán durante el período de construcción las siguientes medidas:

- Humectación con salmuera de bishofita en los frentes de trabajo y áreas no pavimentadas por donde transitan los vehículos asociados a la ejecución de obras.
- Transporte de los materiales en camiones con carga cubierta.
- Control de velocidad al interior de la obra (máximo 50 km/h).

### 3.3.2 Biodiversidad

#### *3.3.2.1 DS MINSEGPRES 757/2004 Procedimiento Clasificación de Especies*

*Contenido*

El artículo 37 de la Ley 19.300 dispone que un reglamento fijará el procedimiento para clasificar la flora y fauna silvestres según su estado de conservación. Dicho reglamento se dictó por medio del D.S. MINSEGPRES 75/2004, y reconoce las siguientes categorías de conservación: extinguida (extinta), en peligro de extinción, vulnerable, insuficientemente conocida, fuera de peligro y rara.

En virtud de dichas normas, se han iniciado a la fecha cuatro procesos de clasificación de especies. El primero de ellos concluyó mediante la dictación del D.S. MINSEGPRES 151/2006, que oficializa la Primera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, que se refiere a 33 especies. El segundo proceso de clasificación concluyó con la dictación del D.S. MINSEGPRES 50/2008 y el tercero por medio del D.S. MINSEGPRES 51/2008. Por último, cabe hacer presente que por medio de Resolución Exenta 74/2008 de la Dirección Ejecutiva de CONAMA se sometió a consulta pública la clasificación de 133 especies.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Relación con el Proyecto y Forma de Cumplimiento*

En el área de influencia del proyecto se identificaron 9 especies en categoría de conservación, ya sea de acuerdo a los listados oficiales instruidos por CONAMA o según listados disponibles en la literatura especializada. Dichos listados fueron considerados para determinar los efectos sobre la biodiversidad según se expone en el capítulo 4 de este EIA, y se concluye que ellas no se verán afectadas por ninguna obra asociada al proyecto.

## *3.3.2.2 Ley 4.601 sobre Caza y DS Agricultura 05/1998, Reglamento de la Ley de Caza*

### *Contenido*

Esta ley regula la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y los recursos hidrobiológicos, cuya preservación se rige por la ley N° 18.892, General de Pesca y Acuicultura. Asimismo, regula la caza o captura de mamíferos anfibios de la fauna silvestre, prohibiendo en todo el territorio nacional la caza o captura de ejemplares de la fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como la de las especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas.

Se prohíbe, asimismo, en toda época, levantar nidos, destruir madrigueras o recolectar huevos y crías, con excepción de los pertenecientes a las especies declaradas dañinas, prohibiendo la venta de animales silvestres provenientes de faenas de caza o captura, así como de sus productos, subproductos y partes, obtenidos en contravención a las normas de esta ley. Se prohíbe la caza o la captura en reservas de regiones vírgenes, parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, santuarios de la naturaleza, áreas prohibidas de caza, zonas urbanas, líneas de ferrocarriles, aeropuertos, en y desde caminos públicos y en lugares de interés científico y de aposentamiento de aves guaníferas.

### *Fiscalización*

Servicio Agrícola y Ganadero.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

*Relación con el Proyecto y Forma de Cumplimiento*

En el área de influencia del proyecto se identificaron 9 especies en categoría de conservación de acuerdo al listado de la ley de caza, los cuales fueron considerados para determinar los efectos sobre la biodiversidad según se expone en el capítulo 4 de este EIA, y se concluye que ellas no se verán afectadas por ninguna obra asociada al proyecto.

#### *3.3.2.3 Resolución DGA 87/2006, Modifica Resolución DGA Nº 529 de 2003 en el Sentido de Actualizar Identificación y Delimitación de Acuíferos que Alimentan Vegas y Bofedales de la II Región de Antofagasta*

*Contenido*

Identifica y Delimita los acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la II Región de Antofagasta.

*Fiscalización*

Dirección General de Aguas.

*Relación con el Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El Proyecto se ubica próximo a la Laguna Brava, La Punta, Salada, Saladita e Interna, acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la Región de Antofagasta, identificadas por la Resolución DGA 87/2006, motivo por el cual requiere ingresar al SEIA por medio de un EIA según se da cuenta en el capitulo 4.

### 3.3.3 Ruido

#### *3.3.3.1 DS MINSEGPRES 146/1998, Reglamento Sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas.*

*Contenido*

Establece la Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, determinando el nivel de ruido máximo, en función del lugar de emplazamiento del



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

receptor, distinguiendo estándares aplicables a zonas urbanas y zonas rurales. Dentro de las primeras, además, se distinguen estándares según los usos permitidos por el Plan Regulador Comunal.

### *Fiscalización*

Autoridad Sanitaria.

### *Relación con el Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Durante la etapa de construcción, el ruido se encontrará asociado al uso de maquinaria y vehículos en obra. Se estima que los niveles de ruido serán los característicos de una faena constructiva, cumpliéndose el estándar ambiental establecido en la norma para zonas rurales. No obstante lo anterior, se adoptarán las medidas de control de ruidos que aconsejan las mejores prácticas y técnicas constructivas.

Durante la etapa de construcción, atendida la naturaleza y ubicación del proyecto, no se prevén emisiones de ruidos molestos significativos.

## 3.3.4 Suelo

### *3.3.4.1 DFL 458/1976 MINVU Ley General de Urbanismo y Construcciones y DS 47/1992 MINVU Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*

### *Contenido*

Establecen las normas sobre planificación territorial, urbanización y construcción. En particular, el artículo 55 de la LGUC señala que *fuera de los límite urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquellas que fueren necesarias para la explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores, [...].* Sin perjuicio de lo anterior, en dicho artículo, en sus incisos 3 y 4, se faculta al Ministerio de Agricultura para autorizar el emplazamiento de actividades ajenas a la agricultura, conocido como “cambio de uso de suelo”, el cual se encuentra identificado en el artículo 96 del Reglamento del SEIA con permiso ambiental sectorial.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

*Fiscalización*

I. Municipalidad de San Pedro de Atacama.

*Aplicación al Proyecto y Forma de Cumplimiento*

De acuerdo al Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama, aprobado por medio de Resolución Nº 25/1998 del Gobierno Regional de Antofagasta, el proyecto se emplaza fuera del límite urbano, por lo que requiere del permiso ambiental sectorial identificado en el artículo 96 del Reglamento del SEIA, cuyos antecedentes se presentan en el Anexo 1 (Cambio de Uso de Suelo-PAS 96).

### 3.3.5 Derechos Indígenas

#### *3.3.5.1 Decreto Supremo Ministerio RREE Nº 236/2008, promulga el Convenio Nº 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo*

*Contenido*

El Convenio Nº 169 de la OIT establece el marco de referencia para la definición de políticas y el establecimiento de un marco legal referido a los derechos indígenas.

Como orientaciones de política general, establece que los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad. Asimismo, deberán adoptar las medidas especiales que se precisen para salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, las culturas y el medio ambiente de los pueblos interesados.

Entre los deberes que se establecen para la aplicación del Convenio, se encuentran las siguientes:

a) Reconocimiento y protección de los valores y prácticas sociales, culturales, religiosos y espirituales propios de pueblos indígenas y tomar debidamente en consideración la índole de los problemas que se les plantean tanto como colectiva como individualmente;

b) Respecto a la integridad de los valores, prácticas e instituciones de dichos pueblos;



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

c) Adopción, con la participación y cooperación de los pueblos interesados, medidas encaminadas a allanar las dificultades que experimenten dichos pueblos al afrontar nuevas condiciones de vida y de trabajo;

d) Consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos adecuados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente;

e) Establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, al menos en la misma medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan;

f) Establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin.

Dentro de las materias específicas respecto de las cuales definen orientaciones, se encuentran, entre otras, las siguientes:

• Tierras, en especial el respeto a la importancia especial que para las culturas y valores espirituales de los pueblos interesados reviste su relación con las tierras o territorios, o con ambos, según los casos, que ocupan o utilizan de alguna otra manera, y en particular los aspectos colectivos de esa relación.

• Contratación y condiciones de empleo

• Formación de profesional, artesanía e industrias rurales

• Seguridad Social y Salud

• Educación y Medio de Comunicación

### *Fiscalización*

Obliga al Estado de Chile, por lo tanto los organismos públicos deberán cumplir la normativa que se dicte en función a este Convenio.

### *Aplicación al Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Si bien los tratados internacionales no establecen obligaciones para particulares, cabe hacer presente que el señalado Convenio aún no ha entrado en vigencia, lo cual ocurrirá en septiembre de 2009. No obstante ello, el proyecto ha considerado los criterios contenidos en este instrumento internacional.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

#### *3.3.5.2 Ley 19.253 sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas.*

*Contenido*

Establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de las etnias indígenas, estableciendo mecanismos de protección de tierras indígenas y autorizaciones para enajenarlas o gravarlas, así como la participación que tienen las organizaciones indígenas ante la ejecución de un proyecto de infraestructura.

*Fiscalización*

CONADI.

*Aplicación al Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El área más cercana es la localidad de Peine, a 27 Km. de las instalaciones de SCL, donde habita la Comunidad Indígena Lickan Antai (atacameña). Asimismo, el proyecto se ubica dentro del Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande, declarada por medio del DS MIDEPLAN Nº 70/1997. No obstante, cabe hacer presente que las instalaciones de SCL son previas a dicha declaración y en este sentido formaron parte de los antecedentes que la autoridad tuve en consideración en su oportunidad. Además, atendida las características del proyecto y la circunstancia que se emplaza dentro de las instalaciones de SCL, no se prevén impactos relevantes.

### 3.3.6 Patrimonio Cultural

#### *3.3.6.1 Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales*

*Contenido*

La Ley 17.288 señala que son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes, las piezas u objetos antropoarqueológicos, 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 a la ciencia; los santuarios de la naturaleza; los monumentos, estatuas, columnas, pirámides, fuentes, placas, coronas, inscripciones y, en general, los objetos que estén destinados a permanecer en un sitio público, con carácter conmemorativo. Para estos



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

efectos distingue entre las siguientes categorías de Monumentos Nacionales: Monumento Histórico, Monumento Público, Monumentos Arqueológicos, Zona Típica o Pintoresca y Santuario de la Naturaleza.

Asimismo, dispone en su artículo 26 que en el evento que al hacer excavaciones en cualquier punto del territorio nacional y con cualquier finalidad, se encontraren ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter histórico, antropológico, arqueológico o paleontológico, se debe denunciar inmediatamente el descubrimiento al Gobernador Provincial, quien ordenará a Carabineros que se haga responsable de su vigilancia hasta que el Consejo de Monumentos Nacionales se haga cargo de él

### *Fiscalización*

La fiscalización corresponde al Consejo de Monumentos Nacionales.

### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Si bien dentro del área de influencia no se identificaron Monumentos Nacionales, en caso que durante las excavaciones asociadas a diversas obras del proyecto se encuentren objetos de interés patrimonial de aquellos a que se refiere la Ley 17.288 se denunciará oportunamente a la Autoridad a fin de implementar las medidas que correspondan.

## 3.3.7 Residuos Sólidos Domésticos y Asimilables a Domésticos

### *3.3.7.1 Código Sanitario*

### *Contenido*

En sus artículo 79 y 80 establece que corresponde a la Autoridad Sanitaria autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicio de cualquier clase, determinando las condiciones sanitarias y de seguridad que deben cumplir para evitar molestia o peligro para la salud de la comunidad o del personal que trabaje en estas faenas. La autorización de la Autoridad Sanitaria se encuentra identificada en el artículo 93 del Reglamento del SEIA como permiso ambiental sectorial.

### *Fiscalización*

Corresponde a la Autoridad Sanitaria.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

*Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Los residuos sólidos asociados al proyecto que no sean reutilizados serán dispuestos dentro de las instalaciones de SCL, según las autorizaciones vigentes con las que cuenta la planta.

El único residuo sólido industrial que general el proyecto es cloruro de sodio (halita), el cual será dispuesto en acopios que serán compactados mediante el tránsito de maquinaria pesada durante su construcción. Los antecedentes requeridos para el otorgamiento del Permiso Ambiental Sectorial del artículo 93 del Reglamento del SEIA se presentan en el Anexo 2 (Almacenamiento de Residuos-PAS 93)

#### *3.3.7.2 DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo*

*Contenido*

Establece en su artículo 18 que la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo, deberá contar con autorización sanitaria.

*Fiscalización*

Autoridad Sanitaria.

*Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Los residuos industriales que generará el proyecto corresponden a asimilables a domésticos, por lo que serán dispuestos dentro de las instalaciones de SCL, según las autorizaciones vigentes de la Planta.

### 3.3.8 Residuos Mineros

#### *3.3.8.1 Reglamento de Seguridad Minera*

*Contenido*

El DS MINERIA 72/1935, Reglamento de Seguridad Minera, cuyo texto refundido, sistematizado y coordinado fue fijado por el DS MINERIA 132/2002, establece en su artículo 339 que los botaderos de estériles y la acumulación de mineral se establecerán de acuerdo a un proyecto que la empresa deberá presentar al Servicio

Nacional de Geología y Minería para su revisión y aprobación, de tal modo que se garantice su estabilidad y contenga las máximas medidas de seguridad tanto en su construcción como crecimiento. Juntamente a ello, dicha disposición exige la presentación del respectivo plan de cierre.

Esta autorización se encuentra identificada en el artículo 88 del Reglamento del SEIA como permiso ambiental sectorial.

### *Fiscalización*

Servicio Nacional de Geología y Minería.

### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El único residuo sólido industrial que general el proyecto es cloruro de sodio (halita), el cual será dispuesto en acopios que serán compactados mediante el tránsito de maquinaria pesada durante su construcción. Los antecedentes requeridos por el artículo 88 del Reglamento del SEIA para el permiso ambiental sectorial asociado a estas obras se presentan en el Anexo 3.3 (Apilamiento Minero-PAS 88).

En el plan de cierre que se presente oportunamente a SERNAGEOMIN se incorporaran los criterios ambientales para estas obras en la presente evaluación ambiental.

## 3.3.9 Residuos Peligrosos

### *3.3.9.1 DS MINSAL 148/2004, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos*

### *Contenido*

Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

### *Fiscalización*

Autoridad Sanitaria.

### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Los residuos peligrosos asociados al proyecto se almacenaran en las instalaciones actuales de SCL, las cuales cuentan con las autorizaciones respectivas.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 3.3.10 Residuos Líquidos

### *3.3.10.1 Código Sanitario*

#### *Contenido*

En su artículo 71 b) establece que corresponde al Servicio Nacional de Salud (actual SEREMI de Salud) aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales o mineros. Dicha autorización se encuentran identificada en el artículo 91 del Reglamento del SEIA como permiso ambiental sectorial.

#### *Fiscalización*

Autoridad Sanitaria.

#### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Los residuos líquidos del proyecto se encuentran asociados a aguas servidas, las cuales serán tratadas dentro de las instalaciones de SCL, donde se encuentran autorizadas plantas de tratamiento con la capacidad suficiente para recibir el aumento en la generación de aguas servidas que implicará el proyecto.

### *3.3.10.2 DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo*

#### *Contenido*

Establece normas finando las condiciones sanitarias en lugares de trabajo, regulando materias tales como provisión de agua potable, disposición de residuos, servicios higiénicos, guardarropías y comedores. En particular prohíbe expresamente incorporar a las napas de agua subterránea de los subsuelos o arrojar en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas, embalses o en masas o en cursos de agua en general, los relaves industriales o mineros o las aguas contaminadas con productos tóxicos de cualquier naturaleza, sin ser previamente sometidos a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriba en cada caso la autoridad sanitaria.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

*Fiscalización*

Autoridad Sanitaria.

*Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

Los residuos líquidos del proyecto se encuentran asociados a aguas servidas, las cuales serán tratadas dentro de las instalaciones de SCL, donde se encuentran autorizadas plantas de tratamiento con la capacidad suficiente para recibir el aumento en la generación de aguas servidas que implicará el proyecto.

## 3.3.11 Sustancias Peligrosas

### *3.3.11.1 DS MINECON 379/1986 Reglamento sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo, Destinados a Consumos Propios*

*Contenido*

Establecen las medidas de seguridad que se deben adoptar para evitar, en lo posible, los riesgos derivados del almacenamiento y manejo de combustibles líquidos derivados del petróleo.

*Fiscalización*

Corresponde a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

*Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El proyecto dará estricto cumplimiento a las medidas de seguridad establecidas en la normativa asociada al almacenamiento y manipulación de combustibles, y se declarará oportunamente a SEC los estanques de combustible.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *3.3.11.2 DS MINECON 90/1996 Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo*

#### *Contenido*

Establece normas referidas a aspectos básicos de diseño, construcción y operación, Plan de Emergencia, Reglamento Interno de Seguridad y comunicación previa a la puesta en servicio del almacenamiento de combustible a la SEC.

#### *Fiscalización*

Corresponde a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

#### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El proyecto dará estricto cumplimiento a las medidas de seguridad establecidas y documentación requeridas por el DS MINECON 90/1996, y se declarará oportunamente a SEC los estanques de combustible.

### *3.3.11.3 DS MINECON 1314/1955 (NCh 387 Of. 55)*

#### *Contenido*

Establece medidas de seguridad en el empleo y manejo de materias inflamables.

#### *Fiscalización*

Corresponde a la Superintendencia de Electricidad y Comsbutibles (SEC).

#### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El empleo y manejo de materias inflamables se realizará con estricto cumplimiento de la norma.

### *3.3.11.4 DS MINECON 1314/1955 (NCh 388 Of. 55)*

#### *Contenido*

Establece las medidas de seguridad que deben adoptarse para prevenir o extinguir incendios y explosiones en depósitos de materias inflamables y explosivas.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Fiscalización*

Corresponde a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El proyecto dará estricto cumplimiento a la norma referida.

## *3.3.11.5 DS MOP 1164/1974 (NCh 389 Of. 74)*

### *Contenido*

Establece medidas generales de seguridad que deben adoptarse en el almacenamiento de sustancias inflamables que se encuentren en estado sólido, líquido o gaseoso.

### *Fiscalización*

Corresponde a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El proyecto dará estricto cumplimiento a la norma referida.

## *3.3.11.6 DS MTT 90/1993 (NCh 2190 Of. 93)*

### *Contenido*

Establece disposiciones sobre los distintivos de seguridad con que deben identificarse los riesgos que presentan las sustancias peligrosas. Incluye disposiciones sobre características de las marcas, etiquetas y rótulos, uso de ellos, excepciones en el uso y lugares en que deben ser colocados.

### *Fiscalización*

Carabineros de Chile, Inspectores Fiscales y Municipales.

### *Aplicación al Proyecto y Forma de Cumplimiento*

La identificación de las sustancias peligrosas que se manejen y generen durante las diversas etapas del proyecto se realizará con estricto cumplimiento de las especificaciones establecidas en esta norma.

## 3.3.12 Infraestructura Vial

### *3.3.12.1 Ley 18.290 de Tránsito, DFL MOP 850/1997*

#### *Contenido*

Establece que los vehículos deberán reunir las características técnicas de construcción, dimensiones y condiciones de seguridad, comodidad, presentación y mantenimiento que establezca el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, y no podrán exceder los pesos máximos permitidos por el Ministerio de Obras Públicas. No obstante, en casos excepcionales debidamente calificados, y tratándose de cargas indivisibles, la Dirección de Vialidad se encuentra facultada para autorizar la circulación de vehículos que excedan las dimensiones o pesos establecidos como máximos, con las precauciones que en cada caso se disponga.

#### *Fiscalización*

Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, Carabineros de Chile.

#### *Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

En caso que sea necesario el titular solicitará oportunamente a la Dirección Regional de Vialidad las autorizaciones para transportar equipos con sobre dimensión y/o sobrepeso.

## 3.3.13 Contaminación Lumínica

### *3.3.13.1 DS MINECON 686/1998 Establece Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica*

#### *Contenido*

El DS MINECON 686/1998, con el objeto de prevenir la contaminación lumínica de los cielos nocturnos de la II, III y IV Región, establece la cantidad máxima permitida de emisión lumínica hacia los cielos nocturnos, medida en el efluente de la fuente emisora.

#### *Fiscalización*

Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Municipalidades.

*Aplicación del Proyecto y Forma de Cumplimiento*

El proyecto no requerirá luminaria adicional, por cuanto los trabajos se realizarán en horario diurno. No obstante lo anterior, cabe hacer presente que las actuales instalaciones de SCL dan estricto cumplimiento a la norma.

## 3.4. Permisos Ambientales Sectoriales

A continuación se presentan los permisos ambientales sectoriales identificados para el desarrollo del proyecto "Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama", indicando las obras o actividades que requieren de la autorización respectiva y presentando los antecedentes técnicos requeridos por el Reglamento del SEIA.

### 3.4.1 Apilamiento de Residuos Mineros

Artículo 88.- En el permiso para establecer un apilamiento de residuos mineros a que se refiere el inciso 2º del artículo 233 y botaderos de estériles a que se refiere el artículo 318, ambos del D.S. Nº 72/85 del Ministerio de Minería, Reglamento de Seguridad Minera, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en el presente artículo.

En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas apropiadas para el adecuado drenaje natural o artificial, que evite el arrastre del material depositado, para lo que será necesario presentar la descripción del plan indicando:

a) Suelo, considerando la descripción del uso del suelo, de su capacidad de uso, clasificación según aptitud y características edafológicas. Además deberá indicarse si se encuentra regulado por algún instrumento de planificación territorial o si forma parte de un área bajo protección oficial.

b) Subsuelo, considerando su estratigrafía y permeabilidad.

c) Calidad del aire, clima y/o meteorología, considerando niveles de material particulado y otros contaminantes atmosféricos relevantes, así como temperatura, humedad, precipitaciones y vientos.

d) Geología y geomorfología, considerando riesgos de remoción en masa, volcánicos, geomorfológicos y sísmicos, en relación a estructuras geológicas, así como las condiciones de superficie.

e) Hidrogeología e hidrología, considerando la eventual perturbación de flujos de agua subterránea o superficiales, ya sea por contaminación o por uso, incluyendo un plano de la hoya hidrográfica involucrada, que contenga la identificación de zonas habitadas.

### 3.4.2 Disposición Final de Residuos

Artículo 93.- En los permisos para la construcción, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase; o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, a que se refieren los artículos 79 y 80 del D.F.L. Nº 725/67, Código Sanitario, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en el presente artículo. En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

a) Aspectos Generales:

a.1. Definición del tipo de tratamiento.

a.2. Localización y características del terreno.

a.3. Caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos.

a.4. Obras civiles proyectadas y existentes.

a.5. Vientos predominantes.

a.6. Formas de control y manejo de material particulado, de las emisiones gaseosas, de las partículas de los caminos de acceso e internos que se pretenda implementar, y de olores, ruidos, emisiones líquidas y vectores.

a.7. Características hidrológicas e hidrogeológicas.

a.8. Planes de prevención de riesgos y planes de control de accidentes, enfatizando las medidas de seguridad y de control de incendios, derrames y fugas de compuestos y residuos.

a.9. Manejo de residuos generados dentro de la planta.

### 3.4.3 Cambio Uso de Suelo

Artículo 96.- En el permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento a algún sector rural, o habilitar un balneario o campamento turístico; o para las construcciones

industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones, fuera de los límites urbanos, a que se refieren los incisos 3º y 4º del artículo 55 del D.F.L. Nº 458/75 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en el presente artículo.

En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas y/o condiciones ambientales adecuadas, en consideración a:

a) la pérdida y degradación del recurso natural suelo, y

b) que no se generen nuevos núcleos urbanos al margen de la planificación urbana-regional.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Anexos**

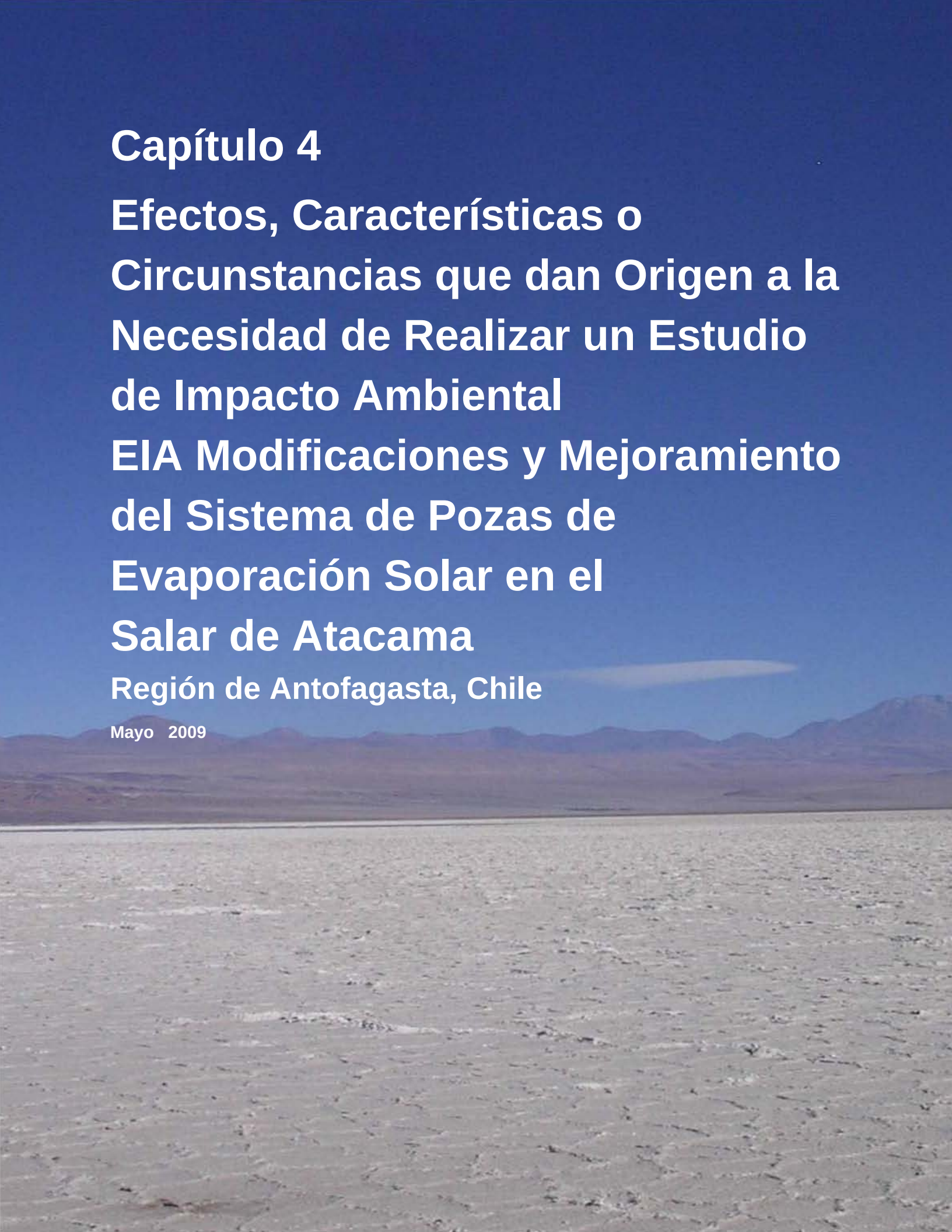
Anexo 3.1. PAS-96. Cambio de uso de Suelo.

Anexo 3.2. PAS-93. Almacenamiento de Residuos.

Anexo 3.3. PAS-88. Apilamiento de Residuos.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl



# Capítulo 4

# Efectos, Características o Circunstancias que dan Origen a la Necesidad de Realizar un Estudio de Impacto Ambiental

# EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

**Mayo 2009**

# ÍNDICE

**4. DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL..... 4-1**

4.1. Introducción..... 4-1
4.2. Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos. ..... 4-2
4.3. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire..... 4-4
4.4. Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos..... 4-8
4.5. Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar. ..... 4-10
4.6. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona..... 4-11
4.7. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. ..... 4-12
4.8. Conclusión..... 4-13



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 4. DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE LOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## 4.1. Introducción

De conformidad a lo dispuesto en el artículo 12 e) del Reglamento del SEIA, en el Estudio de Impacto Ambiental se debe indicar, en forma pormenorizada, aquellas características, efectos o circunstancias del proyecto sujeto a evaluación ambiental relevantes, de acuerdo a los criterios definidos en el artículo 11 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, los cuales se encuentran desarrollados en el título II del referido Reglamento.

El artículo 11 de la Ley 19.300 establece que:

*Los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán de la elaboración de un EIA, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:*

*a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.*

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

*c) Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.*

*d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.*

*e) Alteración significativa en términos de magnitud o duración del valor paisajístico o turístico de una zona.*

*f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.*

A continuación se analizan pormenorizadamente los efectos, características o circunstancias del proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

Evaporación Solar en el Salar de Atacama" según los criterios establecidos en el Reglamento del SEIA.

## 4.2. Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.

De acuerdo al artículo 5 del Reglamento del SEIA, para efectos de analizar el riesgo para la salud de la población se deben considerar los siguientes criterios:

**a) Lo establecido en las normas primarias de calidad ambiental y de emisión vigentes.**

El proyecto no contempla emisiones atmosféricas relevantes. Estas sólo se encuentran asociadas al funcionamiento de motores a petróleo Diesel de maquinaria, camiones y buses, tanto durante la etapa de construcción como de operación y serán menores, ajustándose a las normas de emisión vigentes para este tipo de emisores.

En cuanto al ruido, durante la etapa de construcción se estima que los niveles de ruido serán los característicos de una faena constructiva, sin perjuicio de la adopción de las medidas de control que aconsejan las mejores prácticas y técnicas constructivas, como del cumplimiento de la norma de ruido para el área rural, según se indica en el capítulo 3.

Asimismo, en el área de influencia del proyecto no se identificaron asentamientos humanos que pudieran verse afectados.

**b) Composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera.**

Las emisiones atmosféricas sólo se encuentran asociadas al funcionamiento de motores a petróleo Diesel de maquinaria, camiones y buses, tanto durante la etapa de construcción como de operación y serán menores, ajustándose a las normas de emisión vigentes para este tipo de emisores.

El proceso no genera residuos industriales líquidos, por lo que el proyecto sólo contempla generación de aguas servidas.

**c) Frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.**

Las emisiones atmosféricas sólo se encuentran asociadas al funcionamiento de motores a petróleo Diesel de maquinaria, camiones y buses, tanto durante la etapa de



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

construcción como de operación y serán menores, ajustándose a las normas de emisión vigentes para este tipo de emisores.

El aumento en la generación de aguas servidas que implicará el proyecto respecto a la situación actual de la planta no requerirá de la habilitación de nuevas plantas de tratamiento de aguas servidas, por lo que serán tratadas en las plantas de tratamiento que dispone SCL en sus instalaciones, las cuales se encuentran debidamente autorizadas. Sin perjuicio de lo anterior, para la etapa de construcción se habilitarán baños químicos.

**d) Composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos.**

El proyecto, por su naturaleza, no genera cantidades significativas de residuos sólidos que pudieran constituir un riesgo para la salud de la población. Los residuos sólidos asociados a la actividad de SCL son los siguientes:

- Residuos Sólidos Domésticos
- Residuos Sólidos Industriales: Cloruro de Sodio (NaCl, halita)

**e) Frecuencia, duración y lugar del manejo de residuos sólidos.**

Los residuos sólidos domésticos serán dispuestos dentro de las instalaciones de SCL, en el sitio habilitado para estos efectos que se encuentra autorizado por la autoridad sanitaria.

El cloruro de sodio se almacenará en acopios de la misma forma en que se ha hecho durante el desarrollo de las actividades de SCL.

**f) Diferencia entre los niveles estimados de inmisión de ruido con el proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde exista población humana permanente.**

Durante la etapa de construcción se estima que los niveles de ruido serán los característicos de una faena constructiva, sin perjuicio de la adopción de las medidas de control que aconsejan las mejores prácticas y técnicas constructivas. Asimismo, no se prevé la superación del estándar ambiental establecido en el DS MINSEGPRES 146/1997.

**g) Formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el proyecto o actividad.**

El proyecto no generará formas de energía, radiación ni vibraciones relevantes para estos efectos. Asimismo, dentro del área de influencia del proyecto no se identificaron áreas pobladas que pudieren verse afectadas por formas de energía, radiación o vibraciones.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**h) Efectos de la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes emitidos o generados por el proyecto o actividad.**

El proyecto no presentará combinación y/o interacción conocida de contaminantes que pudieran generar riesgo para la salud de la población.

**Conclusión: El proyecto no requiere ingresar al SEIA por medio de un EIA en atención al posible riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.**

## 4.3. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 6 del Reglamento del SEIA, a fin de analizar los efectos sobre recursos naturales renovables se deben considerar los siguientes criterios:

**a) Lo establecido en las normas secundarias de calidad ambiental y de emisión vigentes.**

Si bien no existen normas de calidad secundaria vigentes en el área del proyecto, cabe hacer presente que las emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y ruido no serán significativos. En efecto, como se ya se ha señalado, las emisiones atmosféricas se encuentran asociadas fundamentalmente al funcionamiento de motores a petróleo Diesel de maquinaria, camiones y buses, tanto durante la etapa de construcción como de operación y se ajustarán a las normas de emisión vigentes para este tipo de emisores.

En cuanto al ruido, durante la etapa de construcción se estima que los niveles de ruido serán los característicos de una faena constructiva, sin perjuicio de la adopción de las medidas de control que aconsejan las mejores prácticas y técnicas constructivas.

**b) La composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera.**

Las emisiones atmosféricas se encuentran asociadas al funcionamiento de motores a petróleo Diesel de maquinaria, camiones y buses, tanto durante la etapa de construcción como de operación y serán menores, ajustándose a las normas de emisión vigentes para este tipo de emisores.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

En cuanto al material particulado, las emisiones se encuentran asociadas al movimiento de maquinaria en el período de construcción, las cuales por las características del área de emplazamiento del proyecto no serán relevantes. No obstante, se implementarán las siguientes medidas:

- Humectación con salmuera de bischofita en los frentes de trabajo y áreas no pavimentadas por donde transitan los vehículos asociados a la ejecución de obras.
- Transporte de los materiales en camiones con carga cubierta.
- Control de velocidad al interior de la obra (máximo 50 km/h).

El proceso no genera residuos industriales líquidos, por lo que el proyecto sólo contempla generación de aguas servidas, las cuales serán tratadas dentro de las plantas de tratamiento actuales de SCL, las cuales tienen la capacidad suficiente para recibir el aumento de generación de aguas servidas que implicará el proyecto. Asimismo, durante el período de construcción se habilitarán baños químicos que serán manejados por empresas autorizadas por la autoridad sanitaria.

**c) La frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.**

Las emisiones atmosféricas sólo se encuentran asociadas al funcionamiento de motores a petróleo Diesel de maquinaria, camiones y buses, tanto durante la etapa de construcción como de operación y serán menores, ajustándose a las normas de emisión vigentes para este tipo de emisores.

El aumento en la generación de aguas servidas que implicará el proyecto respecto a la situación actual de la planta no requerirá de la habilitación de nuevas platas de tratamiento de aguas servidas, por lo que serán tratadas en las plantas de tratamiento que dispone SCL en sus instalaciones, las cuales se encuentran debidamente autorizadas. Sin perjuicio de lo anterior, para la etapa de construcción se habilitarán baños químicos

**d) La composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos.**

El proyecto, por su naturaleza, no genera cantidades significativas de residuos sólidos que pudieran constituir un riesgo para la salud de la población. Los residuos sólidos asociados a la actividad de SCL son los siguientes:

- Residuos Sólidos Domésticos
- Residuos Sólidos Industriales: cloruro de sodio (halita)

**e) La frecuencia, duración y lugar del manejo de residuos sólidos.**

Los residuos sólidos domésticos serán dispuestos dentro de las instalaciones de SCL, en el sitio habilitado para estos efectos que se encuentra autorizado por la autoridad sanitaria.

El Cloruro de Sodio se almacenará en acopios de la misma forma en que se ha hecho durante el desarrollo de las actividades de SCL.

**f) La diferencia entre los niveles estimados de inmisión de ruido de un proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitat de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación.**

No se identificaron receptores sensibles de ruido que pudieren verse afectados por las obras asociadas al proyecto.

**g) Las formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el proyecto o actividad.**

El proyecto no generará formas de energía, radiación ni vibraciones relevantes para estos efectos.

**h) Los efectos de la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes emitidos y/o generados por el proyecto o actividad.**

Durante el desarrollo de las diversas etapas del proyecto, no se prevé la generación de efectos de la combinación y/o interacción conocida de contaminantes.

**i) La relación entre las emisiones de los contaminantes generados por el proyecto o actividad y la calidad ambiental de los recursos naturales renovables.**

El proyecto no generará emisiones relevantes que pudieran afectar la calidad ambiental de recursos naturales renovables.

**j) La capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del proyecto o actividad.**

El proyecto no contempla emisiones importantes. En efecto, las emisiones atmosféricas se encuentran asociadas principalmente a combustión y cumplirán con las normas de emisión para vehículos. Respecto a las aguas servidas, estas serán manejadas adecuadamente según se explica en el capítulo 2.

**k) La cantidad y superficie de vegetación nativa intervenida y/o explotada, así como su forma de intervención y/o explotación.**

El proyecto no contempla la explotación ni intervención de vegetación nativa.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**l) La cantidad de fauna silvestre intervenida y/o explotada, así como su forma de intervención y/o explotación.**

El proyecto no contempla la intervención ni explotación de fauna silvestre.

**m) El estado de conservación en que se encuentren especies de flora o de fauna a extraer, explotar, alterar o manejar, de acuerdo a lo indicado en los listados nacionales de especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas.**

No existirá impacto respecto de las lagunas, tal como se demuestra en el EIA. No obstante lo anterior, se adjunta al estudio de impacto ambiental un programa de seguimiento respecto de las lagunas.

**n) El volumen, caudal y/o superficie, según corresponda, de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en:**

**n.1 vegas y/o bofedales ubicados en las regiones I y II, que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas;**

El proyecto se ubica aproximadamente de 7 Km de las lagunas La Brava, La Punta, Salada, Saladita e Interna, delimitadas como zonas de acuíferos que alimentan vegas de la II Región de Antofagasta en virtud de la Resolución DGA 87/2006. No obstante el proyecto no contempla la explotación de dichos recursos hídricos, es posible que la extracción de salmuera pudiera afectar estas lagunas. En el capítulo 7 se presentan medidas para hacerse cargo de este posible impacto.

**n.2 áreas o zonas de humedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales;**

No se identificaron en la línea base área o zonas de humedales.

**n.3 cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas milenarias y/o fósiles;**

No se identificaron en la línea base aguas subterráneas que contengan aguas milenarias y/o fósiles.

**n.4 una cuenca o subcuenca hidrográfica transvasada a otra;**

El proyecto no contempla el trasvasije de cuencas.

**n.5 lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles.**

El proyecto no contempla la extracción de agua dulce, pero se prevé que posiblemente pueda provocar fluctuaciones de niveles de lagos o lagunas cercanas.

En el capítulo 7 se presentan medidas para hacerse cargo de este posible impacto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**ñ) Las alteraciones que pueda generar sobre otros elementos naturales y/o artificiales del medio ambiente, la introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o de fauna, así como la introducción al territorio nacional, o uso, de organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares.**

El proyecto no contempla introducir al territorio nacional ningún tipo de especie.

**o) La superficie de suelo susceptible de perderse o degradarse por erosión, compactación o contaminación.**

El proyecto se emplaza dentro de las instalaciones de SCL, cuya superficie (costra salina) en estricto rigor no constituye suelo y presenta características que hace muy difícil desarrollar otro tipo de actividades en el área. .

**p) La diversidad biológica presente en el área de influencia del proyecto o actividad, y su capacidad de regeneración.**

La diversidad biológica presente en el Salar de Atacama no se verá afectada por el proyecto. Esto se funda en que el proyecto se encuentra aproximadamente a 8 km de distancia de las lagunas, y el proyecto no desarrolla actividades en la zona de las lagunas, ni produce efectos sobre ellas.

**Conclusión: El proyecto requiere ingresar al SEIA por medio de un EIA en relación a posibles efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, en particular las lagunas Brava, La Punta, Salada, Saladita e Interna, delimitadas como zonas de acuíferos que alimentan vegas de la II Región de Antofagasta en virtud de la Resolución DGA 87/2006.**

## 4.4. Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos

De conformidad a lo dispuesto en el artículo 8 del Reglamento del SEIA, se entenderá por comunidades humanas o grupos humanos a *"todo conjunto de personas que comparte un territorio en el que interactúan permanentemente, dando origen a un sistema de vida formado por relaciones sociales, económicas y culturales, que eventualmente tienden a generar tradiciones, intereses comunitarios y sentimientos de arraigo"*. Para estos efectos, el Reglamento del SEIA dispone que para evaluar una alteración significativa se debe considerar el cambio producido en las siguientes dimensiones que caracterizan al sistema de vida:



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**a) Dimensión geográfica, consistente en la distribución de los grupos humanos en el territorio y la estructura espacial de sus relaciones, considerando la densidad y distribución espacial de la población; el tamaño de los predios y tenencia de la tierra; y los flujos de comunicación y transporte.**

**b) Dimensión demográfica, consistente en la estructura de la población local por edades, sexo, rama de actividad, categoría ocupacional y status migratorio, considerando la estructura urbano rural; la estructura según rama de actividad económica y categoría ocupacional; la población económicamente activa; la estructura de edad y sexo; la escolaridad y nivel de instrucción; y las migraciones.**

**c) Dimensión antropológica, considerando las características étnicas; y las manifestaciones de la cultura, tales como ceremonias religiosas, peregrinaciones, procesiones, celebraciones, festivales, torneos, ferias y mercados.**

**d) Dimensión socio-económica, considerando el empleo y desempleo; y la presencia de actividades productivas dependientes de la extracción de recursos naturales por parte del grupo humano, en forma individual o asociativa.**

**e) Dimensión de bienestar social básico, relativo al acceso del grupo humano a bienes, equipamiento y servicios, tales como vivienda, transporte, energía, salud, educación y sanitarios.**

El área poblada más cercana al proyecto se ubica en la localidad de Peine, a 27 km. de las instalaciones de SCL, por lo que no se prevén alteraciones significativas a sistemas de vida o costumbres de grupos humanos, toda vez que el proyecto se emplazará en las instalaciones mismas de SCL.

La mayor contratación se desarrollara en la etapa de construcción del orden de 40 personas, pero durante la operación el aumento de mano de obras es menor ascendiendo a 12 personas.

**Conclusión: El proyecto no requiere ingresar al SEIA por medio de un EIA, toda vez que no generará reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.**



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 4.5. Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 9 del Reglamento del SEIA, los criterios para evaluar si el proyecto se encuentra próximo a población, recursos o áreas protegidas susceptibles de ser afectados son los siguientes:

**a) La magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en o alrededor de áreas donde habite población protegida por leyes especiales.**

El área más cercana es la localidad de Peine, a 27 km. de las instalaciones de SCL, donde habita la Comunidad Indígena Lyckan Antai (atacameña). Asimismo, el proyecto se ubica dentro del Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande, declarada por medio del DS MIDEPLAN Nº 70/1997. No obstante, atendida las características del proyecto y la circunstancia que se emplaza dentro de las instalaciones de SCL, que son previas a la declaración del Área de Desarrollo Indígena, no se prevén efectos sobre estas comunidades. En efecto, en este caso nos encontramos ante la ampliación de una actividad existente y por lo tanto no existen impactos sobre las comunidades indígenas de la zona, las cuales se encuentran a una distancia relevante.

**b) La magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en o alrededor de áreas donde existen recursos protegidos en forma oficial.**

No se identificaron dentro del área de influencia del proyecto recursos protegidos en forma oficial.

**c) La magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en o alrededor de áreas protegidas o colocadas bajo protección oficial.**

El proyecto se emplaza dentro de un área declarada como Zona de Interés Turístico por medio de la Resolución Exenta Nº 775 de fecha 01.08.2002, D.O. 22.08.2002, correspondiente a San Pedro de Atacama y Cuenca Geotérmica El Tatio, la para efectos del SEIA constituye un área protegida.

Sin perjuicio de lo anterior, cabe hacer presente que el área de emplazamiento del proyecto es un área ya intervenida, por lo que la magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto en este sentido, será menor.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Conclusión: El proyecto no requiere ingresar al SEIA por medio de un EIA por cuanto no se prevén impactos que por su magnitud o duración puedan afectar significativamente población, recursos o áreas protegidas.**

## 4.6. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 10 del Reglamento del SEIA, para efectos de evaluar si el proyecto producirá alguna alteración significativa respecto del valor paisajístico o turístico de una zona, se deben considerar los siguientes criterios:

**a) La duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a zonas con valor paisajístico.**

El área de emplazamiento del proyecto se encuentra ya intervenida por elementos antrópicos y se ubica dentro de las instalaciones de SCL, por lo que no se obstruirán zonas con valor paisajístico.

**b) La duración o magnitud en que se alteren recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico.**

El área del proyecto se encuentra dentro de una Zona de Interés Turístico Nacional San Pedro de Atacama – Cuenca Geotérmica El Tatio, declarada por medio de la Resolución Exenta Nº 775/2002 del Servicio Nacional de Turismo. En dicha resolución se destaca la existencia de zonas de valor arqueológico, arquitectónico, ecológico y paisajístico, todas las cuales motivaron la declaración de Zona de Interés Turístico Nacional. Sin perjuicio de lo anterior, según se ha expuesto en este capítulo, dichos elementos no se verán afectados por las obras asociadas al proyecto.

**c) La duración o la magnitud en que se obstruye el acceso a los recursos o elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico o turístico**.

El proyecto no provocará obstrucción en el acceso a recursos o elementos del medio ambiente, por cuanto se emplaza dentro de las instalaciones de SCL.

**d) La intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en un área declarada zona o centro de interés turístico nacional, según lo dispuesto en el Decreto Ley Nº 1.224 de 1975.**

El área del proyecto se encuentra dentro de la Zona de Interés Turístico Nacional San Pedro de Atacama – Cuenca Geotérmica El Tatio, declarada por medio de Resolución Exenta Nº 775/2002 del Servicio Nacional de Turismo. Dentro de los fundamentos



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

para su declaración se destacan zonas de valor arqueológico, arquitectónico, ecológico y paisajístico.

Atendido que el criterio establecido en el Reglamento del SEIA es el mero emplazamiento en una ZOIT, el proyecto requiere ingresar al SEIA por medio de un Estudio de Impacto Ambiental. De este modo, si bien, como se demuestra en el presente EIA, el proyecto no presenta una alteración significativa en el valor paisajístico o turístico de la zona, sí se emplaza dentro de un ZOIT por lo que se cumple una de las causales que obligan ingresar por medio de un EIA. Para estos efectos, se proponen en el capítulo 7 medidas destinadas a proteger algunos elementos de interés ecoturístico, en particular un Plan de Monitoreo y Control de Variables que permiten describir el estado de las lagunas cercanas y su entorno hídrico, en partícular en el sistema de lagunas La Punta y La Brava.

**Conclusión: El proyecto requiere ingresar al SEIA por medio de un EIA por cuanto se emplaza en una Zona de Interés Turístico Nacional. Si bien no se prevé una alteración significativa en el valor paisajístico o turístico de la zona, atendido que el mero emplazamiento requiere el ingreso por medio de un EIA, se propone en el capítulo 7 un Plan de Seguimiento del Sistema de Lagunas La Punta y Brava, a fin de proteger su interés ecoturístico.**

## 4.7. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

**a) La proximidad a algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288.**

No se identificaron dentro de la línea base del proyecto Monumentos Nacionales de ningún tipo.

**b) La magnitud en que se remueva, destruya, excave, traslade, deteriore o se modifique en forma permanente algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288.**

No se identificaron dentro de la línea base del proyecto Monumentos Nacionales de ningún tipo.

**c) La magnitud en que se modifique o deteriore en forma permanente 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.**

No se identificaron dentro de la línea base del proyecto Monumentos Nacionales de ningún tipo.

**d) La proximidad a lugares o sitios en que se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folclore de algún pueblo, comunidad o grupo humano.**

No se identificaron dentro de la línea base del proyecto lugares o sitios que se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folclore de algún pueblo, comunidad o grupo humano.

**Conclusión: El proyecto no requiere ingresar al SEIA por medio de un EIA atendido la alteración de elementos del patrimonio cultural.**

## 4.8. Conclusión

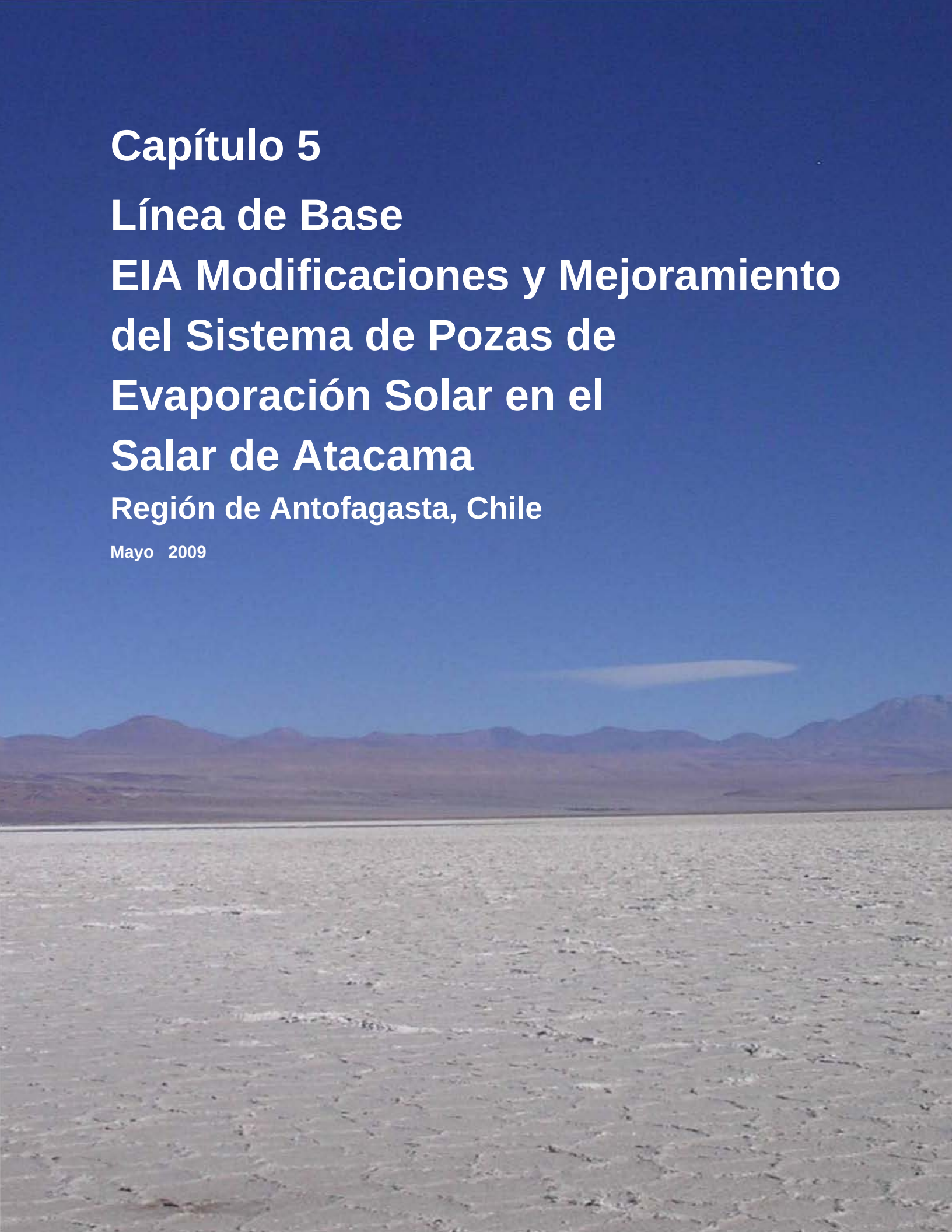
De acuerdo a lo expuesto, el proyecto "Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama" debe ingresar al SEIA por medio de un Estudio de Impacto Ambiental, por cuanto podría presentar efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovable, en particular las lagunas La Brava, La Punta, Salada, Saladita e Interna, delimitadas como zonas de acuíferos que alimentan vegas de la II Región de Antofagasta en virtud de la Resolución DGA 87/2006, por lo que cumple con la causal establecida en la letra b) del art. 11 de la Ley 19.300.

Asimismo, se emplaza dentro la Zona de Interés Turístico Nacional San Pedro de Atacama – Cuenca Geotérmica El Tatio, declarada por medio de Resolución Exenta Nº 775/2002 del Servicio Nacional de Turismo, y por ello cumple con la causal establecida en dichas disposiciones en la letra d) del Artículo 10 del Reglamento del SEIA que complementa lo dispuesto en el art. 11 e) de la Ley 19.300.

En el capítulo 7 de este EIA, se presentan las medidas ambientales que se hacen cargo de los efectos relevantes identificados en este capítulo, de conformidad a lo dispuesto en el inciso final del artículo 16 de la Ley 19.300.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl



# Capítulo 5

# Línea de Base

# EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

**Mayo 2009**

# ÍNDICE

**5. LÍNEA DE BASE ..... 5-1**

5.1. Introducción ..... 5-1
5.1.1 Área de Emplazamiento del Proyecto ..... 5-1
5.2. Descripción del Medio Físico ..... 5-4
5.2.1 Clima y Meteorología ..... 5-4
5.2.1.1 Clima ..... 5-4
5.2.1.2 Meteorología ..... 5-4
5.2.2 Calidad del Aire ..... 5-14
5.2.3 Geomorfología ..... 5-15
5.2.3.1 Descripción del Área del Proyecto ..... 5-15
5.2.3.2 Morfología Asociada ..... 5-21
5.2.3.3 Conclusiones ..... 5-21
5.2.4 Geología ..... 5-22
5.2.4.1 Geología Local ..... 5-22
5.2.4.2 Conclusiones ..... 5-26
5.2.5 Suelos ..... 5-27
5.2.5.1 Descripción de los Suelos del Desierto ..... 5-27
5.2.5.2 Descripción de los Suelos del Área del Proyecto ..... 5-28
5.2.5.3 Conclusiones ..... 5-29
5.2.6 Hidrogeología ..... 5-30
5.2.6.1 Contexto Regional ..... 5-30
5.2.6.2 Contexto Local ..... 5-31
Medios permeables ..... 5-32
Niveles de salmuera ..... 5-32
Solicitaciones externas ..... 5-35
Recarga y descarga del núcleo ..... 5-37
5.2.7 Hidrología ..... 5-38
5.2.7.1 Contexto Regional ..... 5-38
5.2.7.2 Contexto Local ..... 5-41
Introducción ..... 5-41
Lagunas ..... 5-41
5.2.8 Calidad del Agua ..... 5-51
5.2.8.1 Introducción ..... 5-51
5.2.8.2 Metodología ..... 5-51
5.2.8.3 Resultados ..... 5-53
5.2.8.4 Conclusiones ..... 5-58
5.2.9 Riesgos Naturales ..... 5-60
5.2.9.1 Sismos ..... 5-60
5.2.9.2 Remoción en Masa ..... 5-61
5.2.9.3 Volcanismo ..... 5-64
5.2.9.4 Inundaciones ..... 5-67



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

5.2.9.5 Hundimientos ..... 5-67
5.2.10 Ruido ..... 5-68
5.2.11 Vibraciones ..... 5-69
5.2.12 Luminosidad ..... 5-70
5.3. Descripción del Medio Biótico ..... 5-71
5.3.1 Vegetación y Flora ..... 5-71
5.3.1.1 Antecedentes Bibliográficos del Área ..... 5-71
5.3.1.2 Metodología ..... 5-78
5.3.1.3 Vegetación del Área del Proyecto ..... 5-79
5.3.1.4 Flora del Área del Proyecto ..... 5-90
5.3.2 Fauna ..... 5-95
5.3.2.1 Introducción ..... 5-95
5.3.2.2 Objetivos ..... 5-97
5.3.2.3 Metodología ..... 5-97
5.3.2.4 Antecedentes ..... 5-103
5.3.2.5 Resultados ..... 5-106
5.3.2.6 Conclusiones ..... 5-122
5.3.3 Limnología ..... 5-125
5.3.3.1 Metodología ..... 5-125
5.3.3.2 Resultados ..... 5-126
5.3.3.3 Conclusiones ..... 5-128
5.4. Descripción del Medio Humano ..... 5-129
5.4.1 Método ..... 5-129
5.4.2 Instrumentos de Recopilación de Información ..... 5-129
5.4.3 Antecedentes Generales ..... 5-131
5.4.3.1 Aspectos Generales de la Comuna de San Pedro de Atacama ..... 5-133
5.4.4 Área de influencia ..... 5-144
5.4.4.1 Dimensión Geográfica ..... 5-145
5.4.4.2 Dimensión Demográfica ..... 5-147
5.4.4.3 Dimensión Socioeconómica ..... 5-149
5.4.4.4 Dimensión Antropológica ..... 5-151
5.4.4.5 Dimensión de Bienestar Social Básico ..... 5-152
5.5. Descripción del Medio Construido ..... 5-153
5.5.1 Red Vial ..... 5-153
5.5.1.1 Infraestructura ..... 5-155
5.6. Uso del Suelo ..... 5-156
5.6.1 Instrumentos de Planificación Territorial ..... 5-156
5.6.1.1 Plan Regional de Desarrollo Urbano de la II Región (PRDU) ..... 5-156
5.6.1.2 Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama ..... 5-159
5.6.2 Zona de Interés Turístico (ZOIT) ..... 5-159
5.6.3 Regulación de Acuíferos Dirección General de Aguas ..... 5-162
5.7. Patrimonio Cultural ..... 5-163



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

5.7.1 Metodología ..... 5-163
5.7.1.1 Conclusiones ..... 5-164
5.8. Paisaje ..... 5-165
5.8.1 Metodología ..... 5-165
5.8.2 Introducción ..... 5-165
5.8.3 Resultados ..... 5-167
5.8.3.1 Ruta B-385 (Baquedano-Tilopozo) ..... 5-167
5.8.3.2 Ruta B-355 (Toconao-Peine) ..... 5-167
5.8.4 Conclusiones ..... 5-171
5.8.4.1 Unidad de Paisaje 1: Codillera de Domeyko ..... 5-171
5.8.4.2 Unidad de Paisaje 2: Salar de Atacama ..... 5-171
5.9. Valoración de los Componentes Ambientales ..... 5-172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1: Coordenadas geográficas (UTM PSAD56) de los vértices del área del proyecto ..... 5-1
Tabla 5.2: Temperatura media mensual en estación Salar. Período 1992-2006 ..... 5-6
Tabla 5.3: Precipitación media mensual en estación Peine. Período 1974-2008 ..... 5-8
Tabla 5.4: Precipitación media anual en estación Salar. Período 1992-2006 ..... 5-9
Tabla 5.5: Humedad relativa media en estación Salar. Período 1993-2006 ..... 5-10
Tabla 5.6: Resumen de vientos medidos en Estación Salar. Período 1 Enero-31 Diciembre 2008 ..... 5-12
Tabla 5.7: Evaporación potencial media en estación Salar. Período 1983-2006 ..... 5-13
Tabla 5.8: Relaciones grado de pendiente/geomorfología según Marsh (1978) ..... 5-21
Tabla 5.9: Formaciones geológicas de la zona ..... 5-23
Tabla 5.10: Rangos medidos de conductividad hidráulica y porosidad efectiva ..... 5-32
Tabla 5.11: Rangos conductividad hidráulica y porosidad efectiva en núcleo y borde ..... 5-32
Tabla 5.12: Imágenes Landsat y superficies de lagunas [Ha] ..... 5-43
Tabla 5.13: Resumen de escenarios ..... 5-43
Tabla 5.14: Localización geográfica de los sitios de muestreo. Las coordenadas están expresadas en unidades UTM (Datum WGS84) ..... 5-52
Tabla 5.15: Listado de parámetros medidos in situ en los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna ..... 5-52
Tabla 5.16: Valores promedio de temperatura para cada sitio de muestreo. DS corresponde al valor de desviación estándar ..... 5-53
Tabla 5.17: Valores de salinidad promedio para cada sitio de muestreo. DS corresponde al desvío estándar ..... 5-54
Tabla 5.18: Valores promedio de oxígeno disuelto para cada sitio de muestreo. DS corresponde a la desviación estándar ..... 5-55
Tabla 5.19: Valores promedio por sitio de muestreo para el parámetro pH. DS corresponde a la desviación estándar ..... 5-55
Tabla 5.20: Composición de las salmueras que conforman el sistema de aguas superficiales La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna ..... 5-57



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

Tabla 5.21: Principales características de los volcanes presentes en el área del proyecto. ..... 5-65
Tabla 5.22: Asociaciones vegetales características del área del proyecto (potenciales) ..... 5-72
Tabla 5.23: Comunidades vegetales características del área (potenciales) ..... 5-73
Tabla 5.24: Flora potencial del área ..... 5-75
Tabla 5.25: Categorías fitosociológicas consideradas en la caracterización de la vegetación y flora .... 5-79
Tabla 5.26: Flora vascular presente en el área del proyecto ..... 5-91
Tabla 5.27: Número de especies presentes en el área según origen y forma biológica ..... 5-92
Tabla 5.28: Composición florística por formación vegetal ..... 5-93
Tabla 5.29. Reptiles potenciales para la zona de influencia del proyecto. ..... 5-107
Tabla 5.30. Aves potenciales para la zona de influencia del proyecto. ..... 5-107
Tabla 5.31. Mamíferos potenciales para la zona de influencia del proyecto ..... 5-109
Tabla 5.32: Avifauna registrada durante las campañas de terreno ..... 5-117
Tabla 5.33: Mamíferos registrados durante las campañas de terreno ..... 5-118
Tabla 5.34: Reptiles registrados durante las campañas de terreno ..... 5-122
Tabla 5.35: Especies en categoría de conservación ..... 5-123
Tabla 5.36: Localización geográfica de los sitios de muestreo. Las coordenadas están expresadas en unidades UTM (Datum WGS84) ..... 5-125
Tabla 5.37: Superficie y densidad de la comuna de San Pedro de Atacama. ..... 5-134
Tabla 5.38: Población de la Comuna de San Pedro de Atacama ..... 5-136
Tabla 5.39: Población Indígena en la comuna de San Pedro de Atacama. ..... 5-136
Tabla 5.40: Distribución de la población de San Pedro de Atacama en tramos quinquenales. ..... 5-137
Tabla 5.41: Hogares de San Pedro de Atacama según indicadores de pobreza ..... 5-137
Tabla 5.42: Comunidades Indígenas Focalizadas con Programas de Gobierno en San Pedro de Atacama. ..... 5-139
Tabla 5.43: Comunidades No Focalizadas con Proyectos Sociales en San Pedro de Atacama. ..... 5-140
Tabla 5.44: Asociaciones Indígenas de la comuna de San Pedro de Atacama ..... 5-140
Tabla 5.45: Características de la vivienda en la comuna de San pedro de Atacama. ..... 5-142
Tabla 5.46: Categorías ocupacionales en Peine. ..... 5-151
Tabla 5.47: Características principales de la vivienda en Peine. ..... 5-152
Tabla 5.48: Caminos públicos en el área del proyecto ..... 5-153
Tabla 5.49: Vegas o Bofedales en el área del Salar de Atacama y distancia al proyecto ..... 5-162
Tabla 5.50: Matriz de cálculo de Calidad Visual UP1 (Cordillera de Domeyko) y UP2 (Salar de Atacama)5-168
Tabla 5.51: Matriz de cálculo de fragilidad visual UP1 (Cordillera de Domeyko) y UP2 (Salar de Atacama) ..... 5-170
Tabla 5.52: Escala de Valor Ambiental para los componentes ambientales ..... 5-172
Tabla 5.53: Identificación de variables ambientales y nivel de relevancia ..... 5-172



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1: Localización del proyecto ..... 5-2
Figura 5.2: Área de emplazamiento del proyecto ..... 5-3
Figura 5.3: Ubicación estaciones meteorológicas ..... 5-5
Figura 5.4: Temperatura media mensual en estación Salar. Período 1992-2006. ..... 5-7
Figura 5.5: Precipitación media mensual en estación Peine. Período 1974-2008 ..... 5-8
Figura 5.6: Precipitación media anual en estación Salar. Período 1992-2006 ..... 5-9
Figura 5.7: Humedad relativa media en estación Salar. Período 1993-2006 ..... 5-10
Figura 5.8: Rosa de los Vientos Período Completo. ..... 5-11
Figura 5.9: Rosa de los Vientos Horario Diurno y Horario Nocturno. ..... 5-12
Figura 5.10: Evaporación potencial media en estación Salar. Período 1993-2006 ..... 5-13
Figura 5.11: Altitud del área del proyecto ..... 5-18
Figura 5.12: Pendientes del área del proyecto ..... 5-19
Figura 5.13: Exposición del área del proyecto ..... 5-20
Figura 5.14: Mapa geológico de la zona ..... 5-25
Figura 5.15: Órdenes de suelos en el extremo norte de Chile ..... 5-29
Figura 5.16: Ubicación de pozos de monitoreo de niveles de salmuera y agua dulce ..... 5-34
Figura 5.17: Nivel de salmuera en pozo de monitoreo S-3 ..... 5-35
Figura 5.18: Extracción de salmuera histórica y proyectada en el núcleo ..... 5-36
Figura 5.19: Cuenca Hidrológica Salar de Atacama. Escala 1:2.000.000 ..... 5-39
Figura 5.20: Lagunas y lugares salar de Atacama ..... 5-40
Figura 5.21: Modelo hídrico a nivel de cuenca ..... 5-42
Figura 5.22: Modelo hídrico de lagunas ..... 5-42
Figura 5.23: Lluvias mensuales y áreas de lagunas medidas ..... 5-45
Figura 5.24: Lluvias mensuales y áreas de lagunas medidas (continuación) ..... 5-46
Figura 5.25: Profundidad de las lagunas ..... 5-47
Figura 5.26: Laguna principal y zonas húmedas en 1990 y 1997 ..... 5-48
Figura 5.27: Áreas de espejos de agua y volúmenes de agua de lagunas La Punta y Brava ..... 5-49
Figura 5.28: Volúmenes de agua almacenados en lagunas calculados en función de la lluvia ..... 5-50
Figura 5.29. Análisis de conglomerados empleando distancia Euclideana y variables estandarizadas. 5-58
Figura 5.30: Sismicidad histórica de la región de Antofagasta (1964-1995) ..... 5-61
Figura 5.31: Mapa de riesgo por pendientes ..... 5-63
Figura 5.32: Ubicación de volcanes en el área del proyecto. ..... 5-66
Figura 5.33: Aspecto general de la cobertura del salar ..... 5-79
Figura 5.34: Distribución de formaciones vegetales descritas ..... 5-81
Figura 5.35: Marisma de *Ruppia filifolia* ..... 5-82
Figura 5.36: Herbazal de *Stipa atacamensis – Arenaria rivularis* ..... 5-83
Figura 5.37: Herbazal de *Distichlis spicata* ..... 5-84
Figura 5.38: Matorral de *Pluchea absinthioides - Distichlis spicata* ..... 5-85
Figura 5.39: Vega de *Baccharis juncea – Juncus arcticus – Distichlis spicata* ..... 5-85
Figura 5.40: Aspecto típico de las laderas circundantes al Salar ..... 5-86
Figura 5.41: Herbazal de *Sarcocornia fruticosa* ..... 5-87



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

Figura 5.42: Herbazal muy ralo de *Cistanthe salsoloides* ..... 5-88
Figura 5.43: Matorral muy ralo de *Ephedra breana – Acantolippia deserticola* ..... 5-88
Figura 5.44: Matorral muy ralo de *Atriplex imbricata* ..... 5-89
Figura 5.45: Matorral de Atriplex *deserticola – Pluchea absinthioides* ..... 5-90
Figura 5.46: Espectro biológico de la flora ..... 5-94
Figura 5.47: Vista 1, Sistema de Lagunas Salada, Saladita e Interna ..... 5-95
Figura 5.48: Vista 2, Sistema Lagunas Salada, Saladita e Interna ..... 5-96
Figura 5.49: Vista 1, Sistema de lagunas La Punta y La Brava ..... 5-96
Figura 5.50: Vista 2, sistema de lagunas La Punta y la Brava ..... 5-97
Figura 5.51: Hábitat en el área de estudio ..... 5-100
Figura 5.52: Hábitat de Estepa altoandina ..... 5-101
Figura 5.53: Hábitat Marginal del salar ..... 5-101
Figura 5.54: Hábitat de Lagunas ..... 5-102
Figura 5.55: Pareja de Suris ..... 5-110
Figura 5.56: Flamenco chileno ..... 5-110
Figura 5.57: Flamenco Andino ..... 5-111
Figura 5.58: Flamenco de James ..... 5-111
Figura 5.59: Caití ..... 5-112
Figura 5.60: Pato juarjual ..... 5-112
Figura 5.61: Chorlo de la Puna ..... 5-113
Figura 5.62: Gaviota andina ..... 5-113
Figura 5.63: Playero de Baird ..... 5-114
Figura 5.64: Agrupación de Playeros forrajeando ..... 5-114
Figura 5.65: Madriguera activa de Tuco tuco ..... 5-118
Figura 5.66: Fecas de roedor sin identificar ..... 5-119
Figura 5.67. Roedor sin identificar ..... 5-119
Figura 5.68. Huellas de Guanaco ..... 5-120
Figura 5.69. Fecas de Zorro ..... 5-120
Figura 5.70: Lagartija fabiani ..... 5-122
Figura 5.71: Abundancia promedio (células/L) de fitoplancton para cada sitio de muestreo ..... 5-127
Figura 5.72: Abundancia promedio (células/$mm^3$) de fitobentos para cada sitio de muestreo. ..... 5-127
Figura 5.73: ADI Atacama La Grande ..... 5-133
Figura 5.74: Comunidades Atacameñas en el Salar de Atacama. ..... 5-135
Figura 5.75: Plantaciones en Tilomonte. ..... 5-146
Figura 5.76: Iglesia de Peine. ..... 5-147
Figura 5.77: Población por sexo en la localidad de Peine. ..... 5-148
Figura 5.78: Distribución de Población Según Etnia. ..... 5-149
Figura 5.79: Red vial en el entorno del área del Proyecto ..... 5-154
Figura 5.80: Unidad de Gestión Territorial PRDU, Región de Antofagasta ..... 5-158
Figura 5.81: Plan Regulador Comunal San Pedro de Atacama, Sector Peine ..... 5-161
Figura 5.82: Fotos del área de estudio ..... 5-166



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 5.1: Análisis de la Variación en la Superficie de Agua de las Lagunas Salada, Saladita, Interna, La Punta y La Brava, en el Salar de Atacama, mediante Imágenes Satelitales Multi-temporales
Anexo 5.2: Modelo de Simulación de Flujo Sistema Salar de Atacama
Anexo 5.3: Estudio de Hidrogeología e Hidrología, GCF consultores
Anexo 5.4: Fauna
Anexo 5.5: Limnología
Anexo 5.6: Patrimonio Histórico-Cultural-Arqueológico
Anexo 5.7: Paisaje



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

# 5. LÍNEA DE BASE

## 5.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es la caracterización del área de influencia del proyecto "Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama", que la empresa Sociedad Chilena de Litio Ltda. (SCL) pretende desarrollar en el Salar de Atacama, Región de Antofagasta (Figura 5.1), de manera de determinar el estado actual de los componentes ambientales bajo la condición "sin proyecto".
El establecimiento de esta línea de base permitirá, en los capítulos siguientes, estimar potenciales impactos en los componentes ambientales analizados bajo la condición "con proyecto".

### 5.1.1 Área de Emplazamiento del Proyecto

El proyecto se emplazará al interior de la propiedad de SCL, a 280 km al oriente de Antofagasta y a 27 km al poniente de Peine, a una altitud de 2.300 msnm en la comuna de San Pedro de Atacama, Provincia de El Loa, Región de Antofagasta (Figura 5.2).

Las coordenadas geográficas del área de emplazamiento del proyecto se presentan en la Tabla 5.1

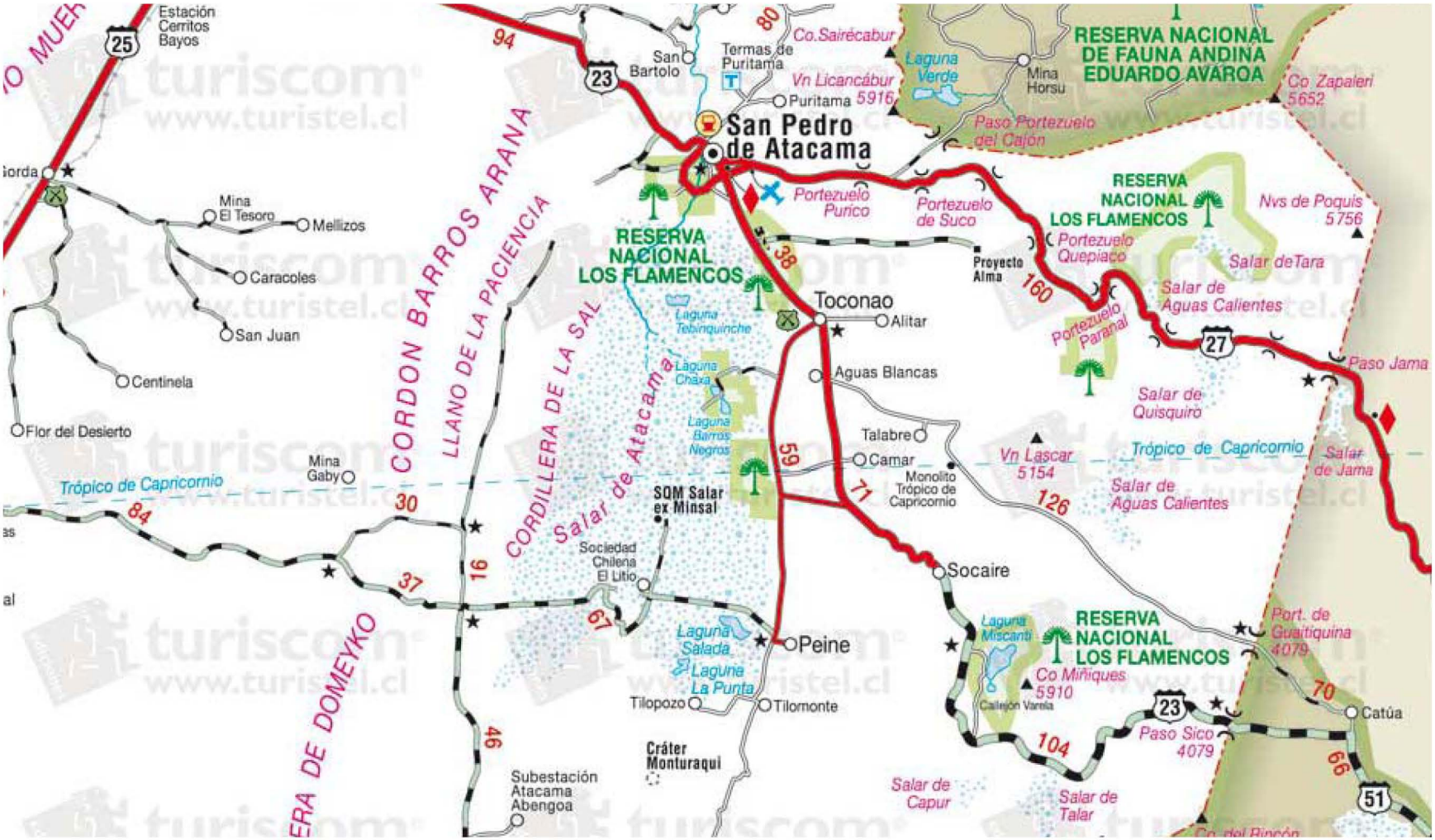
**Tabla 5.1: Coordenadas geográficas (UTM PSAD56) de los vértices del área del proyecto**

| Terreno Propiedad de SCL | | | Servidumbre en Tramitación | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Vértice** | **Norte** | **Este** | **Vértice** | **Norte** | **Este** |
| 1 | 7.389.000,00 | 566.885,90 | 1 | 7.389.000,00 | 566.885,90 |
| 2 | 7.389.000,00 | 566.207,07 | 10 | 7.389.000,00 | 569.000,00 |
| 3 | 7.387.893,35 | 565.042,17 | 11 | 7.388.000,00 | 569.000,00 |
| 4 | 7.384.327,66 | 568.429,57 | 12 | 7.388.000,00 | 572.500,00 |
| 5 | 7.383.031,75 | 569.184,96 | 13 | 7.380.000,00 | 572.500,00 |
| 6 | 7.383.285,74 | 569.620,69 | 14 | 7.380.000,00 | 570.952,00 |
| 7 | 7.382.024,11 | 570.369,86 | 5 | 7.383.031,75 | 569.184,96 |
| 8 | 7.382.693,60 | 571.449,79 | 6 | 7.383.285,74 | 569.620,69 |
| 9 | 7.386.581,34 | 569.183,63 | 7 | 7.382.024,11 | 570.369,86 |
| - | - | - | 8 | 7.382.693,60 | 571.449,79 |
| - | - | - | 9 | 7.386.581,34 | 569.183,63 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.1: Localización del proyecto**

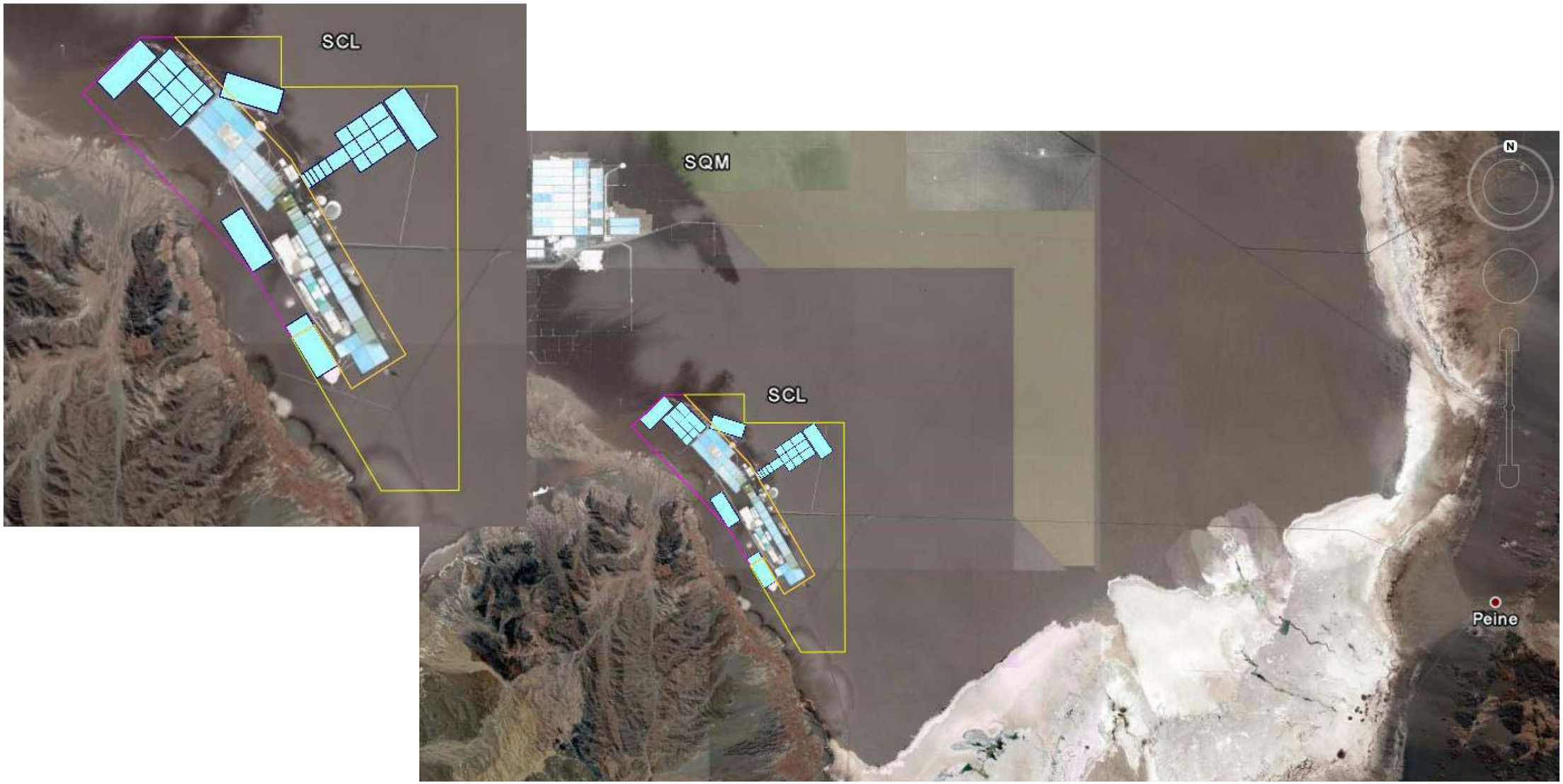



Fuente: Elaboración propia. www.turistel.cl



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.2: Área de emplazamiento del proyecto**




Terreno Propiedad SCL; Servidumbre en tramitación; Pozas y Pre-Concentradores. Fuente: Elaboración propia. Google Earth



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 5.2. Descripción del Medio Físico

## 5.2.1 Clima y Meteorología

### *5.2.1.1 Clima*

Según la clasificación de Köeppen[1] el área del proyecto presenta un clima Desértico Marginal de Altura (BWH).

Este clima se presenta por el centro de la Región, entre los 2.000 y 3.000 m de altura. En este clima, el régimen de precipitaciones se presenta mezclado observándose precipitaciones estivales y también de origen ciclónico, aunque escasas en ambos casos. Las de origen ciclonal, se presentan con intervalos de varios años, cuando suceden inviernos pluviométricamente rigurosos en la zona central del país. En estos casos, suelen ser mayores a las del verano.

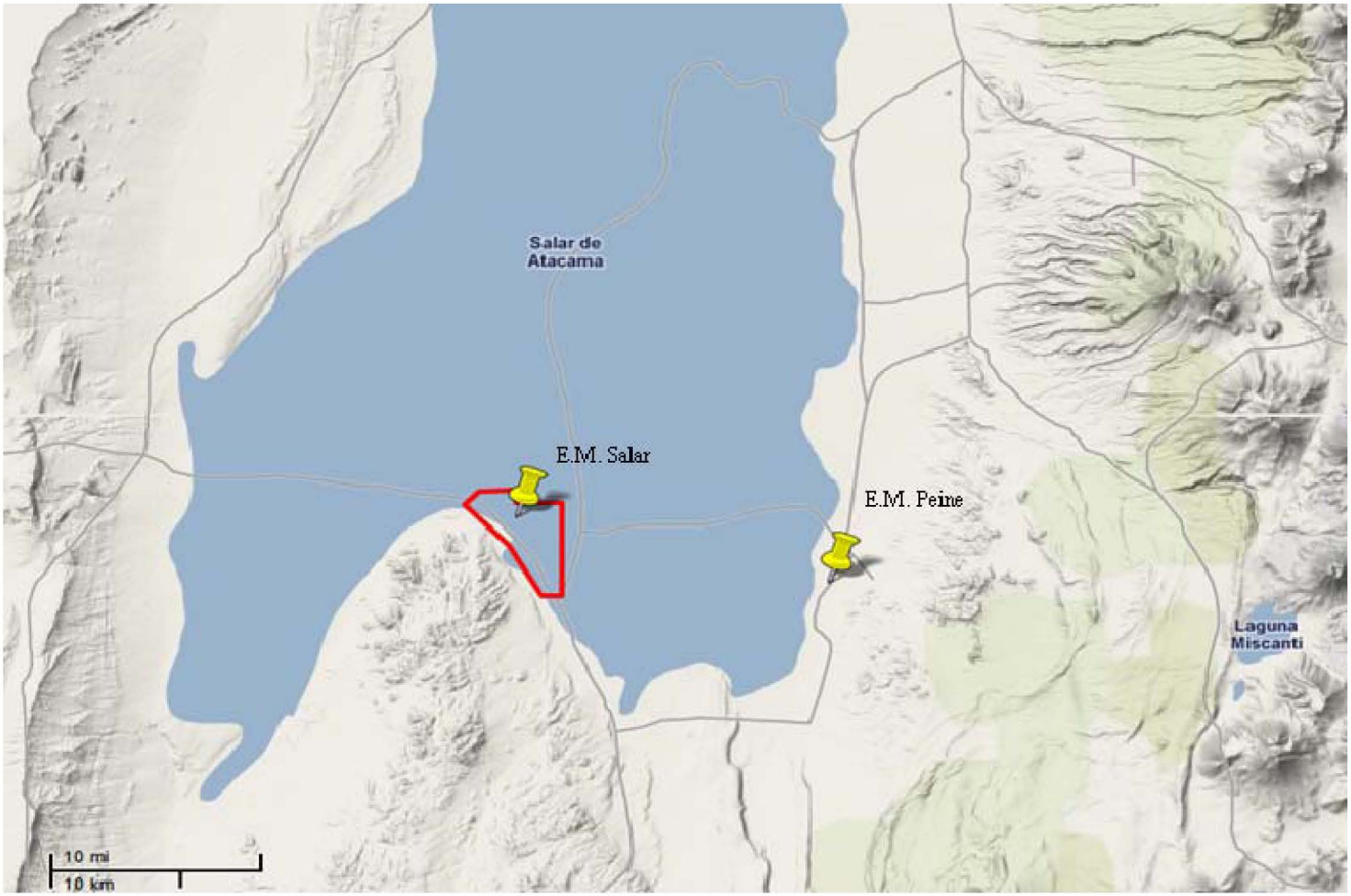
Debido a la altura, las temperaturas son más frías y la misma altura atenúa las oscilaciones térmicas anuales, pero aumenta las diarias. Calama presenta 6.5 ººC de diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y el más frío y de sólo 3.8 ººC en las temperaturas máximas, en cambio presenta hasta 22 ºC de diferencia entre las máximas y las mínimas, pero en días particulares pueden registrarse hasta 30 ºC de diferencia. Por otra parte, lala humedad relativa es muy baja.

### *5.2.1.2 Meteorología*

Los datos que se presentan a continuación fueron obtenidos de la estación meteorológica Salar (23° 38' S, 68° 19' O, 2.300 m.s.n.m aprox.), situada dentro de la Planta Salar de Atacama, propiedad de SCL. Además, se presentan los datos de pluviometría de la estación Peine de la Dirección General de Aguas (DGA) (23º 41’ S, 68º 05’ O, 2.480 m.s.n.m.). La ubicación de las estaciones analizadas se presenta en la Figura 5.3.

[1] Dirección Meteorológica de Chile. www.meteochile.cl [30/09/2008].

**Figura 5.3: Ubicación estaciones meteorológicas**




Fuente: Elaboración propia. Google Maps http://maps.google.com



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## *Temperatura*

Los antecedentes registrados para el período entre enero de 1992 y diciembre-2006 en la estación Salar, ubicada en las instalaciones de la planta, indican una temperatura media anual de 16,6º C. La temperatura máxima media del mes más cálido, enero, es de 30,6º C, mientras que la mínima media del mes más frío, julio, es de 0,2º C (Tabla 5.2, Figura 5.4).

**Tabla 5.2: Temperatura media mensual en estación Salar. Período 1992-2006**

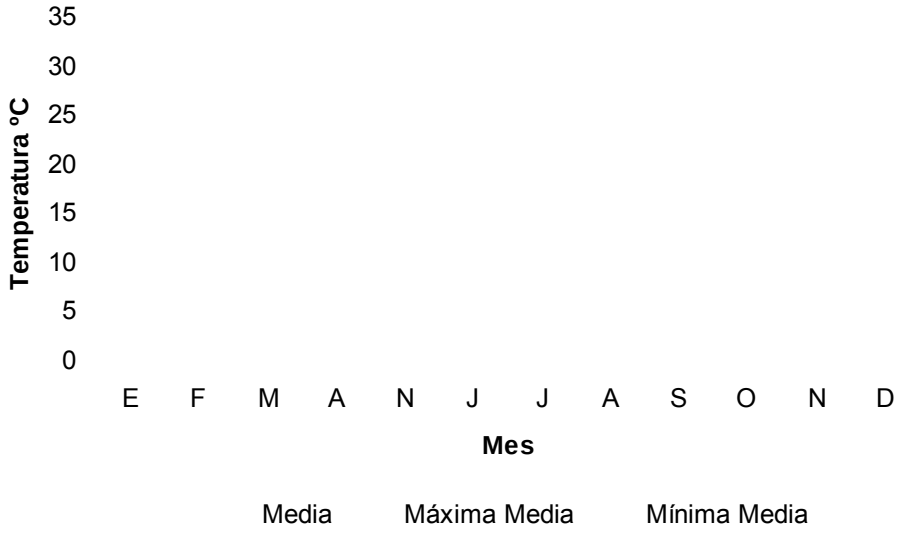
| Mes | Temperatura º C | | |
|---|---|---|---|
| | Media | Máxima Media | Mínima Media |
| Enero | 21,8 | 30,6 | 13,1 |
| Febrero | 21,2 | 30,2 | 12,1 |
| Marzo | 20,0 | 29,2 | 10,9 |
| Abril | 17,0 | 26,7 | 7,4 |
| Mayo | 13,5 | 23,5 | 3,4 |
| Junio | 10,6 | 21 | 0,3 |
| Julio | 10,5 | 20,9 | 0,2 |
| Agosto | 12,8 | 23,4 | 2,2 |
| Septiembre | 14,8 | 25,5 | 4,2 |
| Octubre | 17,2 | 28,1 | 6,3 |
| Noviembre | 18,9 | 29,4 | 8,4 |
| Diciembre | 20,6 | 30,4 | 10,7 |
| Anual | 16,6 | 26,6 | 6,6 |

Fuente: SCL



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.4: Temperatura media mensual en estación Salar. Período 1992-2006.**




Fuente: SCL

## *Precipitaciones*

La precipitación promedio anual en Peine alcanza los 20,3 mm. Las lluvias se concentran en verano, época en la que ocurre el fenómeno llamado invierno altiplánico, siendo febrero y marzo los meses más lluviosos ambos con 5,9 mm. El mes más seco corresponde a noviembre con sólo 0,03 mm de precipitación (Tabla 5.3, Figura 5.5). Por otro lado, durante el período comprendido entre los años 1992 y 2006, el año más lluvioso fue el 2001 con 85,9 mm, mientras que el más seco fue 1993 con sólo 0,4 mm de agua caída (Tabla 5.4, Figura 5.6).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.3: Precipitación media mensual en estación Peine. Período 1974-2008**

| Mes | Precipitación (mm) |
|---|---|
| Enero | 2,7 |
| Febrero | 5,9 |
| Marzo | 5,9 |
| Abril | 0,5 |
| Mayo | 1,2 |
| Junio | 1,7 |
| Julio | 0,5 |
| Agosto | 0,4 |
| Septiembre | 0,6 |
| Octubre | 0,1 |
| Noviembre | 0,03 |
| Diciembre | 0,0 |
| Anual | 20,3 |

Fuente: DGA. Período agosto 1974 - marzo 2008

**Figura 5.5: Precipitación media mensual en estación Peine. Período 1974-2008**




Fuente: DGA. Período agosto 1974 - marzo 2008



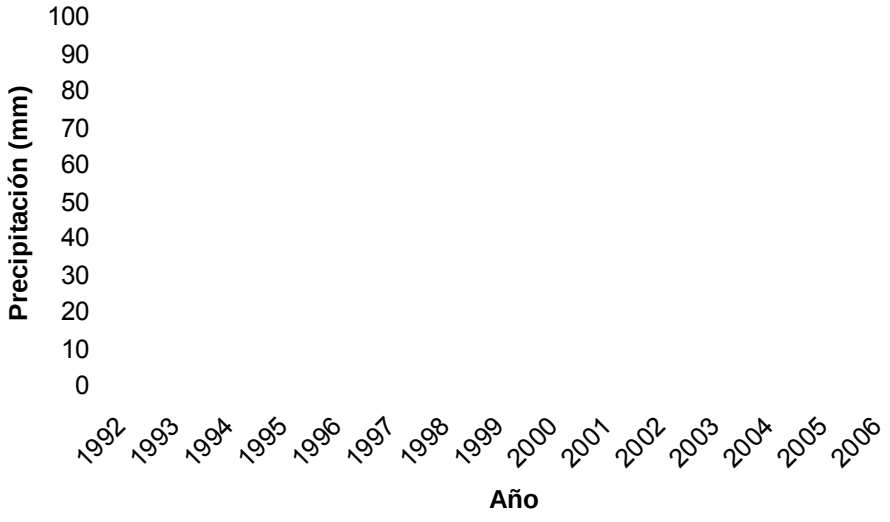
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.4: Precipitación media anual en estación Salar. Período 1992-2006**

| Año | Precipitación (mm) |
|---|---|
| 1992 | 6,4 |
| 1993 | 0,4 |
| 1994 | 0,5 |
| 1995 | 2,9 |
| 1996 | 9,9 |
| 1997 | 34,5 |
| 1998 | 5,5 |
| 1999 | 8,5 |
| 2000 | 9,4 |
| 2001 | 85,9 |
| 2002 | 42,0 |
| 2003 | 2,0 |
| 2004 | 1,5 |
| 2005 | 8,5 |
| 2006 | 7,6 |

Fuente: SCL

**Figura 5.6: Precipitación media anual en estación Salar. Período 1992-2006**




Fuente: SCL

## *Humedad Relativa*

La humedad relativa media anual en la estación Salar es de 30,0% en la medición de mañana y de un 14,1% en la medición de mediodía. Esta diferencia se explica producto del aumento de la radiación solar en la medida que avanza el día. Los datos de humedad relativa en la estación



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Salar para el período 1993-2006 se presentan en laTabla 5.5. En la Figura 5.7 se grafica la humedad relativa media mensual, tanto para las mediciones de mañana como de mediodía.

**Tabla 5.5: Humedad relativa media en estación Salar. Período 1993-2006**

| Mes | Humedad Relativa mañana % | | | Humedad Relativa mediodía % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Media | Máxima Media | Mínima Media | Media | Máxima Media | Mínima Media |
| Enero | 36,3 | 48,1 | 26,8 | 18,0 | 27,9 | 10,0 |
| Febrero | 38,2 | 51,6 | 25,1 | 18,8 | 28,2 | 10,6 |
| Marzo | 38,0 | 58,7 | 26,4 | 18,0 | 30,6 | 12,1 |
| Abril | 30,5 | 39,3 | 21,8 | 14,9 | 21,2 | 9,3 |
| Mayo | 30,1 | 42,3 | 22,9 | 15,1 | 21,9 | 8,0 |
| Junio | 32,3 | 41,7 | 24,7 | 15,6 | 22,8 | 9,1 |
| Julio | 33,3 | 46,7 | 23,2 | 15,3 | 26,2 | 7,2 |
| Agosto | 28,6 | 37,0 | 20,5 | 13,2 | 20,0 | 8,1 |
| Septiembre | 24,2 | 41,3 | 14,9 | 10,9 | 20,0 | 6,9 |
| Octubre | 22,0 | 28,1 | 14,5 | 9,5 | 12,6 | 5,4 |
| Noviembre | 21,2 | 28,7 | 16,4 | 8,7 | 12,9 | 5,2 |
| Diciembre | 25,7 | 35,8 | 18,4 | 11,0 | 14,6 | 6,8 |
| Anual | 30,0 | 41,6 | 21,3 | 14,1 | 21,6 | 8,2 |

Fuente: SCL

**Figura 5.7: Humedad relativa media en estación Salar. Período 1993-2006**



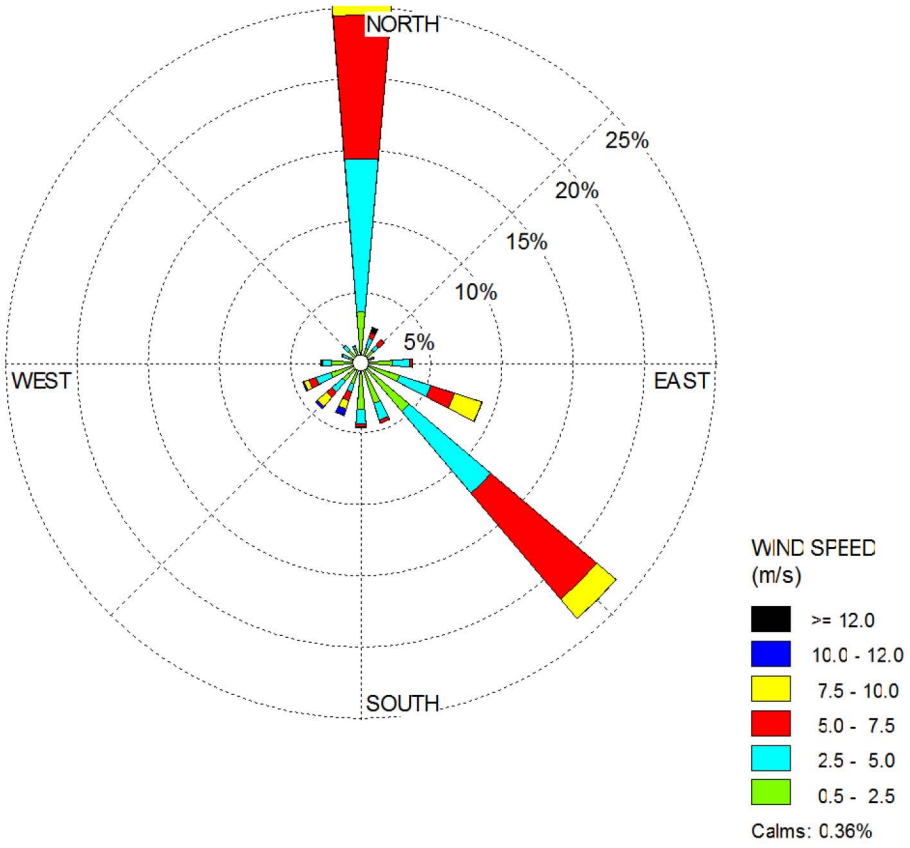

Fuente: SCL

## *Viento*

A continuación se presentan las características de lo vientos registrados en la Estación Tilopozo[2], durante el período comprendido entre el 01 de Enero y el 31 de Diciembre del año 2008.

De acuerdo a la Figura 5.8, la dirección predominante de los vientos registrados en el área del proyecto corresponde a la dirección Norte y Sureste. La velocidad promedio es de 4,01 m/s, sin embargo, ésta puede variar entre los 0,5 y los 10 m/s, y las calmas[3] alcanzan el 0,36%.

**Figura 5.8: Rosa de los Vientos Período Completo.**




Fuente: MEL, Estación Tilopozo.

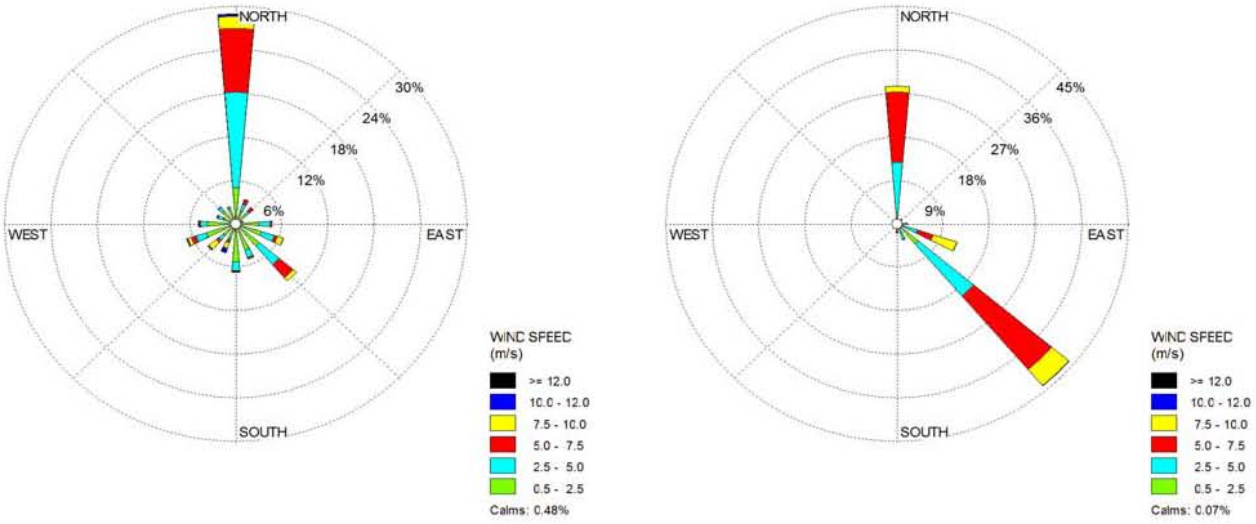
[2] La estación metereologica Tilopozo es de propiedad Minera Escondida Limitada
[3] Porcentaje de calma: porcentaje de tiempo en que la velocidad del viento es menor a 0,5 m/s.

En la Tabla 5.6 se presenta un resumen de las características de los vientos registrados, en horario diurno y nocturno, en el área del proyecto, y en la Figura 5.9 se muestran las rosas de viento respectivas.

**Tabla 5.6: Resumen de vientos medidos en Estación Salar. Período 1 Enero-31 Diciembre 2008.**

| Variable | Período diurno | Período nocturno |
|---|---|---|
| Velocidad promedio del viento (m/s) | 3,25 | 4,64 |
| Rango de variación velocidad del viento (m/s) | 0,5-10 | 0,5-10 |
| Porcentaje de calmas | 0,48% | 0,07% |
| Dirección predominante del viento | N, SE | SE, N |

**Figura 5.9: Rosa de los Vientos Horario Diurno y Horario Nocturno.**




Horario diurno (07:00 - 18:00 hrs.) Horario nocturno (00:00 – 06:00 hrs.)

Fuente: Elaboración propia en base a datos Estacion Metereologica Tilopozo.

## *Evaporación Potencial*

En la Tabla 5.7 y en la Figura 5.10 se muestra la evaporación potencial media en la estación Salar, para el período 1983-2006. En ellas se observa la estacionalidad de esta variable meteorológica. Así, los valores más altos se registran en los meses de verano, 285,9 mm



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

(enero), y los más bajos en los de invierno, 87,6 mm (junio). La evaporación potencial anual media es de 2.340,9 mm.

**Tabla 5.7: Evaporación potencial media en estación Salar. Período 1983-2006**

| Mes | Evaporación Potencial mm | | |
|---|---|---|---|
| | Media | Máxima Media | Mínima Media |
| Enero | 285,9 | 341,5 | 198,7 |
| Febrero | 237,7 | 267,0 | 194,5 |
| Marzo | 215,1 | 260,4 | 69,0 |
| Abril | 170,2 | 194,1 | 158,1 |
| Mayo | 118,6 | 132,4 | 89,7 |
| Junio | 87,6 | 99,5 | 64,1 |
| Julio | 99,8 | 128,6 | 84,6 |
| Agosto | 136,8 | 169,1 | 118,3 |
| Septiembre | 183,4 | 202,6 | 163,0 |
| Octubre | 242,5 | 282,9 | 224,0 |
| Noviembre | 268,5 | 284,9 | 246,0 |
| Diciembre | 294,9 | 334,5 | 252,7 |
| Anual | 2.340,9 | 2.697,5 | 1.862,8 |

Fuente: SCL

**Figura 5.10: Evaporación potencial media en estación Salar. Período 1993-2006**




Fuente: SCL



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.2 Calidad del Aire

No se identifican áreas sensibles a la calidad del aire que sean relevantes de caracterizar respecto del cumplimiento de la normativa aplicable. El poblado más cercano corresponde a la localidad de Peine, ubicado a 27 km al este del área del proyecto.

En la visita a terreno al área del proyecto no se detectaron fuentes emisoras antropogénicas que sean relevantes de caracterizar respecto del cumplimiento de la normativa aplicable. Las únicas emisiones atmosféricas generadas en el área del proyecto, de escasa relevancia desde el punto de vista ambiental, corresponden a las provenientes de las actuales instalaciones de SCL (emisiones de material particulado y gases de combustión de maquinaria y camiones de la faena). El camino de acceso a SCL se encuentra tratado con bischofita, por lo no constituye una fuente de emisión de material particulado (polvo).

Por lo tanto, no se ha considerado necesario establecer una línea de base para la componente ambiental Calidad del Aire.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.3 Geomorfología

La caracterización de la Geomorfología del AID del proyecto se realizó en dos etapas. Durante la primera etapa se llevó a cabo una revisión bibliográfica del sector involucrado, información que fue complementada con lo observado durante las visitas a terreno. En la segunda etapa, se integró la información a un Sistema de Información Geográfica (SIG), de manera de completar la caracterización.

#### *5.2.3.1 Descripción del Área del Proyecto*

De acuerdo a Börgel (1983), el área del proyecto se inserta en la Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleras Prealtiplánicas, específicamente dentro de la unidad microregional de la Gran Fosa de los Salares Prealtiplánicos, la cual se caracteriza por la presencia de diversas fosas extendidas, que en su conjunto abarcan una longitud estimada de 900 km. Dentro de esta unidad, es posible distinguir tres secciones: la Depresión Longitudinal Prealtiplánica, la Gran Fosa de los Salares Prealtiplánicos y la Depresión de los Salares Cautivos Prealtiplánicos, estando el proyecto emplazado en la segunda sección mencionada.

La Gran Fosa abarca todo el ámbito depresivo prealtiplánico. Posee una longitud de 480 km, limitando en el Norte con Potreros de Ayavari (al Norte del salar de Atacama), y en el Sur con la Laguna Santa Rosa, situada en la zona sur del salar de Maricunga. El ancho máximo se localiza en el salar de Atacama con 85 km, mientras que el mínimo se produce entre los salares de Aguilar y de Infieles, donde alcanza sólo los 2 km. Cabe señalar que esta gran fosa es uno de los rasgos morfológicos más interesantes del extremo Norte de Chile, debido a la escasa referencia bibliográfica y su exacto alineamiento Norte-Sur marcado por el acento tectónico de su origen y carácter endorreico.

En la Gran Fosa es posible encontrar los siguientes salares (enumerados de Norte a Sur):

- Salar de Atacama (el más importante)
- Salar de Imilac
- Salar de Punta Negra
- Salar de Pajonales
- Salar de Azufrera
- Salar de Aguas Amargas
- Salar de Aguilar
- Salar de Infieles
- Salar de Pedernales
- Salar de Maricunga

En general, sobre el origen de los salares existen dos temas a debatir. El primero es la génesis de las depresiones donde ellos se alojan, y el segundo, es el origen del carácter químico de los



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

depósitos. Respecto del primer tema, la hipótesis tectónica permite explicar la independencia orográfica, tanto de éstas como de otras fosas altiplánicas. Respecto del segundo tema, se postula que dado el carácter volcánico de la región situada al Este de la Gran Fosa, las acciones hidrotermales podrían ser suficientes para contaminar con sales las aguas de los ríos presentes en las cuencas. Sin embargo, queda por establecer la causa por la cual cada uno de los salares contiene depósitos minerales diferentes: bórax, litio, sodio, potasio, calcio, etc.

El salar de Atacama, de edad pliocénica, se constituye como la cuenca salina más representativa de la Gran Fosa. Hacia él concurren las aguas de sistemas hidrográficos prealtiplánicos, destacándose por el Norte la confluencia del río San Pedro, con sus afluentes el Salado y el Grande, y del río Villama, mientras que por el sur se distingue la quebrada de Aguas Blancas.
Destaca en el borde occidental del salar la presencia del llano de la Paciencia, el que con sus 80 km de largo y más de 8 km de ancho, transige en los cerros de Purilactis a una orografía más accidentada. Aparecen también los relieves de la Cordillera de Domeyko, la que está separada del salar por un plano de falla de carácter regional. La Cordillera de la Sal en el borde noroccidental, se caracteriza por una eminencia muy rigurosa, que conforma un cordón montañoso de cerca de 4 km de largo.
Hacia el Sur, la cuenca se cierra con los cordones de Lila y Chinquilchoro. Asimismo, se desarrolla un cordón montañoso constituido en su núcleo central por granitoides del Paleozoico junto con secuencias volcánicas y volcánico-sedimentarias, conformando un relieve relativamente abrupto con cimas agudas y numerosas quebradas producto de procesos exógenos con resultados diferenciales, según los componentes litológicos.

El límite Norte es un portezuelo formado por los cerros de Tatio, donde se une la cadena de cerros volcánicos, mientras que hacia el Oriente del salar se desarrolla un plano inclinado que está constituido principalmente por tobas ignimbríticas y riolíticas terciarias.

A modo de resumen, se puede señalar que las principales unidades geomorfológicas de la cuenca del Salar de Atacama son las siguientes:

- Núcleo de halita del Salar
- Zona Marginal del Salar (componentes detríticos, carbonatos y sulfatos)
- Zona aluvial
- Cordillera de la Sal (halita y yeso)
- Cordillera de Domeyko (predominio de rocas sedimentarias)
- Precordillera de los Andes (mayormente ignimbritas)
- Cordillera de los Andes



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## *Indicadores Morfológicos*

### *Altitud*

El Proyecto se emplazará en una zona bastante homogénea en cuanto a la altitud. De hecho, en el área del proyecto la altura sólo varía entre los 2.300 y los 2.350 metros. Sin embargo, cabe mencionar que hacia el Suroeste, fuera del área de influencia del proyecto, la altitud comienza a aumentar, llegando hasta los 3.200 metros (Figura 5.11).

### *Pendientes*

La zona en que se ubicará el proyecto corresponde a una meseta en la que la pendiente varía entre los 0º y 5º. Cabe mencionar que el área del proyecto es un área plana que, en su mayoría, no presenta cambios de pendiente (pendiente = 0º). Sólo en una pequeña porción del borde occidental del polígono, la pendiente sobrepasa los 5º (Figura 5.12).

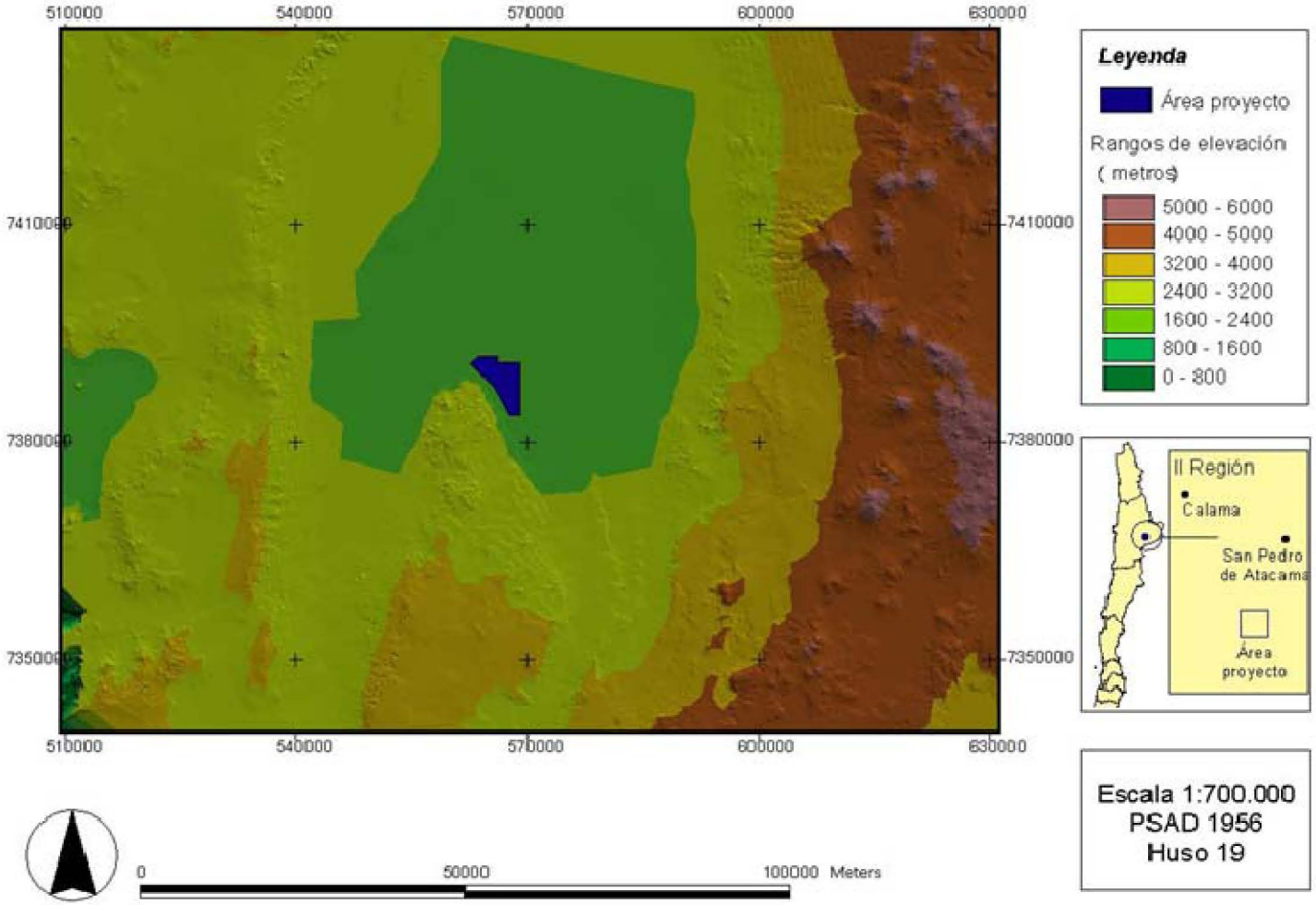
### *Exposición*

El área del proyecto se localiza en una zona llana, en la que no existe una orientación que domine (Figura 5.13).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.11: Altitud del área del proyecto**

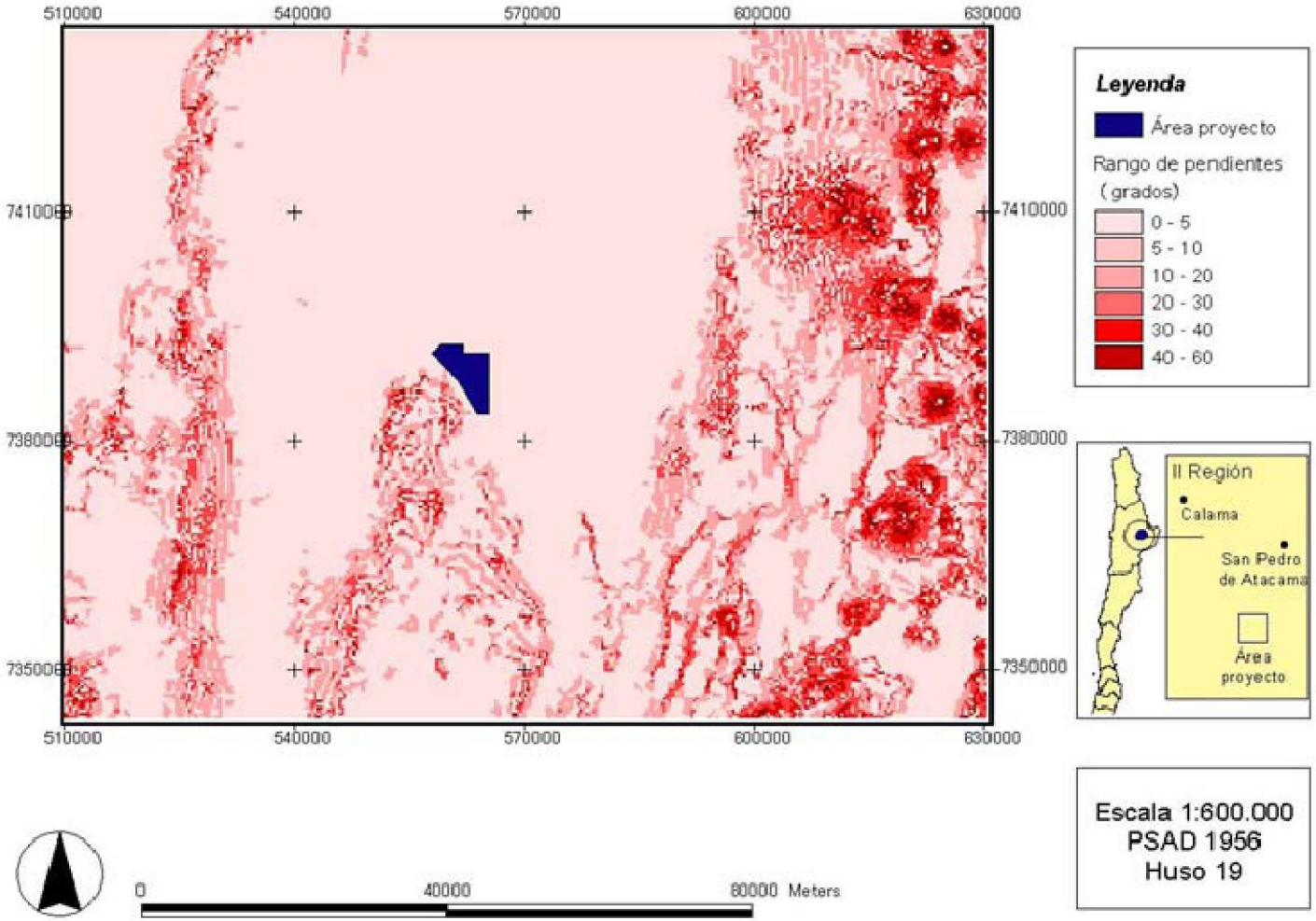



Fuente: Elaboración propia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.12: Pendientes del área del proyecto**

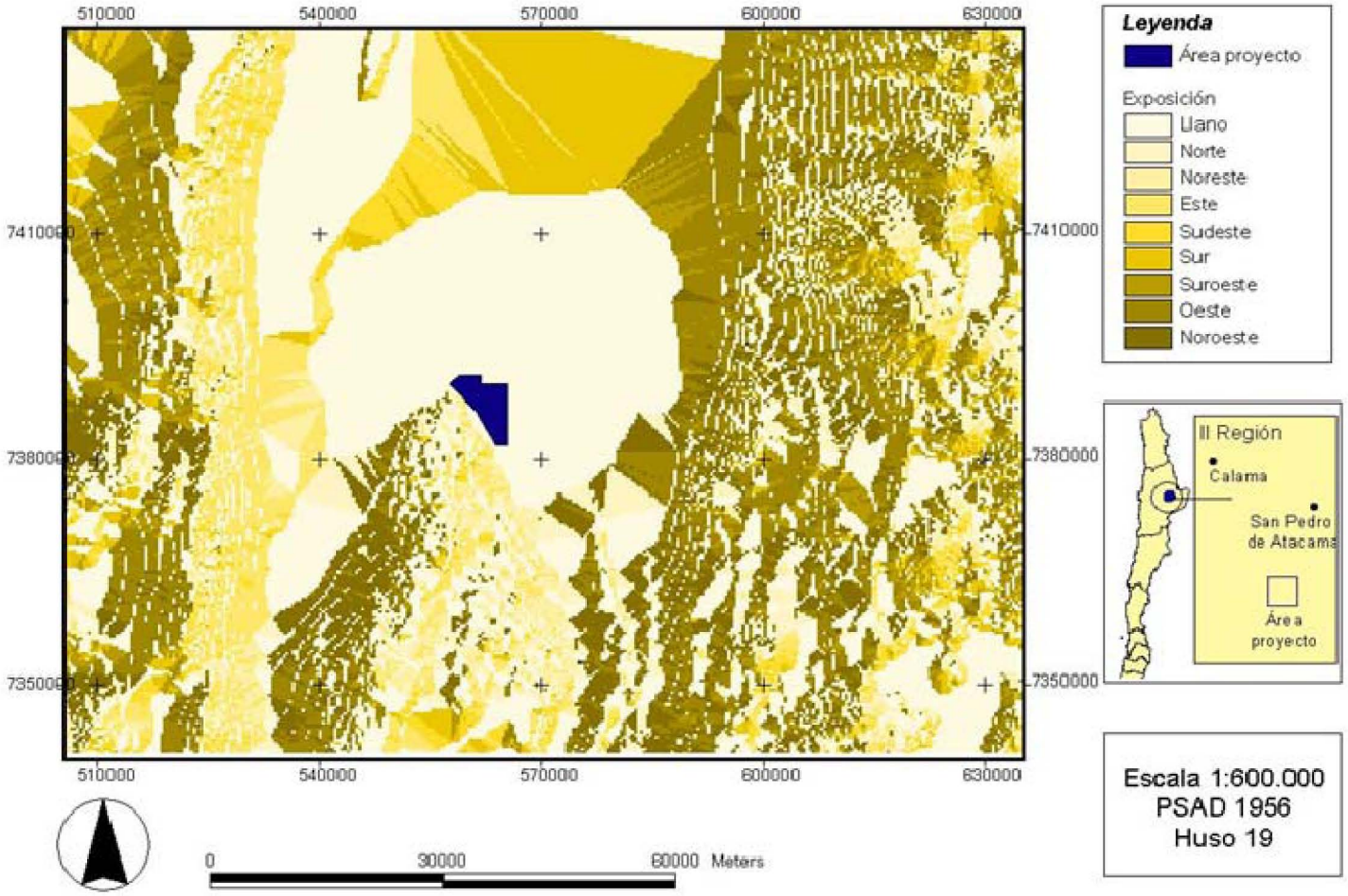



Fuente: Elaboración propia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.13: Exposición del área del proyecto**




Fuente: Elaboración propia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.3.2 Morfología Asociada

De acuerdo a Marsh (1978)[4], es posible inferir ciertas características geomorfológicas del área de influencia en función de la pendiente que ésta presente, lo que se muestra a continuación en la Tabla 5.8.

**Tabla 5.8: Relaciones grado de pendiente/geomorfología según Marsh (1978)**

| Pendiente | Proceso (Erosión / Depositación) | Textura del Suelo | Tipo Geomorfológico |
|---|---|---|---|
| 0° – 5° | Depósito fluvial | Arcillas, limos, arenas con partículas mayores | Llanura de inundación |
| 5° – 10° | Escorrentía, depósito de rocas | Gruesa, con mezcla de arena, limo y arcilla | Pie de ladera o terraza |
| 10° – 20° | | Transicional | |
| 20° – 40° | Depósitos de rocas | Muy gruesa | Taludes y conos de desmoronamiento |
| 40° – 60° | | Transicional | |
| 60° – 90° | Alteración atmosférica y movimiento de masas (desprendimiento de rocas y deslizamientos) | Ninguna (roca madre compacta y/o alterada) | Escarpe, cuesta, risco |

Entonces, a partir de las pendientes mostradas en la Figura 5.12, se puede establecer que el proyecto se emplazará en una planicie correspondiente a un depósito fluvial, en la que la textura del suelo bajo la costra salina es una mezcla de arcillas, limos y arenas. Según lo mencionado, este lugar corresponde a una llanura de inundación.

### 5.2.3.3 Conclusiones

El Salar de Atacama se emplaza en una fosa prealtiplánica. Esta gran fosa es uno de los rasgos morfológicos más interesantes del extremo norte de Chile, donde es posible identificar un exacto alineamiento norte–sur, marcado por el acento tectónico de su origen y carácter endorreico.

El sector del proyecto corresponde a una “llanura de inundación”, en la que la pendiente es casi nula pues no sobrepasa los 5º y la altura se mantiene prácticamente constante en los 2.300 m.s.n.m. El área del proyecto se sitúa, en su totalidad, en el denominado Núcleo del Salar, el que corresponde a un cuerpo salino formado de costras duras de cloruro de sodio, pudiendo encontrarse también depósitos minerales de bórax, litio, sodio, potasio, calcio, etc.

[4] Marsh, William M. 1978. Environmental Analysis for Land Use and Site Planning. McGraw-Hill, New York

## 5.2.4 Geología

### *5.2.4.1 Geología Local*

La cuenca del Salar, en el jurásico formó parte del borde Oriental del Geosinclinal Andino con depositación de evaporitas en su fase regresiva. Las capas jurásicas fueron plegadas y erosionadas formando una cuenca continental, sobre la cual se depositaron sedimentos clásticos del Cretácico, con algunas intercalaciones de evaporitas. Durante el Terciario y el Cuaternario Inferior continuaron los procesos de alzamiento y subsidencia, controlados principalmente por una tectónica de bloques.

Rocas sedimentarias clásticas y evaporitas del Terciario Inferior, constituyen la Cordillera de la Sal, que corresponde a una estructura de domos y pliegues. Subyacen en discordancia angular y de erosión, flujos de ignimbritas con intercalaciones clásticas del Terciario Medio a Superior. Estos flujos provinieron del Este y en partes cruzaron un relieve positivo que coincidía parcialmente con la actual Cordillera de Domeyko. Depósitos lagunares de carbonatos de la parte Sur-Oeste del Salar están afectados, al igual que las ignimbritas, por fallas y flexuras de rumbo Norte. Depósitos lagunares y piedemonte del Cuaternario Inferior, que sobreyacen en discordancia de erosión a las ignimbritas, están cortadas por fallas normales con el último alzamiento de la Cordillera de la Sal.

Se ha establecido que depósitos aluviales recientes rodean al Salar y engranan con las evaporitas. La cuenca está limitada hacia el Este, en el borde occidental de la Puna de Atacama por una línea de centros volcánicos andesíticos y basálticos, de edad Cuaternaria a Reciente. La superficie actual del Salar está formada por depósitos clásticos y evaporitas, distribuidas estas últimas en una zonación relacionada con la solubilidad relativa de las sales y que donde el borde del Salar hacia su centro corresponden a limos salinos, eflorescencias y el “núcleo” salino central. Los ejes del plegamiento tienen dos direcciones principales: Noroeste a Noreste, afectando a unidades Paleozoicas y Triásicas, y Norte-Noreste afectando a rocas del Jurásico al Terciario.

En cuanto al Núcleo, su espesor promedio alcanza los 650 metros, con una profundidad máxima estimada de 1.400 metros y está impregnada por una salmuera intersticial muy rica en litio, potasio, magnesio y boro.

En profundidad se pueden distinguir dos capas principales: una capa superior de potencia comprendida entre 15 y 30 metros, de mayor porosidad (alrededor de un 12%) y conductividad hidráulica, compuesta por sal con textura granulada; y una capa inferior de menor porosidad (alrededor de un 4%) y de mucho menor conductividad hidráulica, conformada por un 90% de halita cristalizada porosa.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Las formaciones geológicas presentes en el área de estudio se presentan en la Tabla 5.9 y Figura 5.14.

**Tabla 5.9: Formaciones geológicas de la zona**

| Sector | Formación Geológica | Era Geológica | Período Geológico | Tipo | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|
| Salar de Atacama | MQs | Cenozoico | Neógeno (Mioceno-Cuaternario) | Secuencias sedimentarias | Depositos evaporíticos: sulfatos, cloruros, carbonatos y niveles detríticos finos, localmente con bórax y/o litio. |
| Cordillera de la Sal | MP1I | Cenozoico | Neógeno (Mioceno Superior-Plioceno) | Secuencias sedimentarias | Secuencias sedimentarias lacustres, en parte fluviales y aluviales: limos, arenas, conglomerados, calizas y ceniza volcánica. |
| Peine<br>Sur<br>Oeste | Qa | Cenozoico | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Secuencias sedimentarias | Depósitos aluviales, subordinadamente coluviales o lacustres: gravas, arenas y limos. |
| Tilomonte<br>Tilopozo<br>Sur | P3t | Cenozoico | Neógeno (Plioceno) | Secuencias volcánicas | Depósitos piroclásticos dacíticos a riolíticos parcialmente soldados. |
| Sur | PPI1c | Cenozoico | Neógeno (Plioceno-Pleistoceno) | Secuencias sedimentarias | Conglomerados, areniscas, limolitas y arcillolitas, generalmente consolidados, de facies principalmente aluviales, subordinadamente lacustres y eólicas. |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

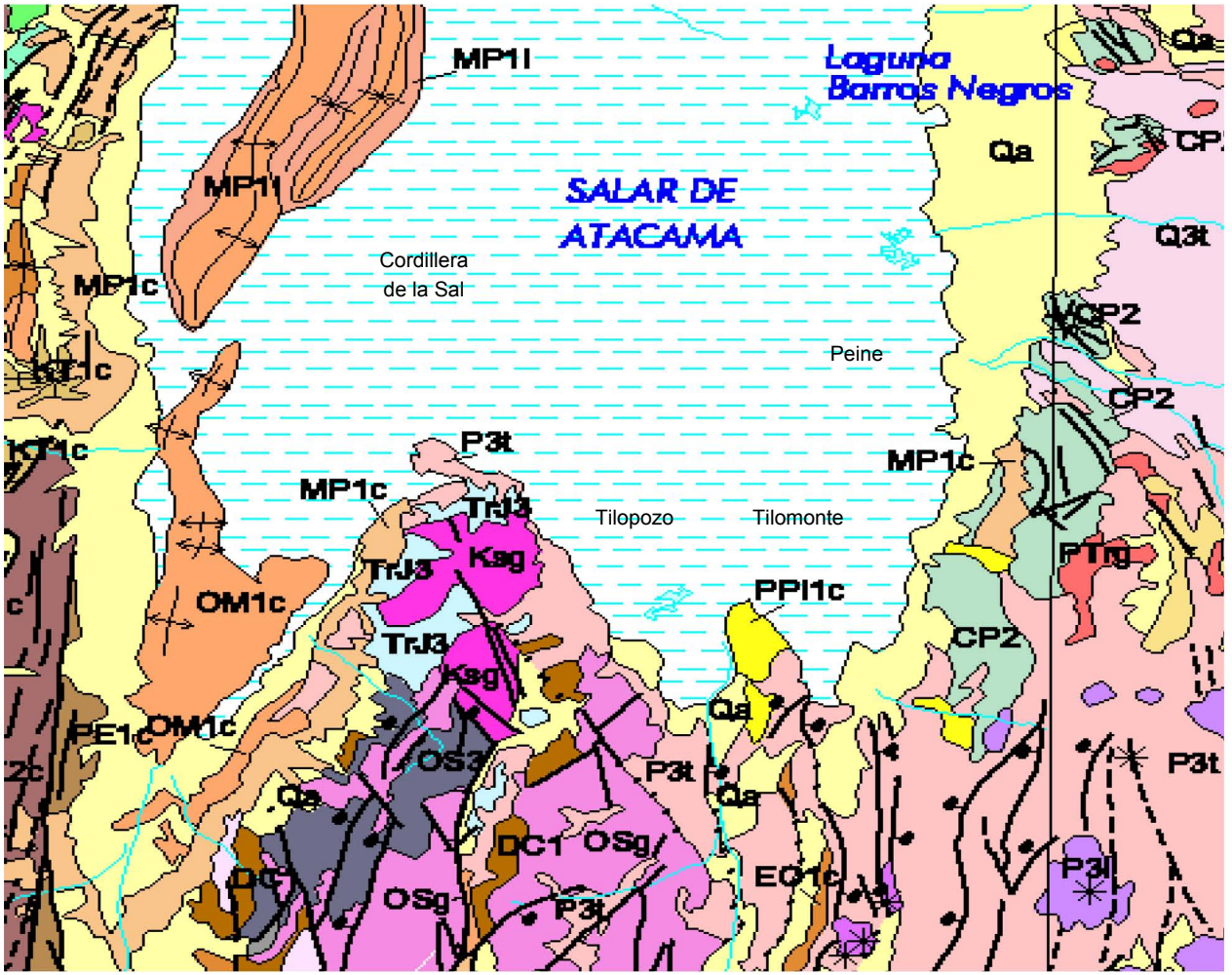
| Sector | Formación Geológica | Era Geológica | Período Geológico | Tipo | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|
| Sur | Kag | Mesozoico | Cretácico Superior (90-65MA) | Rocas intrusivas | Monzodioritas, granodioritas, gabros y dioritas de piroxeno, biotita y hornblenda; pórfidos andesíticos y dioríticos. |
| Sur | TrJ3 | Mesozoico | Triásico (Triásico-Jurásico Inferior) | Secuencias volcánicas | Secuencias volcánicas continentales y transicionales: lavas, domos, brechas, basálticos a riolíticos con intercalaciones de areniscas y conglomerados. |
| Sur | MP1c | Cenozoico | Neógeno (Mioceno Superior-Plioceno) | Secuencias sedimentarias | Secuencias sedimentarias clásticas de piedemonte, aluviales, coluviales o fluviales: conglomerados, areniscas y limolitas. |
| Suroeste | OM1c | Cenozoico | Paleógeno (Oligoceno-Mioceno) | Secuencias sedimentarias | Secuencias sedimentarias continentales parálicas o aluviales: conglomerados areniscas, lutitas, calizas y mantos de carbón. |

Fuente: Elaboración propia en base a información Fuente: SERNAGEOMIN. Mapa Geológico de Chile: Versión Digital. Publicación Geológica Digitan, Nº 4, 2003.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.14: Mapa geológico de la zona**




Fuente: SERNAGEOMIN. Mapa Geológico de Chile: Versión Digital. Publicación Geológica Digitan, Nº 4, 2003.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *5.2.4.2 Conclusiones*

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el Salar de Atacama corresponde a una cuenca tectónica. El área del proyecto se caracteriza por la presencia de rocas cuya formación varía entre el Mesozoico y el Cenozoico, con el desarrollo de secuencias sedimentarias y volcánicas, además de rocas intrusivas. El Salar colecta aguas superficiales y subterráneas cargadas de sólidos disueltos, y que por efecto de la evaporación se transforma en salmueras las cuales se constituyen en un acuífero libre. Es frecuente la presencia de gravas, arenas y limos, sobre todo en el borde Oriental y Occidental del Salar. El borde Sur se caracteriza por la presencia de diversas formaciones geológicas.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.2.5 Suelos

### *5.2.5.1 Descripción de los Suelos del Desierto*

De acuerdo a Rovira (1984)[5], los suelos de la Región de Antofagasta forman parte de los denominados "Suelos del Desierto". Este tipo de suelo se localiza entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Atacama, específicamente entre el límite internacional con el Perú y las cercanías de Copiapó. Estos suelos son delgados a moderadamente profundos (50-100 cm), y comprenden a los órdenes Aridisoles, Histosoles y Entisoles, no obstante los predominantes son los Entisoles (Figura 5.15).

Un sector realmente desértico cubre las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Dadas estas condiciones imperantes, podría esperarse que la mayoría de los suelos de la zona fueran aridisoles. Sin embargo, las significativas diferencias locales, explicadas fundamentalmente por el relieve, propician la existencia de tres subregiones que acusan la distribución espacial de temperaturas y precipitaciones.

Sobre las pampas de la meseta central alta, se registran los valores extremos de aridez con una ausencia absoluta de humedad y vegetación, lo que se ve reflejado en la presencia de entisoles.

A medida que se avanza hacia el Sur del área desértica, los suelos comienzan a manifestar una mayor evolución de los horizontes, producto principalmente de un aumento de las precipitaciones. Es así que aparecen los aridisoles, ocupando un área cuyo centro está aproximadamente en el valle del río Huasco. Los aridisoles se extienden hacia el Norte en la medida que las condiciones ambientales lo permitan, apareciendo en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa. Esto, porque en dicho sector se producen neblinas cuya humedad favorece un mayor desarrollo de los procesos pedogenéticos y la presencia de una cubierta vegetal de relativa importancia. Por otro lado, se registra la presencia de aridisoles en la precordillera andina, cuando se dan condiciones de mayor humedad.

El perfil típico de los suelos de la región desértica presenta un horizonte A de 5 a 20 cm de espesor, de colores pardo claro a rosado, con contenido prácticamente nulo de materia orgánica. Por su parte, el horizonte B manifiesta un mayor espesor, su tonalidad es más rojiza, su textura es más fina y presenta un mayor contenido de materia orgánica. El horizonte subyacente posee altos contenidos de calcio, y en algunas ocasiones, aparece como un horizonte cementado con cal y sílice.

[5] Rovira, A. 1984. Tomo V: Geografía de los Suelos: Instituto Geográfico Militar, Chile. 177p.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

La Cordillera de los Andes, en este sector del país, se presenta como una altiplanicie, en la que la altura se manifiesta como una disminución de la temperatura, mientras que por los efectos del denominado “invierno boliviano”, hay un aumento de las precipitaciones. Esto último permite el establecimiento de vegetación esteparia de altura, lo que conduce a la ocurrencia de suelos propios de ambientes semiáridos. Hasta los 4.000 m de altura, el predominio sigue siendo de los entisoles, en tanto que sobre esa cota comienzan a aparecer en forma abundante los molisoles, asociados a praderas altiplánicas, con inclusiones más o menos importantes de suelos azonales, fundamentalmente halomórficos.

### *5.2.5.2 Descripción de los Suelos del Área del Proyecto*

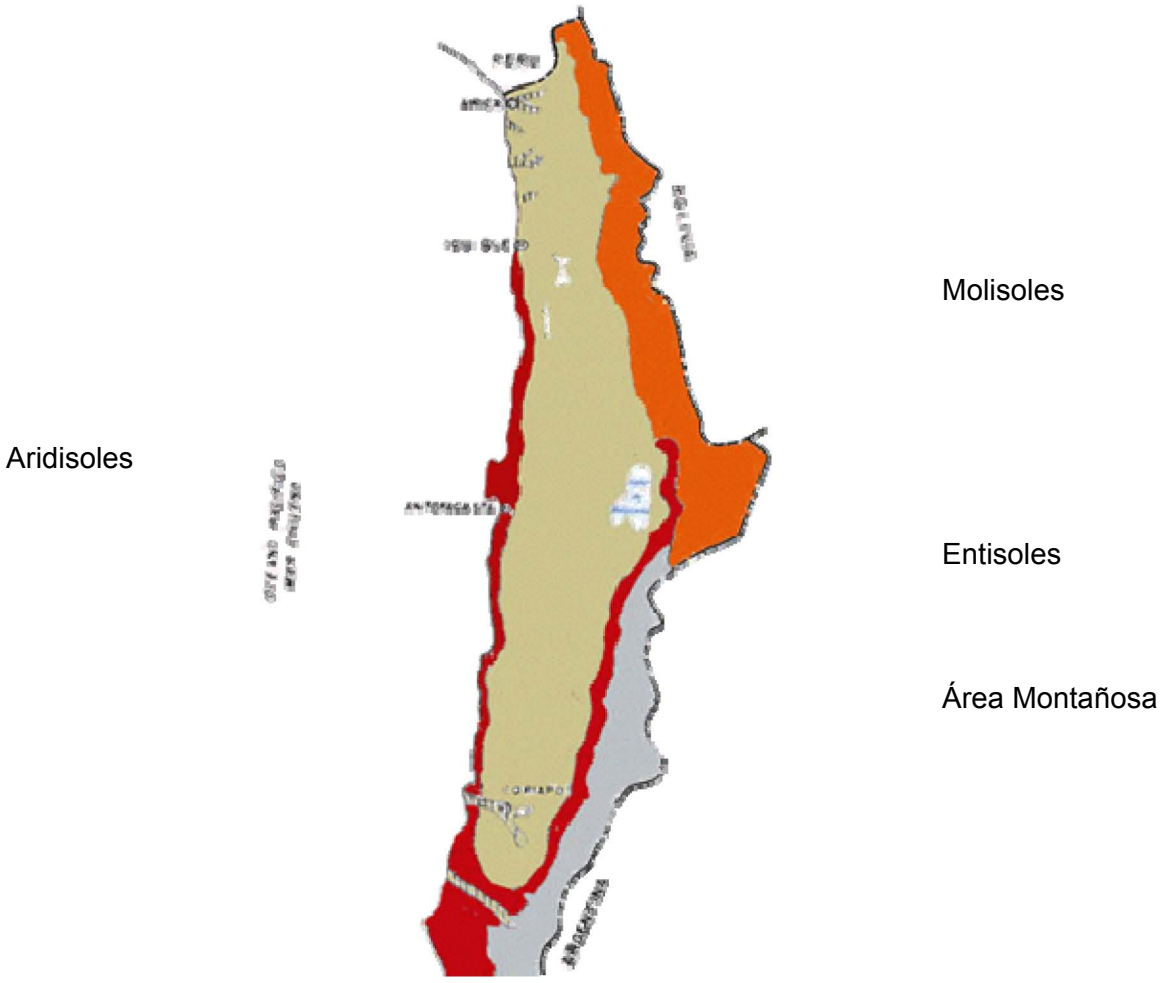
En la cuenca del Salar de Atacama, los tipos de suelo posibles de identificar son muy escasos, pues está constituida casi en su totalidad por el cuerpo salino. Sólo se ha identificado una entidad taxonómica que corresponde al tipo Entisol, situado en los alrededores del salar.

Los suelos de este orden se caracterizan por ser muy delgados, de menos de 10 cm de espesor (profundidad que en ciertos casos puede ser mayor), su tonalidad predominante es gris rosado en seco y gris rojizo en húmedo, no presentan evolución de horizontes ni contenido de materia orgánica y el material subyacente es de alto contenido calcáreo y salino. Pueden ser suelos jóvenes que no han tenido tiempo de desarrollarse, o bien pueden ser suelos viejos, en sentido geológico, que no han desarrollado horizontes por corresponder a materiales resistentes a la meteorización. Se presentan virtualmente en todos los climas sobre superficies fisiográficas recientes, ya se trate de empinadas pendientes sujetas a intensa erosión, o sobre planos de sedimentación en donde se han depositado los materiales recién transportados. También pueden encontrarse sobre superficies fisiográficas antiguas en donde, producto de la intervención del hombre, se ha destruido el perfil del suelo.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.15: Órdenes de suelos en el extremo norte de Chile**




Fuente: FAO

### *5.2.5.3 Conclusiones*

Según lo presentado anteriormente, se puede concluir que el recurso suelo es inexistente en el área del proyecto. El sustrato, tal como se señaló, corresponde a la costra salina que caracteriza al núcleo de Salar, por lo tanto, no hay un desarrollo edafológico como el que se puede identificar en la zona marginal del Salar, ubicada hacia el Este y distante a 23 km aproximadamente de las actuales instalaciones de SCL. Sólo en los alrededores del Salar se ha identificado una unidad taxonómica que corresponde al tipo Entisol.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.2.6 Hidrogeología

El área de influencia directa del proyecto, relacionada con la componente hidrogeológica, es el medio permeable ubicado bajo la costra salina del núcleo del salar de Atacama, desde donde SCL extrae salmuera para sus procesos (Ver Figura 5.1).

La existencia de una zona de baja permeabilidad en torno al núcleo impide que el efecto del bombeo se propague fuera de éste. Dicha barrera hidrogeológica, junto con el plan de monitoreo propuesto, garantizan que no se producirá influencia indirecta o directa apreciable en los márgenes exteriores al núcleo, es decir, en en el área donde se ubican las lagunas y las zonas húmedas (zona marginal, ver Figura 5.19).

La caracterización hidrogeológica que se presenta a continuación fue elaborada por GCF Ingenieros. Los datos numéricos y las afirmaciones técnicas están respaldados por dos trabajos, uno de ellos es un estudio hidrológico e hidrogeológico (Anexo 5.3), elaborado específicamente para el presente EIA. El segundo texto forma parte de los estudios básicos requeridos para el desarrollo de un modelo de flujo subterráneo del núcleo del salar (Anexo 5.2). Los documentos citados, fueron elaborados por GCF Ingenieros por encargo del titular.

### *5.2.6.1 Contexto Regional*

El contexto regional corresponde a una visión global de la cuenca hidrográfica del salar de Atacama y algunas cuencas vecinas.

El sistema hídrico asociado al Salar de Atacama incluye elementos de distintas naturalezas y dimensiones que interactúan, creando una unidad hidrológica e hidrogeológica de gran extensión y complejidad. Entre los elementos mencionados se cuentan:

Salar: costra formada por depósitos salinos, saturada con agua de elevada concentración de sales (salmuera). Cuenca hidrológica: corresponde al área de aporte al salar, según la red de drenaje superficial. Cuenca hidrogeológica: es el área de aporte al salar, según la escorrentía subterránea.

Existen varias cuencas endorreicas que circundan la cuenca hidrológica del Salar de Atacama, cuyas descargas son análogas a la de éste, es decir, por evaporación desde salares más pequeños o lagunas, que se ubican en las áreas de menor elevación de cada cuenca.

Estas cuencas podrían estar conectadas subterráneamente con el Salar de Atacama, puesto que existen medios compuestos por rocas volcánicas alteradas y sedimentos cuaternarios que podrían constituir vías de conexión. Análogamente, la cuenca del Salar de Atacama, podría estar conectada subterráneamente con cuencas de elevación inferior, ubicadas hacia el poniente. No existen, en el área, unidades geológicas asociables al basamento impermeable que permitan



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

establecer divisorias hidrogeológicas, salvo el Cordón de Chinquilchoro, cuyo extremo norte corresponde a la Península de Chepica.

De lo anterior se desprende que la cuenca hidrogeológica asociada al salar de Atacama, no coincide necesariamente con la cuenca hidrológica, definida por las divisorias de aguas.

En cada una de las 3 componentes geográficas, el agua (con distintas concentraciones de sales) entra, fluye o sale del sistema, de diversas formas.

El agua ingresa como precipitación nival y pluvial, fluye superficial y subterráneamente, saliendo por evaporación y evapotranspiración. Lo anterior se refiere exclusivamente a procesos naturales; si se agrega la componente humana, se deben contabilizar entre las descargas, las extracciones artificiales.

La escorrentía total (superficial + subterránea) que se genera, depende de la precipitación, evaporación y evapotranspiración, infiltración y conductividades hidráulicas, verticales y horizontales de los medios subterráneos, entre otros.

Según un balance directo, la recarga total de la cuenca de aporte efectivo al salar (cuenca hidrogeológica) debería coincidir con el caudal evaporado desde los bordes del núcleo, el cual, según las estimaciones de Mardones, es de aproximadamente 5.4 $m^3/s$ (caudal promedio anual). Por lo tanto, la recarga efectiva promedio, que recibe la cuenca del salar debe ser de aproximadamente 5.4 $m^3/s$.

Las demandas hídricas en el área provienen principalmente de la minería; para ese uso, actualmente se extraen del orden de 2 $m^3/s$ de agua subterránea, bombeados desde los volúmenes almacenados en acuíferos de agua dulce que rodean el salar.

Los usos domésticos y agrícolas, son menores y se abastecen por flujos superficiales estacionales y captaciones subsuperficiales (norias).

En el núcleo mismo, la salmuera almacenada se explota como un recurso minero.

### *5.2.6.2 Contexto Local*

A nivel local, es necesario analizar el núcleo del salar de Atacama y su entorno directo que corresponde a su borde húmedo. En él descargan las quebradas, cauces y acuíferos circundantes, originando lagunas, vegas y bofedales.

En los siguientes puntos se han analizado los principales aspectos relacionados con la hidrogeología del núcleo y su entorno.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## *Medios permeables*

El núcleo del salar presenta una estratigrafía variable. A nivel global se pueden diferenciar algunas zonas de características transmisivas y de almacenamiento semejantes. En los bordes del núcleo se han detectado estratos de muy baja permeabilidad, cuya existencia es consistente con la génesis geológica del núcleo. Se estima que la permeabilidad de esa zona debería tener valores entre $1 \cdot 10^{-6}$ y $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

En el núcleo mismo (ver 19), el medio subterráneo en los primeros 30 a 40 m de profundidad, tiene por lo general una permeabilidad mayor a $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Ésa área constituye la reserva mineralógica de salmuera del salar. Sin embargo, existen zonas de baja permeabilidad intercaladas con áreas más transmisivas, originando un medio conductivamente heterogéneo.

En la Tabla 5.10 se presentan algunos valores obtenidos de pruebas de bombeo realizadas por SCL. En la Tabla 5.11 se han integrado los valores de la Tabla 5.10 y se han agregado los valores que probablemente son representativos del borde del núcleo.

Bajo los 40 m de profundidad, se han detectado predominantemente capas arcillosas y cementadas.

**Tabla 5.10: Rangos medidos de conductividad hidráulica y porosidad efectiva**

| área | prof. [m], hasta | $k_{min}$ [m/s] | $k_{max}$ [m/s] | $S_{Ymin}$ [%] | $S_{Ymax}$ [%] |
|---|---|---|---|---|---|
| zona norte | 3.0 | 0.0055 | 0.0300 | 12.00 | 18.00 |
| | 5.0 | 0.0005 | 0.0275 | 0.64 [†] | 6.00 |
| | 16.5 | 0.0013 | | 5.50 | |
| zona sur | 3.0 | 0.0035 | | 3.50 | |
| | 15.0 | 0.0016 | | 17.90 | |
| | 30.0 | 0.0001 | 0.0037 | 12.80 | 18.50 |

[†]: Valor probablemente correspondiente a un estado semiconfinado de la costra.

**Tabla 5.11: Rangos conductividad hidráulica y porosidad efectiva en núcleo y borde**

| área | prof. [m] | $k_{min}$ [m/s] | $k_{max}$ [m/s] | $S_{Ymin}$ [%] | $S_{Ymax}$ [%] |
|---|---|---|---|---|---|
| Borde núcleo | ------ | $1 \cdot 10^{-8}$ | $1 \cdot 10^{-6}$ | ------ | ------ |
| Núcleo salar | entre 0 y 40 | $1 \cdot 10^{-4}$ | $3 \cdot 10^{-2}$ | 3.5 | 18.5 |

## *Niveles de salmuera*

SCL ha monitoreado los niveles de salmuera en el núcleo desde agosto de 1989 a la fecha (enero de 2009). Se cuenta con 29 puntos de control de salmuera en el núcleo y con 2 puntos de monitoreo de agua dulce; estos últimos ubicados en las áreas de Tilopozo y Tucúcaro. En la Figura

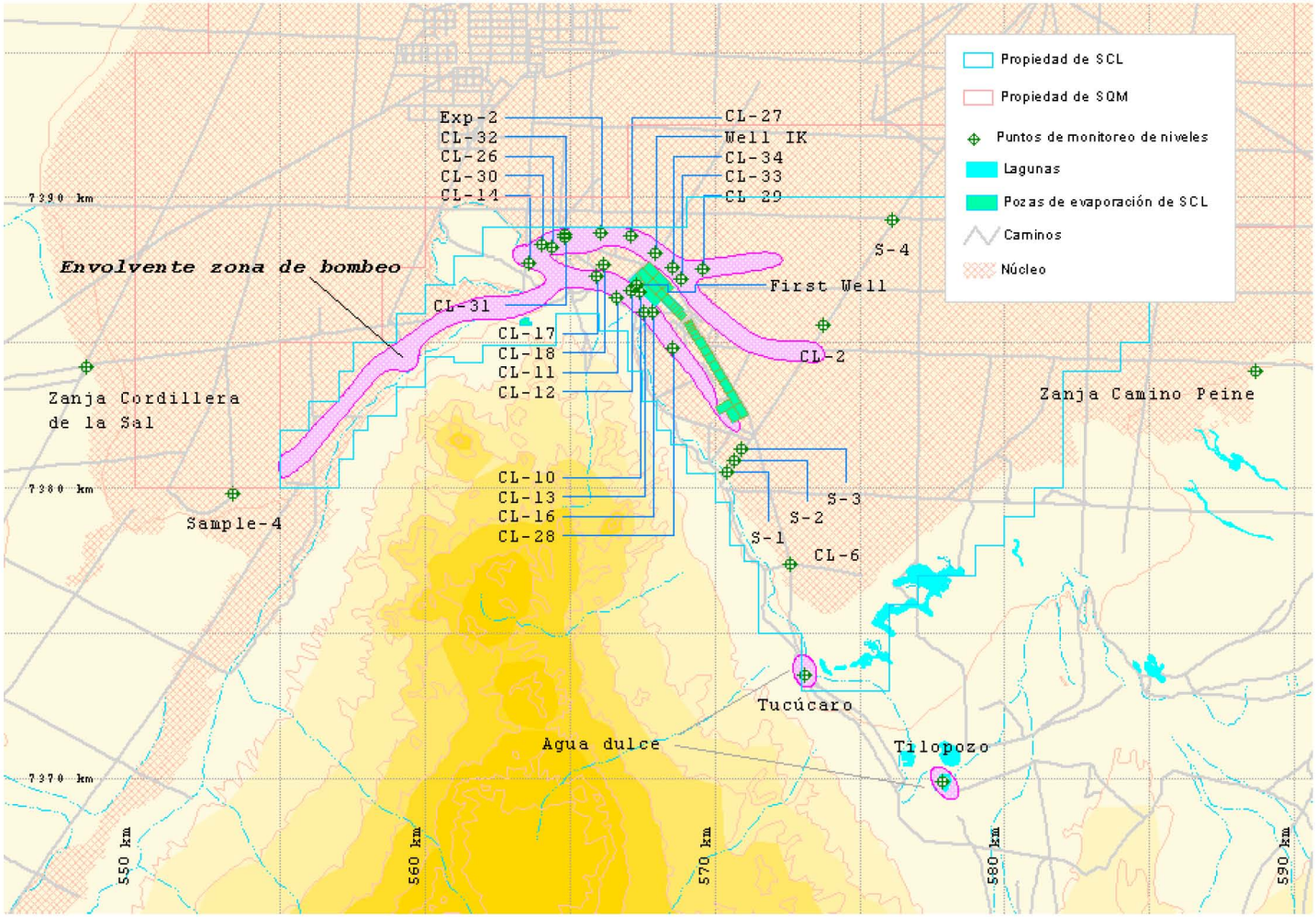
5.16 se puede observar las ubicaciones de los 31 puntos de control de niveles, monitoreados mensualmente por SCL. En el Anexo 5.3 se han incluido los gráficos de niveles en función del tiempo para todos los pozos monitoreados.

En el gráfico de la Figura 5.17 se muestra la variación histórica del nivel de salmuera en uno de los puntos de control. En él se pueden apreciar los ascensos en el nivel de salmuera, debido a las lluvias de 2001 y 2002. También es posible observar que la recarga por lluvia no es capaz de reestablecer la tendencia descendente que precede al evento.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

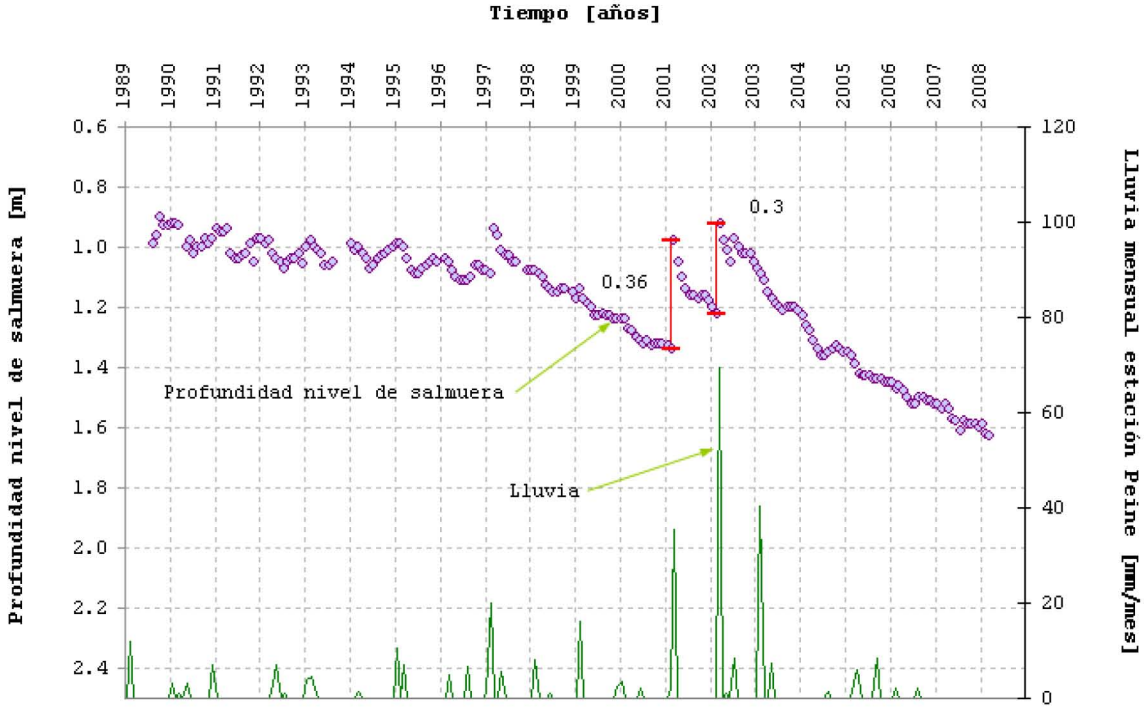
**Figura 5.16: Ubicación de pozos de monitoreo de niveles de salmuera y agua dulce**






GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.17: Nivel de salmuera en pozo de monitoreo S-3**




## *Solicitaciones externas*

La componente exógena del sistema está asociada principalmente al bombeo de salmuera por parte de SCL y SQM.

SCL extrae salmuera desde 1984 a la fecha, con caudales promedios anuales de 142 l/s (ver Figura 5.18). El proyecto contemplado en el presente informe, incluye un incremento de 600 l/s que se aplicará escalonadamente durante los próximos 30 años.

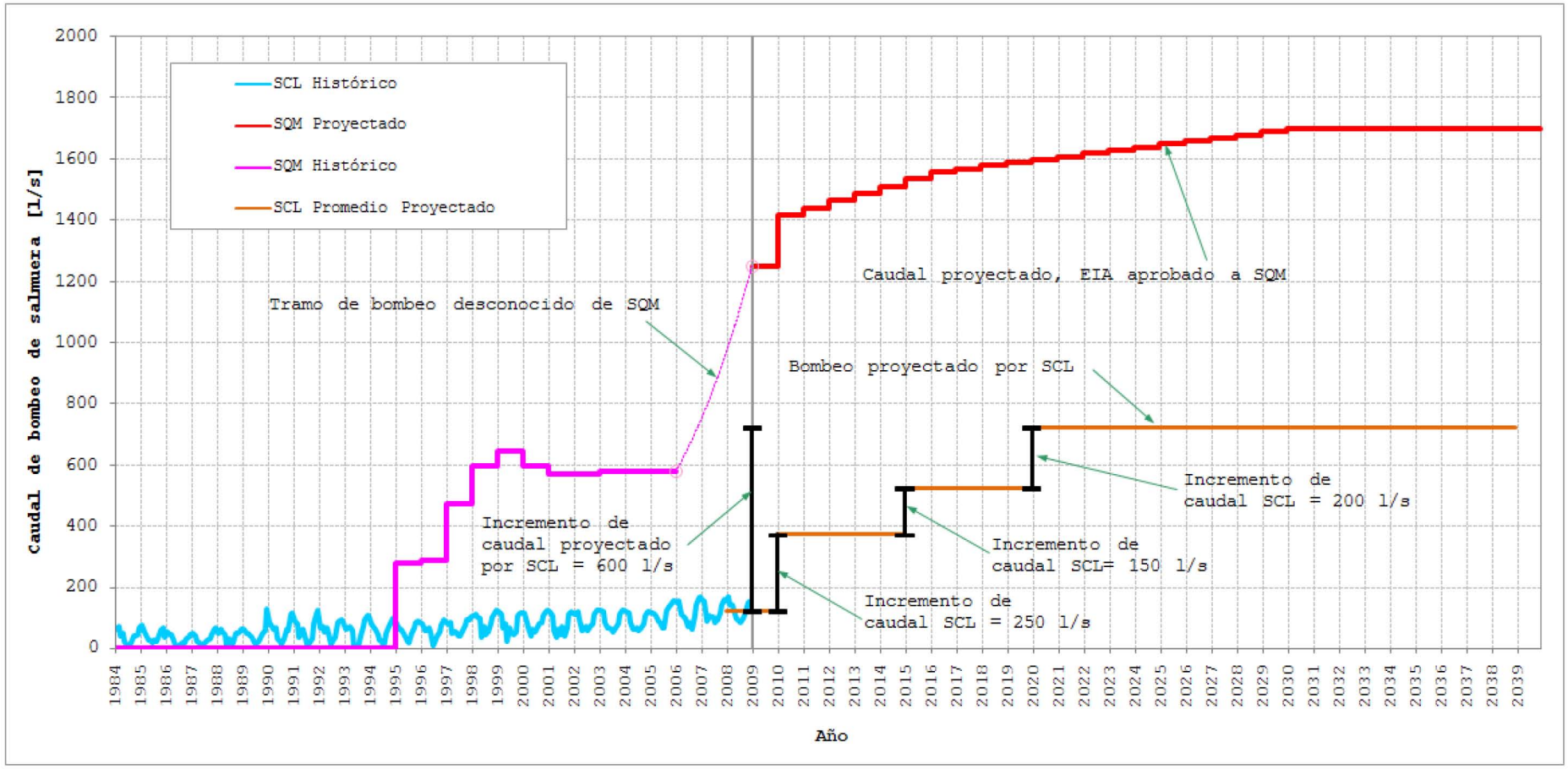
Por otro lado, SQM comenzó a explotar el salar en 1995 y se la ha autorizado un caudal total de explotación máximo futuro de 1700 l/s.

El aumento proyectado en la extracción de salmuera por parte de SCL, es de aproximadamente 600 l/s promedio del proyecto, los que se sumarían al promedio actual de 142 l/s.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.18: Extracción de salmuera histórica y proyectada en el núcleo**




* Elaboración propia.Las curvas de extracción de SQM incluidas en los gráficos, fueron obtenidas de los EIA de SQM.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Recarga y descarga del núcleo*

En el contexto regional se abordó la recarga y descarga de la cuenca completa del salar, en este punto se analizan elementos análogos, pero considerando al núcleo del salar como volumen de control.

Como se analizó en los puntos anteriores, las descargas del núcleo son la evaporación y el bombeo de salmuera. La primera es, según las estimaciones de Mardones, del orden de 100 l/s. La extracción ha sido creciente en el tiempo y se proyectan incrementos en el futuro.

Antes que comenzara la explotación del recurso minero en el núcleo (salmuera), éste se mantuvo en una condición de saturación estable, con niveles de salmuera en torno a 0.8 m de profundidad, medidos desde el nivel de la costra. Para que eso haya ocurrido, necesariamente, el sistema debió haber estado en equilibrio, lo que implica que el caudal entrante era muy semejante al saliente.

La recarga al núcleo proviene de la infiltración de la lluvia que cae sobre el salar y los flujos subterráneos que entran al núcleo desde los bordes. La recarga por lluvia promedio más el flujo subterráneo pasante, deberían ser del mismo orden de la evaporación promedio, es decir, aproximadamente 100 l/s. Lo anterior obedece a lo expresado en el párrafo anterior con relación al equilibrio del núcleo.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.2.7 Hidrología

El proyecto no posee un área de influencia directa, relacionada con la componente hidrológica, puesto que los procesos extractivos se circunscriben a la salmuera almacenada subterráneamente en el núcleo. Por otro lado, los planes de monitoreo propuestos, además de la existencia de una zona de baja permeabilidad en torno al núcleo, garantizan que en el área circundante al mismo, no se producirá influencia directa o indirecta apreciable. Es decir, las actividades productivas del titular no afectarán las condiciones hidrológicas naturales que sustentan las zonas húmedas y lagunas.

La caracterización hidrológica que se presenta a continuación fue elaborada por GCF Ingenieros. Los datos numéricos y las afirmaciones técnicas están respaldados por dos trabajos, uno de ellos es un estudio hidrológico e hidrogeológico (Anexo 5.3), elaborado específicamente para el presente EIA. El segundo texto forma parte de los estudios básicos requeridos para el desarrollo de un modelo de flujo subterráneo del núcleo del salar (Anexo 5.2). Los documentos citados fueron elaborados por GCF Ingenieros por encargo del titular.

### *5.2.7.1 Contexto Regional*

La red de drenaje de la cuenca hidrográfica del salar de Atacama, está constituida por quebradas y cauces, la mayor parte de ellos de flujo esporádico, ubicados alrededor del salar, en la cuenca de aporte superficial. Tales vías de drenaje, además de la escorrentía subterránea, alimentan las zonas húmedas de los bordes del núcleo.

La cuenca endorreica del salar de Atacama (Figura 5.19), cubre elevaciones entre los 2300 m.s.n.m. y los 6200 m.s.n.m. y posee una superficie de aproximadamente 17300 $km^2$.

La zona de menor elevación en la cuenca corresponde al núcleo de salar (2300 m.s.n.m.); éste tiene una superficie de aproximadamente 1600 $km^2$. En torno al núcleo, existen zonas húmedas de vegas, lagunas y bofedales que cubren una área de aproximadamente 1100 $km^2$, a este sector se le conoce como zona marginal (Figura 5.19).

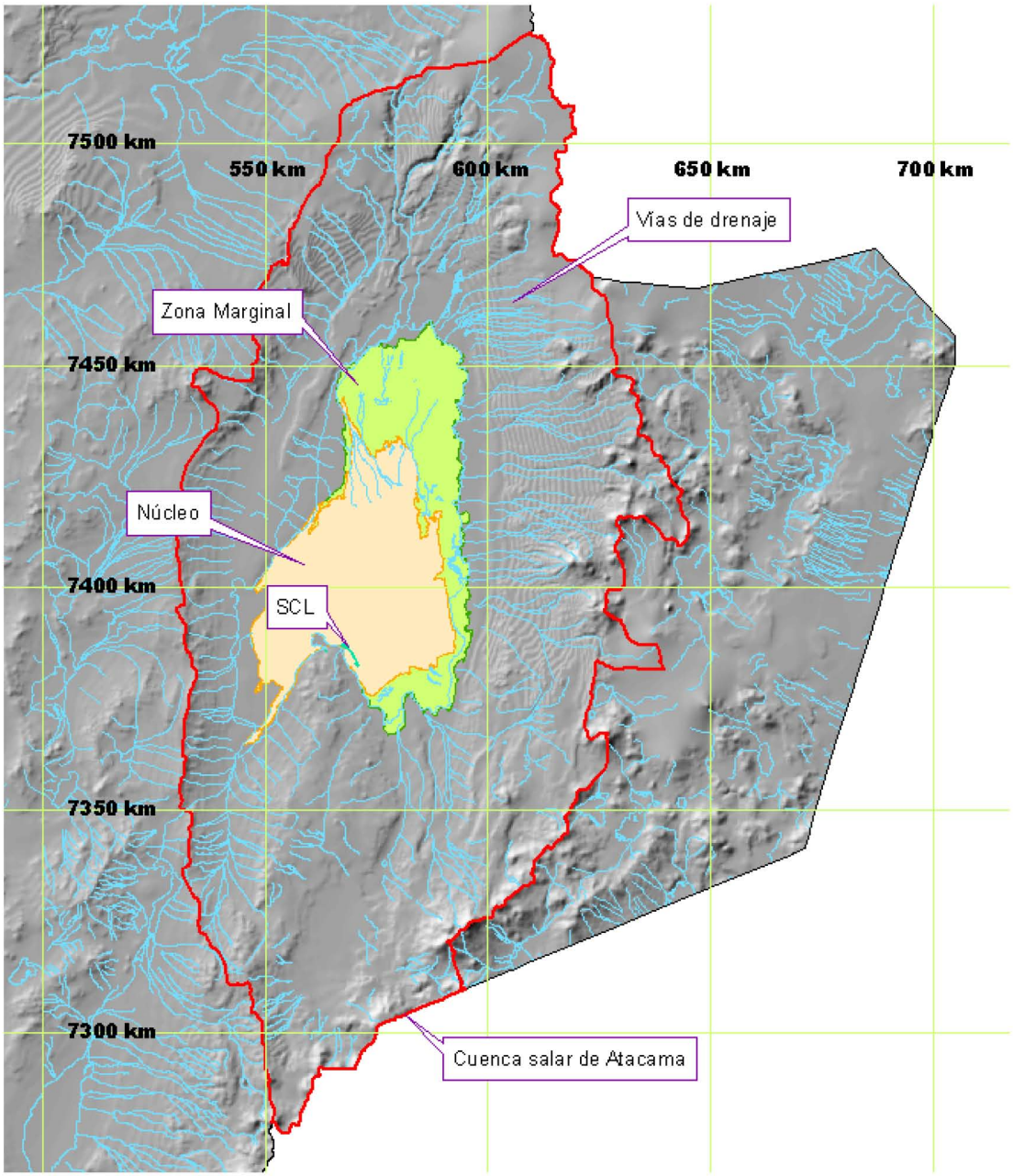
Los principales cauces en el área de interés son los ríos San Pedro y Vilama, que fluyen de norte a sur, descargando en el área norte del salar (Figura 5.20). Además, existen aportes superficiales y subsuperficiales intermitentes en los bordes oriente y sur del salar. Los cauces ocasionales son alimentados por afloramientos y/o escorrentía pluvial; éstos permiten la existencia de oasis, tales como los de Toconao, Socaire, Peine y Tilomonte (Figura 5.20).

Como se ha indicado previamente, la salida del sistema se produce a través de evaporación desde lagunas, cuerpos de agua y zonas de vegas. En la Figura 5.20 se muestran los principales grupos de lagunas que circundan al núcleo del salar.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.19: Cuenca Hidrológica Salar de Atacama. Escala 1:2.000.000**

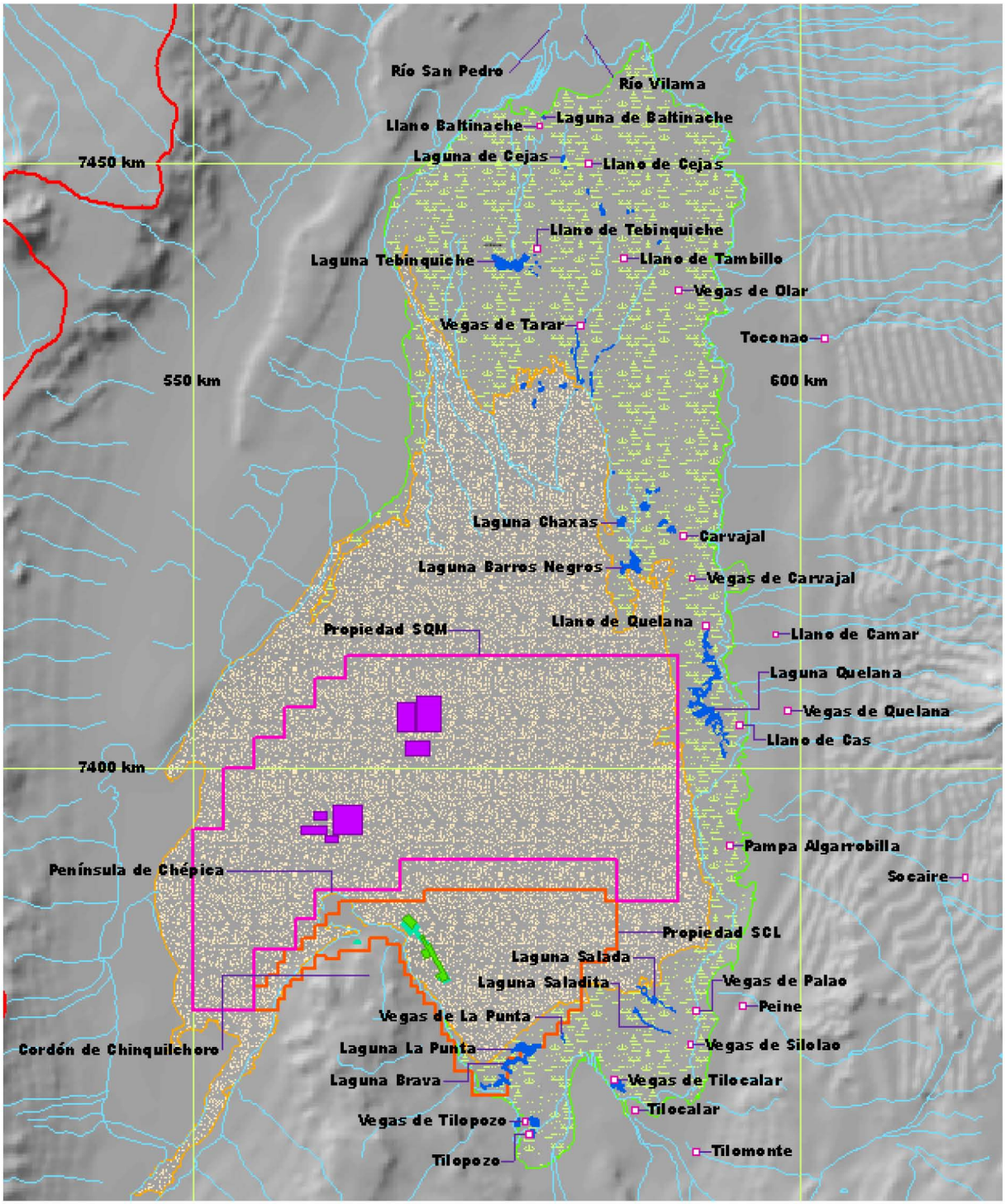



Fuente: Elaboracion propia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.20: Lagunas y lugares salar de Atacama**




Fuente: Elaboracion propia con cartografía I.G.M. 1:50.000



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.7.2 Contexto Local

#### Introducción

En el presente capítulo se analizan los sistemas hídricos ligados con la componente hidrológica y ubicada en las áreas marginales del núcleo.

En particular, se han estudiado las lagunas La Punta y Brava, localizadas en el extremo sur oriente del salar (Figura 5.20).

Para el análisis de las lagunas se ha incluido un nivel mayor de detalle, dada la importancia ambiental y ecológica que éstas tienen. Además se elaboraron análisis inéditos, para describir su variación histórica. El estado de las lagunas se ha representado a través de la cuantificación del espejo de agua y el volumen líquido almacenado. El objetivo del estudio desarrollado es establecer una línea base de la dependencia hidrológica de los cuerpos de agua según su variación superficial y volumétrica a través del tiempo.

#### Lagunas

En la Figura 5.21 se presenta un modelo conceptual del funcionamiento hídrico del sistema a nivel de cuenca; se ha esquematizado un corte vertical del flujo, válido, por ejemplo, para una sección sur-norte en el borde oriente del salar (corte a través de la laguna La Punta).

En la Figura 5.22 se han esquematizado los principales elementos de las zonas de lagunas y su relación con el núcleo y los acuíferos. También se puede apreciar la existencia de una cuña salina que separa al agua dulce de los acuíferos de la salmuera del núcleo.

Las lagunas reciben su alimentación de la escorrentía superficial que llega a éstas a través de cauces superficiales ocasionales y quebradas; además del afloramiento del agua subterránea.

El flujo subterráneo aflora debido a que en esa zona existen estratos de baja permeabilidad que impiden que el agua dulce entre de manera directa al núcleo. Si no fuese así, no existiría salmuera en el núcleo, si no, agua dulce.

La calidad físico-química del agua de las lagunas depende de la cantidad de agua que llega a éstas desde la cuenca, tanto superficial como subterráneamente, pero además, depende de la posición de la cuña salina. Mientras más cercana al núcleo se encuentra la cuña, más dulce es el agua en las lagunas y vice versa.

El desarrollo completo del modelo hidráulico de lagunas se puede consultar en el Anexo 5.3.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.21: Modelo hídrico a nivel de cuenca**

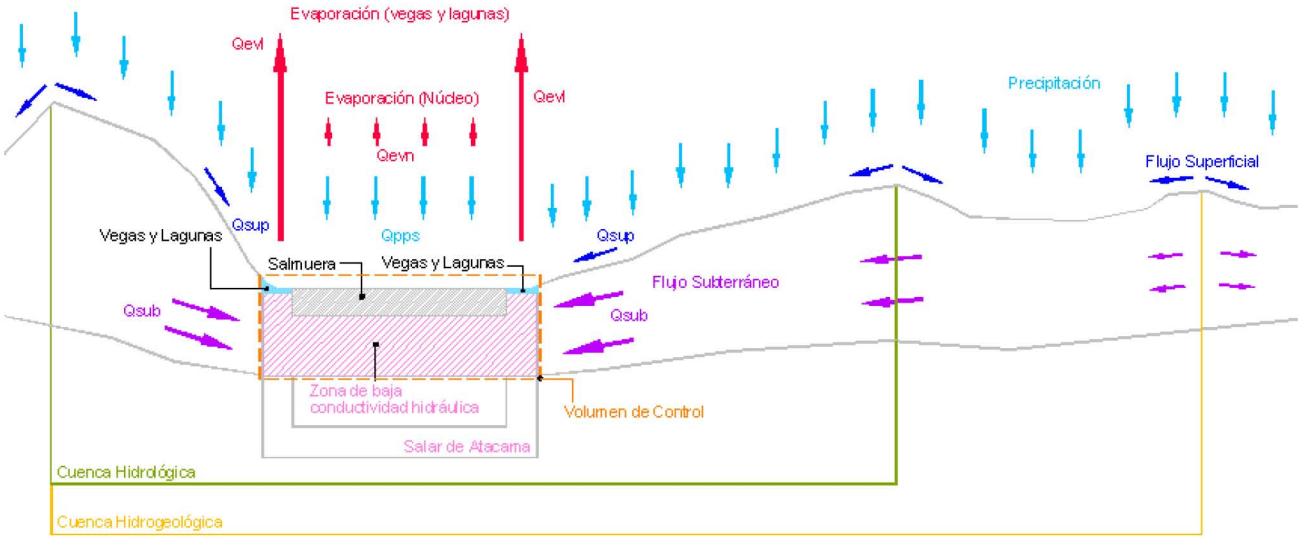
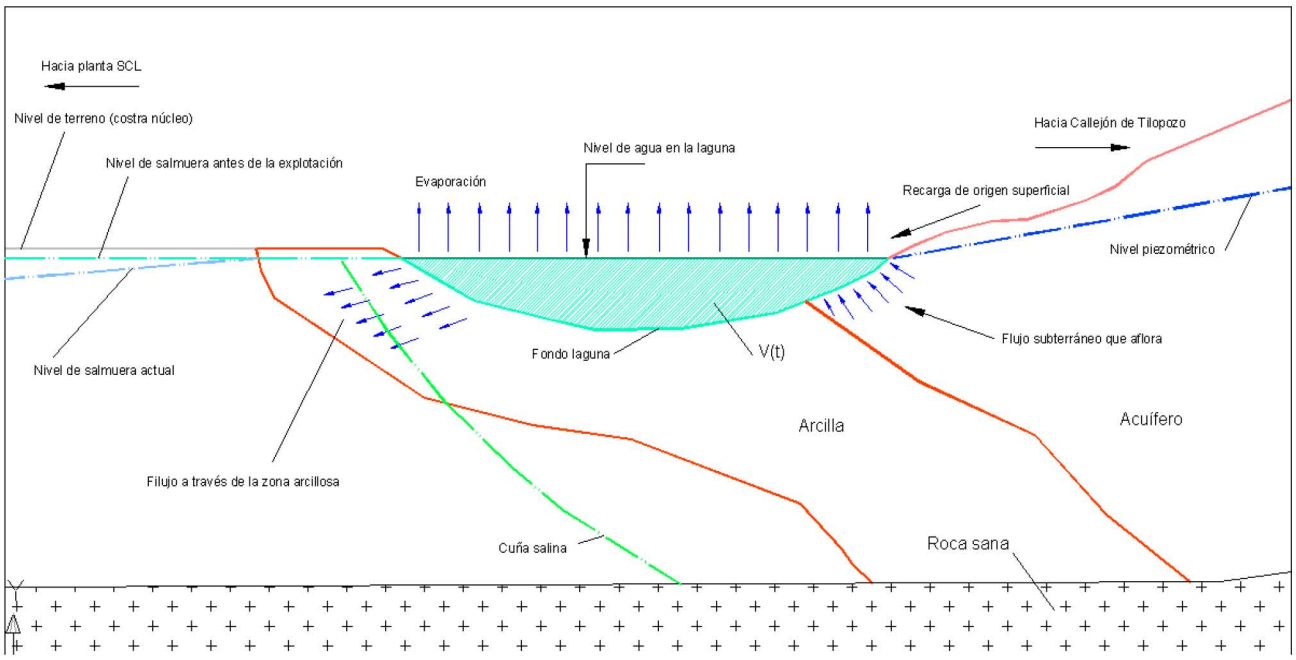



**Figura 5.22: Modelo hídrico de lagunas**






GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### a) Superficie cubierta por lagunas

Se cuenta con 6 imágenes Landstat (Landsat 5 TM y Landsat 7 + ETM), correspondientes a 6 fechas distintas, entre 1985 y 2008. Todas tienen resolución 30 m y cubren el área de las Lagunas La Punta y Brava. En la Tabla 5.12 se detallan las fechas y las superficies de agua medidas en cada imagen.

**Tabla 5.12: Imágenes Landsat y superficies de lagunas [Ha][6]**

| Fecha | La Punta y La Brava | Imagen |
|---|---|---|
| 30-03-1985 | 156.65 | Landsat 5 TM |
| 24-02-1990 | 76.60 | Landsat 5 TM |
| 02-05-1997 | 455.64 | Landsat 5 TM |
| 31-03-2000 | 95.37 | Landsat 7 +ETM |
| 21-03-2002 | 148.50 | Landsat 7 +ETM |
| 14-04-2008 | 99.87 | Landsat 7 +ETM |

En los gráficos de las Figura 5.23 y Figura 5.24 se muestran las lluvias mensuales (eje vertical izquierda) de las estaciones Peine, Socaire y Planta SCL (disponibles sólo de 1997 en adelante), con las áreas de lagunas medidas (eje vertical derecha).

Comparando las lluvias y las superficies de lagunas, se aprecia que en mayo de 1997 se registró una enorme área húmeda. Esa área es el triple de la correspondiente a 2002; sin embargo, las lluvias previas son semejantes. En la Tabla 5.13 se presenta un resumen de los datos para comparar ambos escenarios.

**Tabla 5.13: Resumen de escenarios**

| Lluvias mensuales [mm] | 1997 Ene-Abr | 2002 Ene-Abr |
|---|---|---|
| Planta SCL | 29.0 | 23.0 |
| Peine | 21.0 | 69.5 |
| Socaire | 51.5 | 29.0 |
| | | |
| Áreas de lagunas [Ha] | 02/05/1997 | 21/03/2002 |
| Área laguna La Punta y Brava | 455.64 | 148.50 |

Lo anterior se podría explicar por dos probables causas. La primera es la fecha de cada imagen, la de 1997 es aproximadamente 45 días posterior a la última lluvia de ese período; en cambio la de 2002, fue tomada una par de días, finalizadas las precipitaciones. Ese desfase pudo posibilitar flujos de recarga desde puntos más lejanos de la cuenca, incrementando las áreas inundadas.

[6] La identificación de los cuerpos de agua fue realizada por G. Fuenzalida de GAC, según la metodología descrita por Frazier y Page (Frazier, P. S. and Page, K. J. 2000. Water Body Detection and Delineation with Landsat TM Data. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 66(12): 1461-1467). Se seleccionaron los pixeles dentro del rango 2 a 47 de la Banda 5 Infrarrojo Medio. Para el análisis de imágenes se usó el programa ArcGIS 9.2.

El segundo factor, relacionado con el primero, es la posibilidad de que haya llovido más a una mayor altura el año 1997, con respecto al año 2002, lo que es confirmado por los 51.5 mm registrados en Socaire, frente a 29 mm de Peine. En 2002, ocurrió a la inversa, es decir, llovió más en Peine que en Socaire, que está a mayor elevación (791 m por sobre Peine). La mayor cantidad de lluvia, a elevaciones superiores, pudo originar incrementos en las recargas, pero desfasados en el tiempo.

La interpretación anterior podría confirmarse, en cierta medida, si se contara con imágenes satelitales más seguidas, pero lamentablemente sólo existen unas pocas fechas por año.

Se cuenta con datos de profundidad de las lagunas a través del tiempo, medidos en 6 puntos. Esos registros se obtuvieron en la Corema y son proporcionados anualmente por la empresa Barrick, como parte de sus labores de monitoreo. Son aproximadamente 160 meses de mediciones desde 1997 a la fecha y la mayor desviación estándar de los datos es de 3 cm (ver gráfico de Figura 5.25).

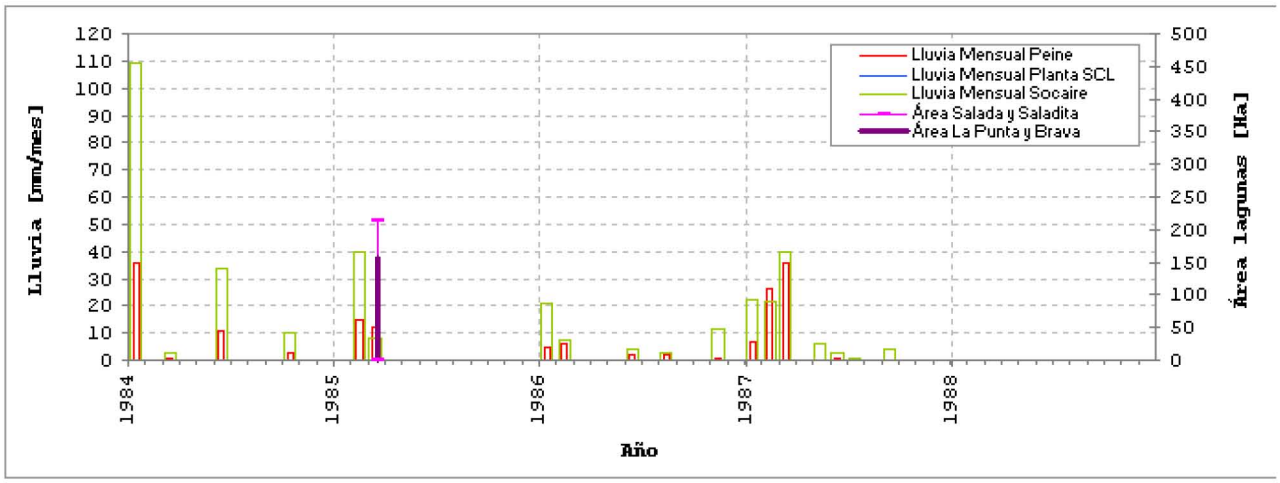
Lo reducido del rango en el que varían las mediciones mensuales de las profundidades de las lagunas, estaría indicando que los aumentos de superficie se materializarían a través de láminas de agua muy someras (de algunos centímetros). Probablemente, las lagunas con mayor profundidad y que almacenan más agua, permanecen relativamente estables y las áreas periféricas a éstas, se humedecen, si las condiciones hidrológicas de un período en particular, lo permiten.

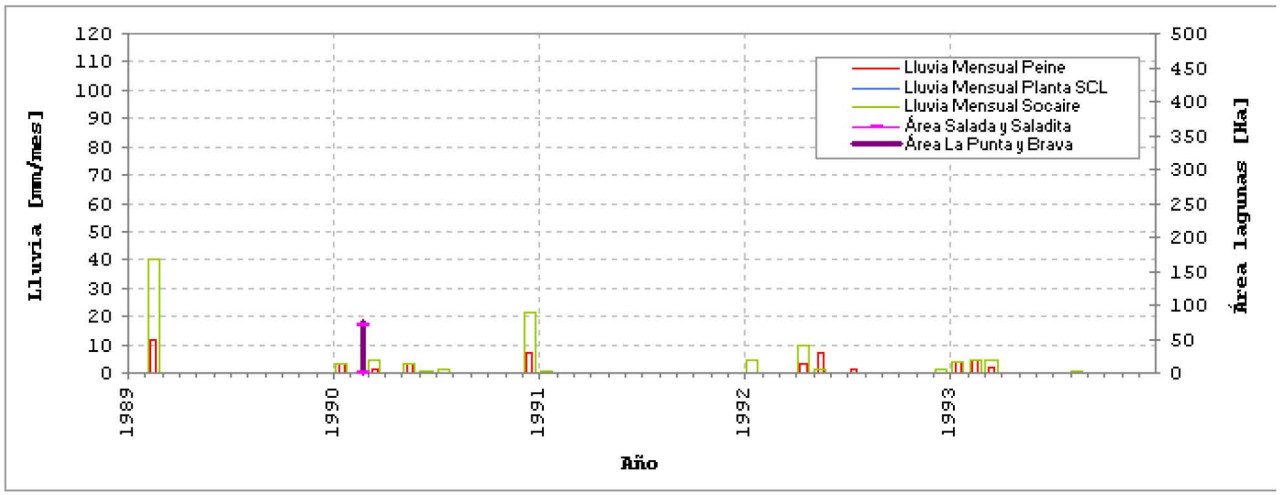
Comparando los datos de profundidades y las áreas mojadas de las imágenes Landsat, no se advierte una correspondencia directa entre profundidad y superficie, lo que se podría interpretar de manera semejante a lo expuesto en el párrafo anterior, es decir, en los períodos húmedos aumenta la cobertura somera de lagunas, más que la cantidad de agua en las lagunas más profundas y estables.

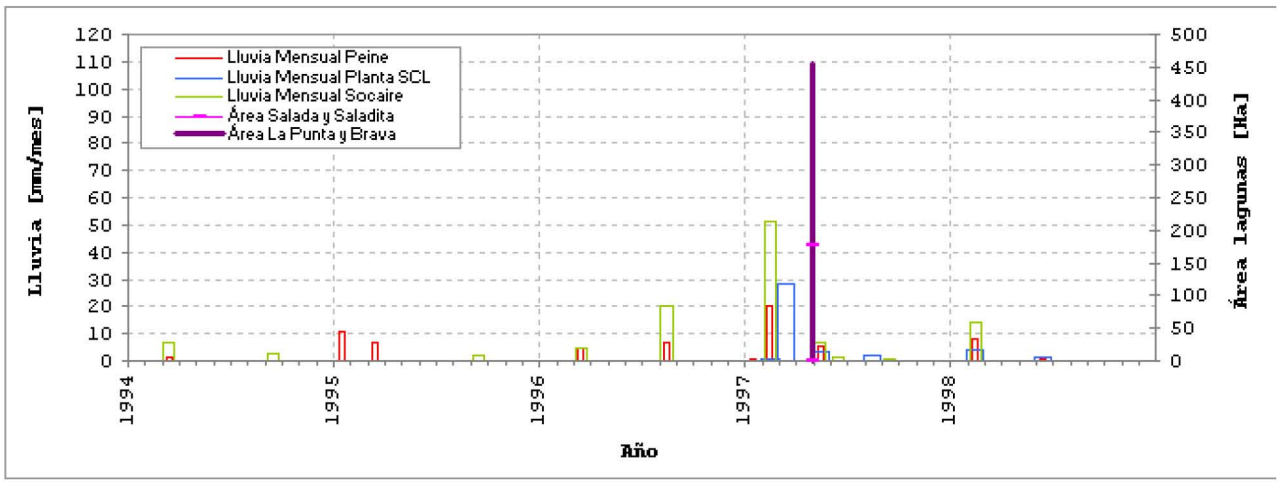


GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.23: Lluvias mensuales y áreas de lagunas medidas**



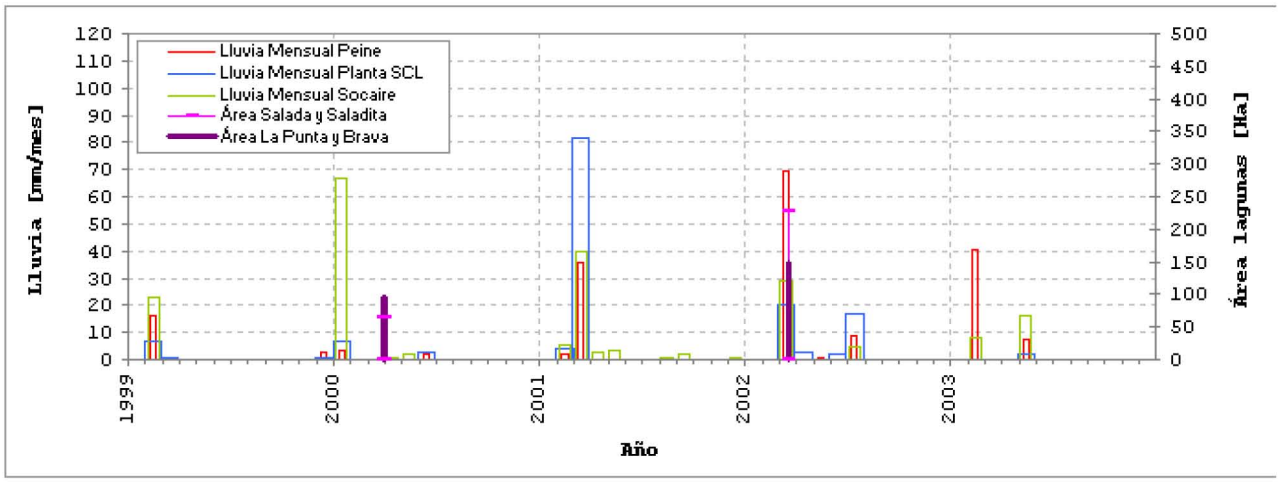



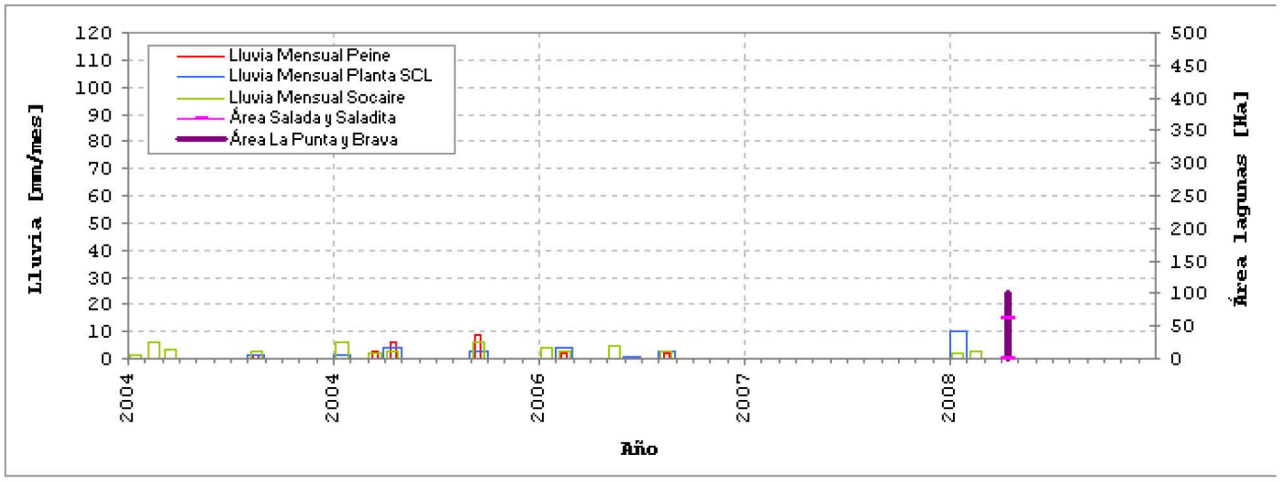






GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.24: Lluvias mensuales y áreas de lagunas medidas (continuación)**

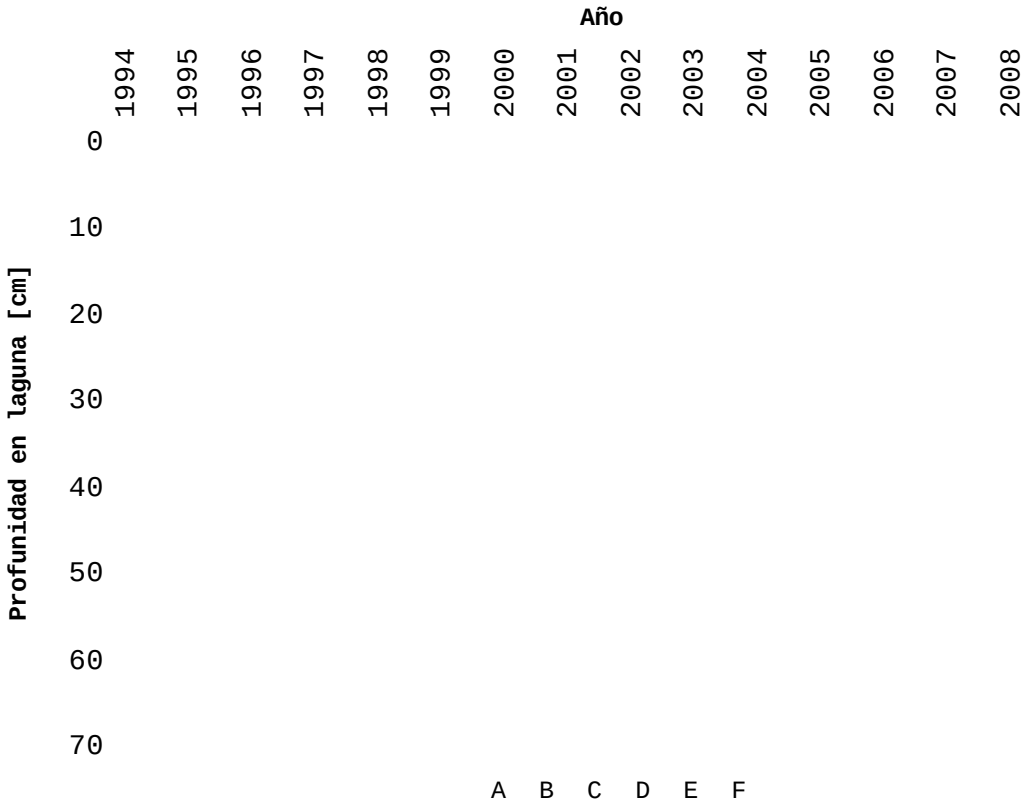





GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.25: Profundidad de las lagunas**




Fuente: Barrick

**b) Volúmenes almacenados en las lagunas**

Combinando las áreas y los contornos de las lagunas, obtenidas de las imágenes Landsat, y los datos de profundidades del gráfico de la Figura 5.25, se realizó un cálculo aproximado de los volúmenes almacenados en las lagunas La Punta y La Brava. El procedimiento empleado consistió en calcular los volúmenes en función de las superficies obtenidas de las imágenes de 1990 y 1997 (mínima y máxima superficie, respectivamente, ver Figura 5.26). El detalle del procedimiento se puede consultar en el Anexo 5.1.

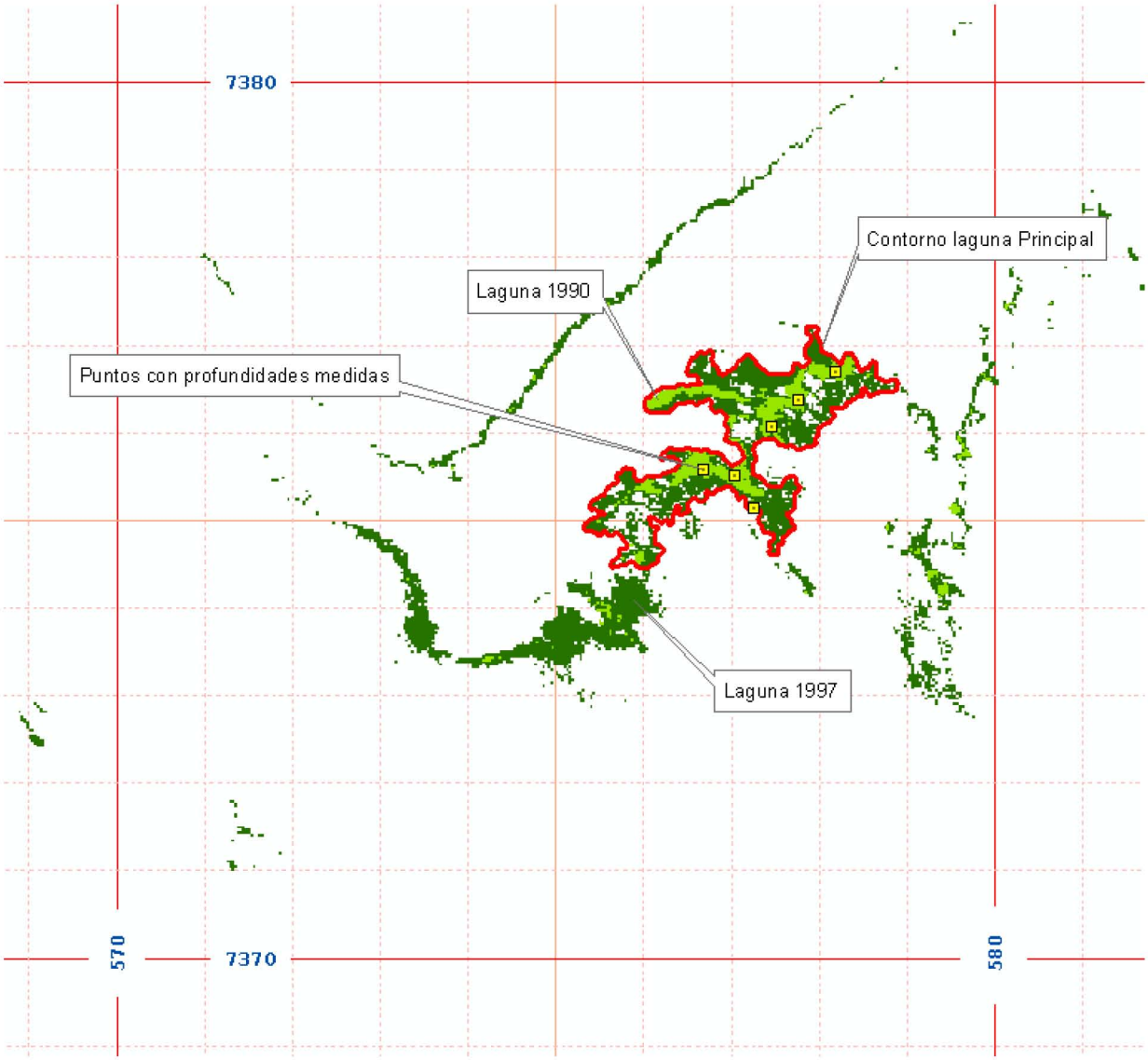
Como se puede apreciar en el gráfico de la Figura 5.27, la relación entre superficie máxima y mínima de todos los cuerpos de agua es 5.9 (456 Ha / 77 Ha = 5.9). En cambio, al obtener los volúmenes extrapolados de todos los cuerpos de agua, esa relación se reduce a 3.3 (491.146 $m^3$ / 146.678 $m^3$ = 3.3). Esto indica que una variación de la superficie del espejo de agua de las lagunas, de cierta magnitud, no implica un cambio en el volumen almacenado en la misma proporción, si no, bastante menor. Esto se debe a que las variaciones de cobertura de las



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

lagunas involucran principalmente a acumulaciones someras de agua. Los cuerpos de aguas más profundos, que almacenan volúmenes mayores, se mantienen más estables.

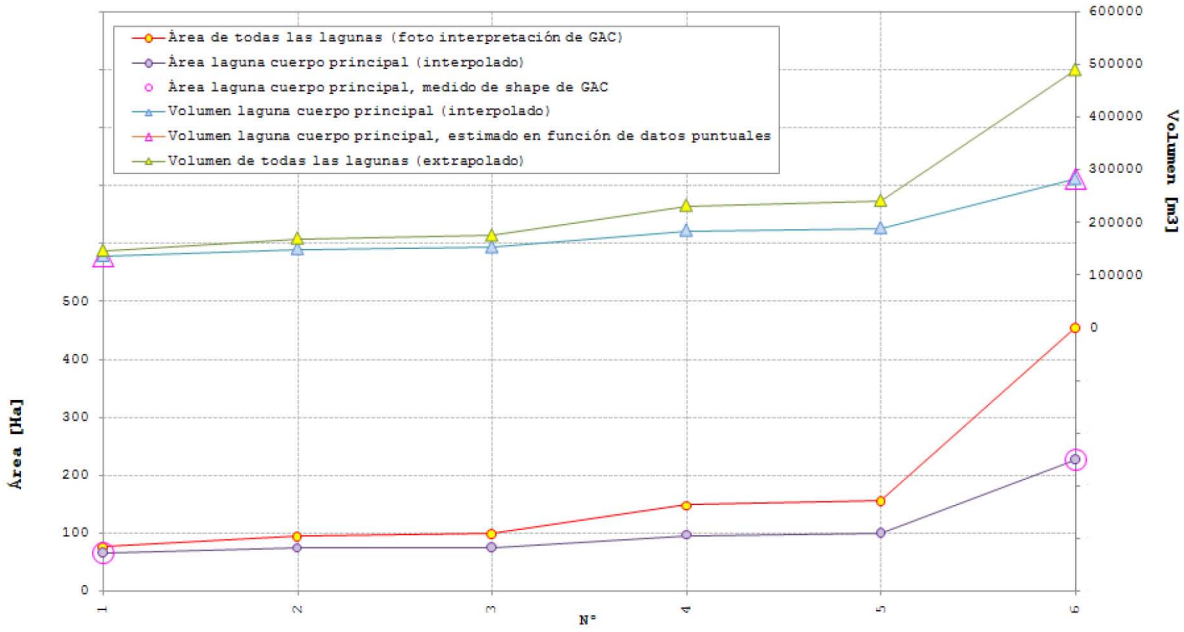
**Figura 5.26: Laguna principal y zonas húmedas en 1990 y 1997**






GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.27: Áreas de espejos de agua y volúmenes de agua de lagunas La Punta y Brava**



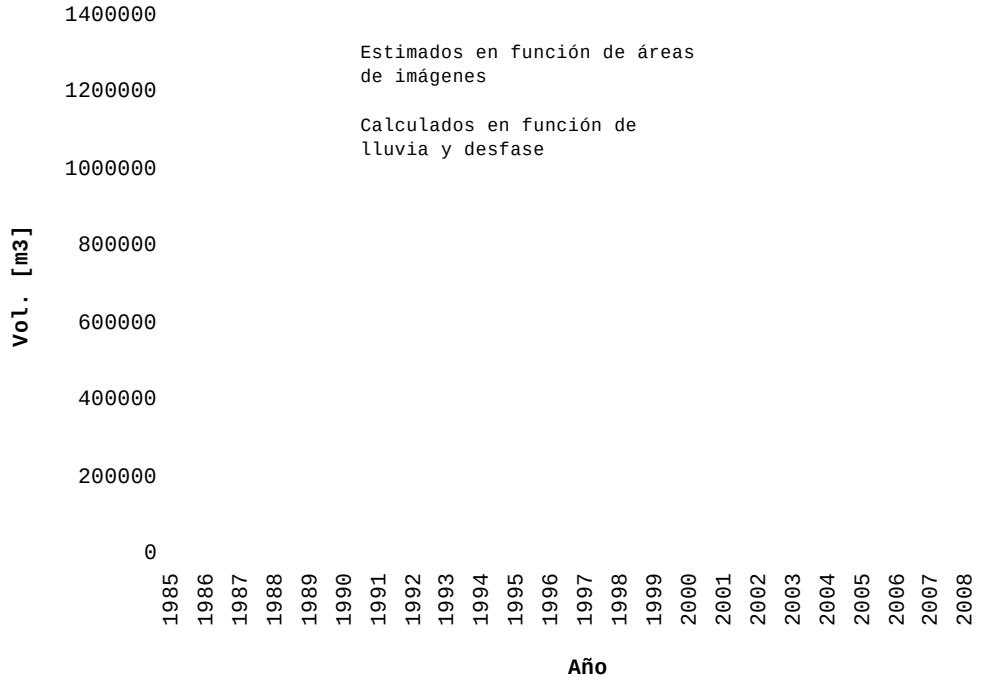

### c) Volúmenes de las lagunas en función del tiempo

Se intentó obtener una dependencia funcional entre los volúmenes de agua almacenados en las lagunas y las lluvias registradas en la estación Socaire. El detalle algebraico de la función definida se puede consultar en el Anexo 5.3. En el gráfico de la Figura 5.28 se muestran los volúmenes de lagunas a través del tiempo generados con la función mencionada. Si bien los valores calculados con la función calzan muy bien con los valores estimados en función de las imágenes satelitales, no es posible asumir que la función es válida para rellenar una estadística temporal. Sí se puede utilizar para obtener órdenes de magnitud de los volúmenes almacenados a través del tiempo, especialmente hasta 500.000 $m^3$.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.28: Volúmenes de agua almacenados en lagunas calculados en función de la lluvia**






GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.2.8 Calidad del Agua

Entre el 3 y el 5 de Septiembre del año 2008, se llevó a cabo un estudio limnológico para caracterizar los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna, ubicados en el sector Sur-Este del Salar de Atacama. El estudio consideró la medición de distintos componentes ambientales de carácter abiótico (i.e., físico-químico). Se prospectaron un total de 17 sitios distribuidos de manera amplia a lo largo de los dos sistemas de aguas superficiales.

Las mediciones físico-químicas permitieron identificar un alto grado de uniformidad entre sistemas (Peine, Salada-Saladita), sin embargo dentro de cada sistema se observo una gran variabilidad entre los distitntos tipos de muestreo. No obstante, el análisis de los datos en su conjunto indicó que ambos sistemas serían distintos en su dimensión multivariada.

### *5.2.8.1 Introducción*

#### *Antecedentes Generales*

El trabajo de terreno consideró la prospección limnológica de dos sistemas de lagunas: el Sistema Salada-Saladita-Interna y el Sistema La Punta-La Brava. El sistema de lagunas Salada-Saladita-Interna, en la práctica, no posee una delimitación clara, pues se encuentran conectadas superficialmente en un complejo entramado de canales que forma un continuo. Similares características posee el sistema conformado por las lagunas La Punta y La Brava, ubicada unos pocos kilómetros al Sur-Oeste del sistema Salada-Saladita-Interna.

### *5.2.8.2 Metodología*

#### *Área de Estudio*

El área de estudio se localiza a aproximadamente 10 km al Oeste de la localidad de Peine, y distante aproximadamente 90 km al Sur del pueblo de San Pedro de Atacama y corresponde al borde Sur-Este del Salar de Atacama.

En consideración a los antecedentes expuestos más arriba, el diseño de muestreo consideró una disposición espacial amplia de sitios de muestreo, con el fin de obtener una caracterización representativa de las diversas condiciones abióticas de los sistemas de aguas en estudio. La ubicación definitiva de cada sitio de muestreo se definió en terreno, intentando abarcar la mayor extensión espacial posible considerando las restricciones de accesibilidad existentes. La Tabla 5.14 muestra las coordenadas geográficas (UTM) para los sitios muestreados. La toma de muestras se llevó a cabo entre los días 3 y 5 de Septiembre del año 2008.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.14: Localización geográfica de los sitios de muestreo. Las coordenadas están expresadas en unidades UTM (Datum WGS84)**

| Sistema | Estación | E | N |
|---|---|---|---|
| LP-LB | E1 | 576.677 | 7.375.474 |
| | E2 | 576.782 | 7.375.494 |
| | E3 | 576.921 | 7.375.432 |
| | E4 | 577.034 | 7.375.354 |
| S-S-I | E5 | 587.551 | 7.380.785 |
| | E6 | 587.655 | 7.380.597 |
| | E7 | 587.502 | 7.380.531 |
| | E8 | 587.931 | 7.380.689 |
| | E9 | 588.084 | 7.380.520 |
| | E10 | 586.827 | 7.381.805 |
| | E11 | 586.515 | 7.382.055 |
| | E12 | 586.332 | 7.381.970 |
| | E13 | 586.274 | 7.382.262 |
| | E14 | 586.221 | 7.382.400 |
| | E15 | 586.202 | 7.382.593 |
| | E16 | 586.096 | 7.382.726 |
| | E17 | 586.058 | 7.382.940 |

LP-LB = La Punta-La Brava; S-S-I= Salada-Saladita-Interna

## *Caracterización Físico-Química*

En cada sitio de muestreo se midieron *in situ* 16 parámetros, que en su conjunto caracterizan las condiciones ambientales y de composición de las salmueras superficiales de los sistemas de las lagunas. La Tabla 5.15 muestra el listado completo de parámetros medidos. Para el caso particular de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y conductividad, se llevaron a cabo cuatro mediciones (i.e., submuestreo) distribuidas al azar en un rango aproximado de 15 m dentro de cada sitio de muestreo. A partir de estas submuestras se calcularon valores promedio y desviaciones estándar, permitiendo así la comparación estadística entre sitios para estos factores. El resto de las mediciones corresponden a estimaciones puntuales sin replicación.

**Tabla 5.15: Listado de parámetros medidos in situ en los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna**

| Parámetro | |
|---|---|
| Sólidos disueltos totales (mg/L) | Salinidad (g NaCl/L) |
| Sodio (mg/L) | Conductividad eléctrica (mmho/cm) |
| Calcio (mg/L) | Densidad |
| Magnesio (mg/L) | Temperatura (ºC) |
| Sulfato (mg/L) | Dureza (ppm) |
| Cloruro (mg/L) | Oxígeno disuelto (mg/L) |
| Nitrato (ppm) | Oxígeno disuelto (% sat) |
| Nitrito (ppm) | |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *5.2.8.3 Resultados*

#### *Caracterización Físico-Química*

La Tabla 5.16 muestra el desglose de mediciones de temperatura por sitio de muestreo. Se aprecia claramente que esta variable presenta un amplio rango de variación global (16,2°), con una mínima cercana a los 8,7ºC y una máxima de aproximadamente 25ºC para el muestreo realizado en septiembre de 2008. Sin embargo dentro de cada sistema la variación es menor. Así, el sistema La Punta – La Brava se presenta como más homogéneo con una variación de menos de 2° en contraposición al sistema Salada – Saladita e Interna que se muestra más heterogéneo con una variación de más de 14°. La explicación de esto podría radicar en que los valores de temperatura del aire presentan fuertes oscilaciones térmicas diarias en la zona del Salar de Atacama, y aunque es esperable encontrar algún grado de estabilidad para este parámetro en la matriz acuosa, la poca profundidad del sistema Salada – Saladita – Interna no permite estabilizar las temperaturas, creando así un sistema espacialmente heterogéneo en lo que refiere a este factor ambiental.

**Tabla 5.16: Valores promedio de temperatura para cada sitio de muestreo. DS corresponde al valor de desviación estándar**

| Sistema | Sitio | Promedio | DS |
|---|---|---|---|
| LP-LB | E1 | 22,7 | 0,954 |
| | E2 | 24,3 | 0,404 |
| | E3 | 24,9 | 0,316 |
| | E4 | 24,2 | 0,451 |
| | **MIN** | **22,7** | |
| | **MAX** | **24,9** | |
| S-S-I | E5 | 8,7 | 0,183 |
| | E6 | 9,9 | 0,768 |
| | E7 | 12,1 | 0,311 |
| | E8 | 18,8 | 0,479 |
| | E9 | 23,3 | 0,499 |
| | E10 | 18,0 | 0,216 |
| | E11 | 14,2 | 0,222 |
| | E12 | 13,3 | 0,287 |
| | E13 | 12,3 | 0,300 |
| | E14 | 10,4 | 0,568 |
| | E15 | 11,4 | 0,523 |
| | E16 | 9,3 | 0,283 |
| | E17 | 10,2 | 0,126 |
| | **MIN** | **8,7** | |
| | **MAX** | **23,3** | |

LP-LB = La Punta-La Brava; S-S-I= Salada-Saladita-Interna

La Tabla 5.17 muestra los valores promedio y las desvaciones estándar para la salinidad de los sistemas de lagunas prospectados. En su conjunto, el rango de variación de este factor ambiental es amplio, con una mínima observada de 18,9 g/L y una máxima de 44,9 g/L. Sin



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

embargo, cabe notar que esta fuerte variabilidad es una condición propia del sistema Salada-Saladita-Interna, mientras que el sistema La Punta-La Brava se presenta más estable, aunque con valores de salinidad 35% superiores a los del sistema Salada-Saladita-Interna. Es decir, el sistema La Punta-La Brava se muestra espacialmente más estable que el sistema Salada-Saladita-Interna, pero con una mayor salinidad de sus salmueras (prueba *t*-student para comparaciones con distinto tamaño muestreal, $p < 0,05$).

**Tabla 5.17: Valores de salinidad promedio para cada sitio de muestreo. DS corresponde al desvío estándar**

| Sistema | Sitio | Promedio | DS |
|---|---|---|---|
| LP-LB | E1 | 44,65 | 0,979 |
| | E2 | 44,92 | 1,334 |
| | E3 | 43,66 | 1,935 |
| | E4 | 42,65 | 1,244 |
| | **MIN** | **42,65** | |
| | **MAX** | **44,92** | |
| S-S-I | E5 | 27,3 | 2,334 |
| | E6 | 21,27 | 0,7 |
| | E7 | 23,47 | 1,204 |
| | E8 | 30,05 | 1,471 |
| | E9 | 18,97 | 0,796 |
| | E10 | 28,03 | 0,922 |
| | E11 | 34,29 | 1,357 |
| | E12 | 32,92 | 0,618 |
| | E13 | 30,56 | 0,877 |
| | E14 | 30,91 | 0,677 |
| | E15 | 27,71 | 0,63 |
| | E16 | 28,19 | 0,618 |
| | E17 | 34,54 | 2,576 |
| | **MIN** | **18,97** | |
| | **MAX** | **34,54** | |

LP-LB = La Punta-La Brava; S-S-I= Salada-Saladita-Interna

La Tabla 5.18 muestra los valores por sitio de muestreo para la variable oxígeno disuelto (mg/L). Consistente con la variabilidad observada para los factores antes descritos, la cantidad de oxígeno disuelto muestra un rango de variación amplio, con mínima observada de 2,97 mg/L (indicando condiciones anóxicas), hasta una máxima observada sobre 10 mg/L. Sin embargo, a pesar del rango amplio observado entre sitios de muestreo, no se detectaron diferencias significativas en los valores promedio entre sistemas (prueba t-student, $p > 0,05$), sugiriendo



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

una relativa uniformidad de mayor escala entre los dos sistemas de aguas prospectados, al menos para este factor ambiental.

**Tabla 5.18: Valores promedio de oxígeno disuelto para cada sitio de muestreo. DS corresponde a la desviación estándar**

| Sistema | Sitio | Promedio | DS |
|---|---|---|---|
| LP-LB | E1 | 7,14 | 0,098 |
| | E2 | 7,55 | 0,258 |
| | E3 | 6,26 | 0,049 |
| | E4 | 6,33 | 0,043 |
| | **MIN** | **6,26** | |
| | **MAX** | **7,55** | |
| S-S-I | E5 | 5,79 | 0,758 |
| | E6 | 7,59 | 0,391 |
| | E7 | 10,34 | 0,279 |
| | E8 | 2,97 | 0,080 |
| | E9 | 9,60 | 0,041 |
| | E10 | 6,53 | 0,087 |
| | E11 | 7,43 | 0,102 |
| | E12 | 6,40 | 0,065 |
| | E13 | 6,75 | 0,129 |
| | E14 | 6,65 | 0,072 |
| | E15 | 6,97 | 0,519 |
| | E16 | 6,78 | 0,050 |
| | E17 | 7,28 | 0,057 |
| | **MIN** | **2,97** | |
| | **MAX** | **10,34** | |

LP-LB = La Punta-La Brava; S-S-I= Salada-Saladita-Interna

La Tabla 5.19 desglosa los valores por sitio para el factor pH. En general no se aprecia mucha variación entre estaciones, con una rango que oscila entre los 7,8 a 8,0 unidades pH en el sistema La Punta – La Brava y de 8,1 a 8,5 en el sisitema Salada – Saladita e Interna, mostrándose levemente más ácido el primer sistema. En todo caso, no se detectaron diferencias significativas para este factor al comparar los valores promedio entre sistemas de lagunas (prueba *t*-student, $p > 0,05$).

**Tabla 5.19: Valores promedio por sitio de muestreo para el parámetro pH. DS corresponde a la desviación estándar**.

| Sistema | Sitio | Promedio | DS |
|---|---|---|---|
| LP-LB | E1 | 7,8 | 0,116 |
| | E2 | 7,9 | 0,015 |
| | E3 | 7,9 | 0,017 |
| | E4 | 8,0 | 0,052 |
| | **Min** | **7,8** | |
| | **Max** | **8,0** | |
| S-S-I | E5 | 8,5 | 0,014 |
| | E6 | 8,3 | 0,013 |
| | E7 | 8,5 | 0,069 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Sistema | Sitio | Promedio | DS |
|---|---|---|---|
| | E8 | 8,1 | 0,026 |
| | E9 | 8,1 | 0,010 |
| | E10 | 8,2 | 0,029 |
| | E11 | 8,2 | 0,149 |
| | E12 | 8,3 | 0,153 |
| | E13 | 8,4 | 0,107 |
| | E14 | 8,4 | 0,077 |
| | E15 | 8,3 | 0,099 |
| | E16 | 8,4 | 0,043 |
| | E17 | 8,3 | 0,013 |
| | **MIN** | **8,1** | |
| | **MAX** | **8,5** | |

LP-LB = La Punta-La Brava; S-S-I= Salada-Saladita-Interna

La Tabla 5.20 muestra el consolidado de parámetros ambientales medidos, desglosados por sitio de muestreo.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.20: Composición de las salmueras que conforman el sistema de aguas superficiales La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna**

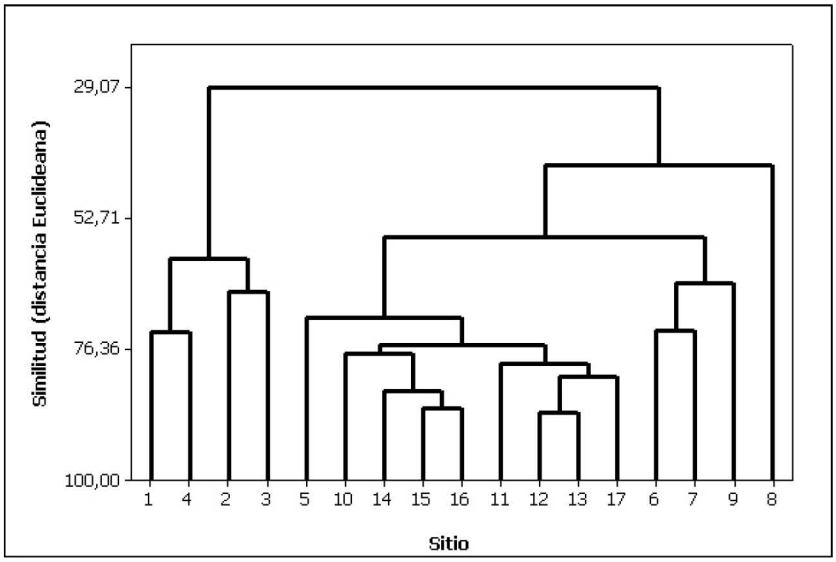
| Sistema | Estación | Sólidos disueltos totales (mg/L) | Sodio (mg/L) | Calcio (mg/L) | Magnesio (mg/L) | Sulfato (mg/L) | Cloruro (mg/L) | Nitrato (ppm) | Nitrito (ppm) | Salinidad (g NaCl/L) | Conductividad eléctrica (mmho/cm) | Densidad | Temperatura (ºC) | Dureza (ppm) | Oxígeno disuelto (mg/L) | Oxígeno disuelto (% sat) | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LP-LB | E1 | 37776 | 13961 | 134 | 947 | 7145 | 22730 | < 0,15 | < 0,5 | 45 | 56949 | 1,001 | 22,73 | > 1000 | 7,14 | 85,30 | 7,77 |
| | E2 | 37988 | 14045 | 186 | 952 | 7261 | 22865 | < 0,15 | < 0,5 | 45 | 57274 | 1,003 | 24,35 | > 1000 | 7,55 | 86,48 | 7,93 |
| | E3 | 36982 | 13646 | 174 | 929 | 6716 | 22224 | < 0,15 | < 0,5 | 44 | 55729 | 1,008 | 24,90 | > 1000 | 6,26 | 51,78 | 7,91 |
| | E4 | 36173 | 13324 | 146 | 911 | 6295 | 21710 | < 0,15 | < 0,5 | 43 | 54487 | 1,001 | 24,25 | > 1000 | 6,33 | 55,55 | 8,05 |
| | E5 | 23881 | 8440 | 144 | 638 | 1795 | 13882 | < 0,15 | < 0,5 | 27 | 35603 | 1,005 | 8,70 | > 1000 | 5,79 | 73,65 | 8,51 |
| | E6 | 19055 | 6522 | 146 | 531 | 1003 | 10809 | < 0,15 | < 0,5 | 21 | 28189 | 1,003 | 9,95 | > 1000 | 7,59 | 95,90 | 8,31 |
| | E7 | 20815 | 7221 | 131 | 570 | 1228 | 11930 | < 0,15 | < 0,5 | 23 | 30893 | 1,001 | 12,05 | > 1000 | 10,34 | 98,00 | 8,54 |
| | E8 | 26085 | 9315 | 154 | 687 | 2340 | 15285 | < 0,15 | < 0,5 | 30 | 38988 | 1,009 | 18,78 | > 1000 | 2,97 | 46,93 | 8,07 |
| | E9 | 17209 | 5788 | 163 | 490 | 845 | 9634 | < 0,15 | < 0,5 | 19 | 25353 | 1,002 | 23,28 | > 1000 | 9,60 | 97,78 | 8,12 |
| S-S-I | E10 | 24469 | 8673 | 150 | 651 | 1929 | 14257 | < 0,15 | < 0,5 | 28 | 36506 | 1,002 | 18,00 | > 1000 | 6,53 | 95,83 | 8,24 |
| | E11 | 29478 | 10664 | 147 | 763 | 3402 | 17446 | < 0,15 | < 0,5 | 34 | 44201 | 1,001 | 14,23 | > 1000 | 7,43 | 97,60 | 8,21 |
| | E12 | 28383 | 10229 | 152 | 738 | 3029 | 16749 | < 0,15 | < 0,5 | 33 | 42519 | 1,004 | 13,33 | > 1000 | 6,40 | 83,48 | 8,34 |
| | E13 | 26489 | 9476 | 149 | 696 | 2452 | 15543 | < 0,15 | < 0,5 | 31 | 39609 | 1,003 | 12,35 | > 1000 | 6,75 | 93,20 | 8,41 |
| | E14 | 26768 | 9587 | 178 | 702 | 2532 | 15721 | < 0,15 | < 0,5 | 31 | 40039 | 1,001 | 10,43 | > 1000 | 6,65 | 87,50 | 8,41 |
| | E15 | 24208 | 8570 | 175 | 645 | 1869 | 14090 | < 0,15 | < 0,5 | 28 | 36105 | 1,003 | 11,40 | > 1000 | 6,97 | 86,38 | 8,26 |
| | E16 | 24593 | 8723 | 160 | 654 | 1959 | 14336 | < 0,15 | < 0,5 | 28 | 36697 | 1,002 | 9,30 | > 1000 | 6,78 | 86,33 | 8,37 |
| | E17 | 29681 | 10744 | 167 | 767 | 3474 | 17575 | < 0,15 | < 0,5 | 35 | 44512 | 1,005 | 10,23 | > 1000 | 7,28 | 92,78 | 8,33 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Al realizar un análisis de conglomerados de los sitios muestreados empleando la totalidad de la matriz ambiental (Figura 5.29), resulta evidente la existencia de dos agrupaciones características, separadas tempranamente a un nivel de similitud de aproximadamente un 30%, las que coinciden perfectamente con los dos sistemas de lagunas prospectados. Esto sugiere que, en términos de los procesos que explican la estructura ambiental de ambos sistemas, existiría un relativo aislamiento entre ambos, a pesar de su cercanía geográfica.

**Figura 5.29. Análisis de conglomerados empleando distancia Euclideana y variables estandarizadas.**




* Se observa claramente la existencia de un grupo distintivo formado por los sitios de muestreo 1, 2, 3 y 4, correspondientes al sistema La Punta-La Brava. Esta agrupación se separa del resto de los sitios correspondientes al sistema de aguas Salada-Saladita-Interna.

### *5.2.8.4 Conclusiones*

En general los sistemas de aguas superficiales La Punta-La Brava y sistema Saladita- Salada-Interna, muestran una alta heterogeneidad, que resulta evidente al observar la gran variabilidad entre sitios para los distintos parámetros medidos dentro de cada uno de los sistemas.

Sin embargo, las comparaciones promedio entre sitios no arrojaron diferencias significativas para la mayoría de los parámetros analizados. La única excepción sería la salinidad, con valores observados para el sistema La Punta-La Brava del orden de 44 g NaCl/L, superando significativamente los 28 g NaCl/L promediados para el sistema Salada-Saladita-Interna.

A pesar de existir una relativa homogeneidad estadística entre ambos sistemas de aguas al observar por separado cada uno de los parámetros medidos, el análisis de todas las variables en su conjunto revela la existencia de dos grupos, los que coinciden perfectamente con los



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

sistemas La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna. Esto sugiere que ambos sistemas ofrecerían condiciones ambientales abióticas singulares.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.2.9 Riesgos Naturales

### *5.2.9.1 Sismos*

El riesgo sísmico se define como la probabilidad de ocurrencia de un sismo destructor durante la vida útil de una obra determinada. En Chile y en específico, en el Salar de Atacama, se conjugan factores geográficos, geológicos, morfológicos y tectónicos, interactuando positivamente en el tiempo y espacio para generar permanente actividad sísmica (Hauser, 1993[7]).

La alta sismicidad del territorio chileno se debe a los procesos dinámicos que afectan a la parte externa de la Tierra, la que está dividida en 12 bloques o placas de tamaño variable (de 100 a 200 km de espesor). Chile se encuentra asentado en la conjunción de dos de estas placas tectónicas: la Placa Oceánica de Nazca (ubicada bajo el mar) y la Placa Sudamericana (el propio continente), las que producto de rupturas o de la acomodación de volúmenes de roca en profundidad, generan el proceso de la tectónica de placas.

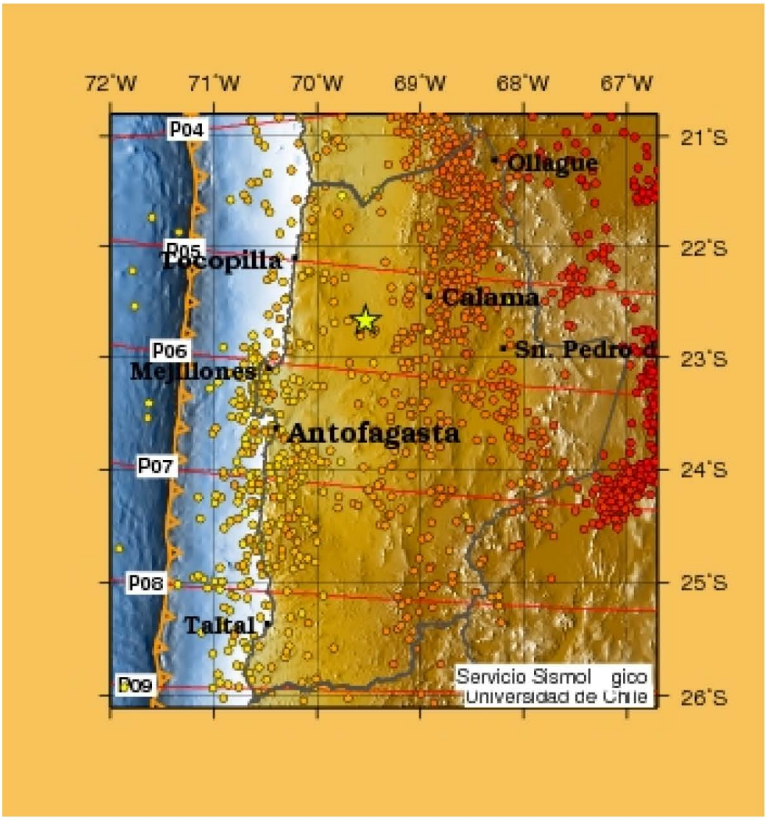
En la Figura 5.30 se grafica la sismicidad histórica de la región en el período comprendido entre los años 1964 y 1995.

[7] Hauser, A. 1993. Remociones en masa en Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín Nº 45, 75p.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.30: Sismicidad histórica de la región de Antofagasta (1964-1995)**




SCL (ubicación referencial). (*) Cada punto equivale a un sismo de magnitud sobre 4. ● Sismos superficiales (0 a -75 km); ● Sismos intermedios (-75 a -125 km); ● Sismos profundos (-125 a -200 km); Último sismo sensible.
Fuente: Servicio Sismológico Universidad de Chile. http://ssn.dgf.uchile.cl/

Cabe hacer presente que la mayoría de los sismos registrados en Chile, y cuyas consecuencias han sido catastróficas, concentran sus puntos focales en el borde costero, siendo poco frecuentes los sismos en el ámbito andino.

### *5.2.9.2 Remoción en Masa*

Estos procesos corresponden al desplazamiento de materiales en laderas impulsados por su propia masa, bajo la acción directa de la gravedad y un agente que propicie las condiciones para la generación del movimiento. En concreto estos movimientos desplazan grandes volúmenes de material a lo largo de pendientes. Se agrupan en dos modalidades: los deslizamientos y la solifluxión, ambos, fenómenos que necesitan de un agente externo que los ponga en marcha: el agua. Sin embargo, cabe señalar que debido a las escasas precipitaciones registradas en el área del proyecto, la probabilidad de ocurrencia de estos eventos es muy baja.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Deslizamientos*

Los deslizamientos se definen como un descenso masivo y relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. En este sentido, en el área de influencia directa del Proyecto no se identifican zonas de alta pendiente que puedan amplificar el efecto de un evento de lluvia torrencial (Figura 5.31). Lo anterior se ve atenuado por la naturaleza geológica del material, principalmente rocas volcanoclásticas muy comprimidas, reconociendo que los deslizamientos de tierra afectan a material meteorizado, poco compacto y con debilidades estructurales. Asimismo, por lo general, la superficie de deslizamiento aparece sobre un basamento arcilloso saturado de agua. Esta superficie de deslizamiento se crea a lo largo de períodos dilatados de tiempo, el suficiente como para que una determinada capa arcillosa absorba el agua necesaria para permitir el deslizamiento del material superior. Cabe destacar que las capas arcillosas son las que generalmente funcionan como superficies de deslizamiento, pues poseen gran capacidad para retener el agua.

De lo anterior, se pueden reconocer dos aspectos en el área del proyecto:

- La inexistencia de una capa lo suficientemente espesa de arcilla.
- La carencia de eventos de precipitación que permitan una sobresaturación del sustrato.

No obstante lo anterior, hay situaciones en que los deslizamientos también pueden afectar a rocas compactas. Esto, cuando dichas rocas presentan una discontinuidad, que al alterarse y humedecerse, funcione como superficie de deslizamiento. Así, se podría producir por efectos de gravedad, el deslizamiento de la parte superior de la roca a lo largo de la pendiente. Sin embargo, esta situación no ocurre en el área de influencia directa del Proyecto.

### *Solifluxión*

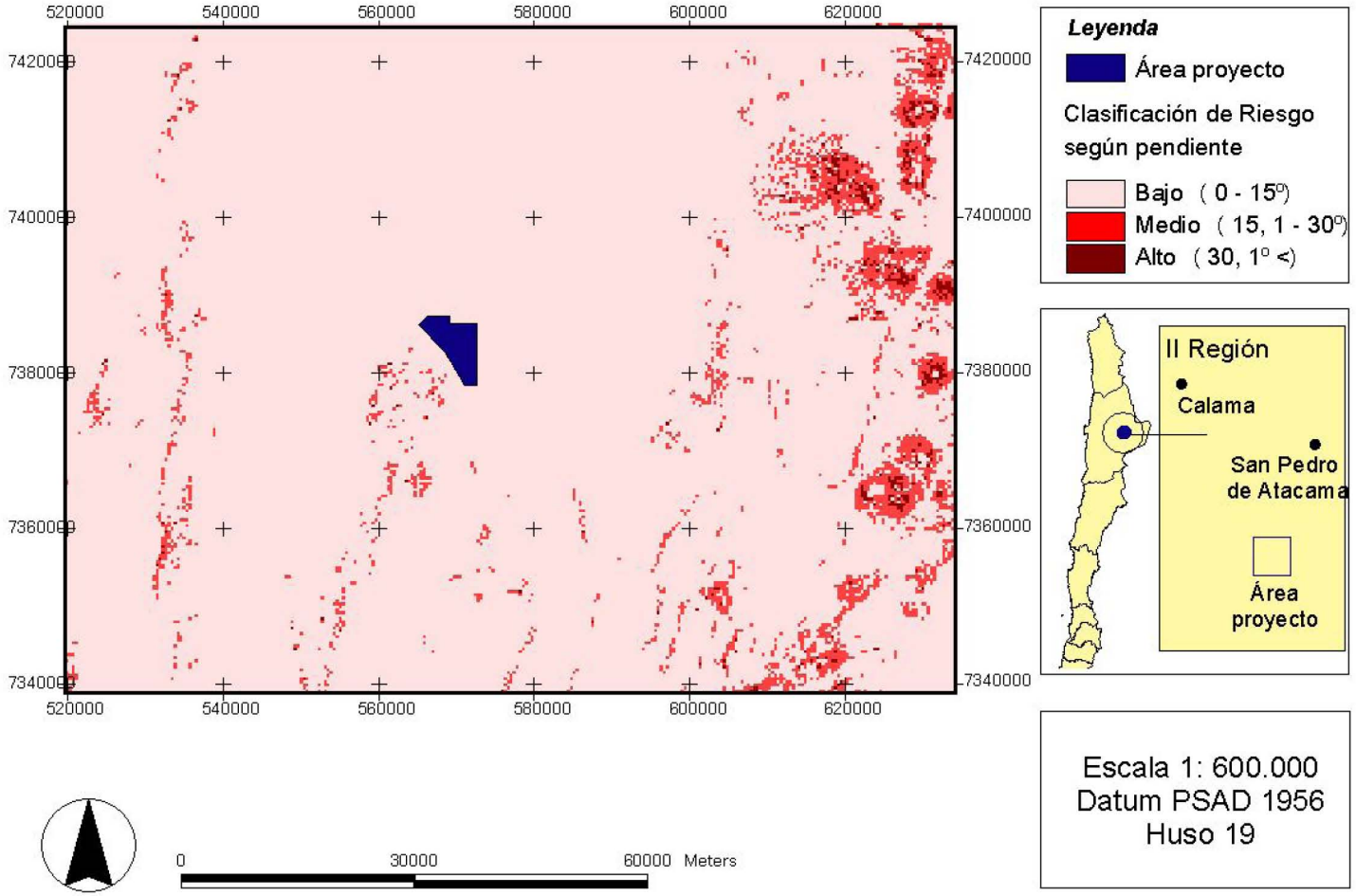
La solifluxión consiste en el desplazamiento masivo y lento, producto de la gravedad, de formaciones arcillosas, las que adquieren altos niveles de plasticidad y fluidez cuando absorben grandes cantidades de agua.

La solifluxión es un fenómeno muy generalizado en áreas con carencia de vegetación y con pendientes sobre 15º. Sin embargo, en el área del proyecto las pendientes no sobrepasan los 5º (Figura 5.31), por lo que no presenta riesgos inminentes de procesos gravitacionales.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.31: Mapa de riesgo por pendientes**




Fuente: Elaboración propia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *5.2.9.3 Volcanismo*

Los peligros asociados al volcanismo se relacionan con diversos procesos volcánicos. Dichos procesos pueden ser directos o indirectos, y se mencionan a continuación:

Procesos Volcánicos Directos más comunes:

- Coladas de lavas
- Eyección de piroclastos
- Emisión de gases
- Flujos de piroclastos
- Avalanchas volcánicas

Procesos Volcánicos Indirectos más comunes:

- Corrientes laháricas
- Crecidas
- Avalanchas de hielo y nieve
- Deslizamientos
- Obstrucción de valles y cursos fluviales
- Tormentas eléctricas
- Lluvias ácidas
- Incendios forestales
- Alteraciones en la composición y temperatura de las aguas termales aledañas
- Alteraciones de aguas superficiales, suelos y vegetación.

De acuerdo a los volcanes identificados por el Programa Global de Volcanismo, del Instituto Smithsoniano[8], el proyecto se encuentra inmerso entre trece estructuras volcánicas. En la Tabla 5.21 se presentan las principales características de cada uno de dichos volcanes, y en la Figura 5.32 se muestra su ubicación geográfica. Cabe señalar que de acuerdo a SERNAGEOMIN, de los volcanes cercanos al área del proyecto, sólo el Láscar presenta erupciones históricas, siendo el volcán más activo del Norte de Chile. Una breve caracterización de este volcán se presenta a continuación.

[8] The Smithsonian's Global Volcanism Program. http://www.volcano.si [03/11/2008].

**Tabla 5.21: Principales características de los volcanes presentes en el área del proyecto.**

| Volcán | Estatus | Ubicación | | Altura (m) | Tipo | Distancia al área proyecto (km) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Latitud (S) | Longitud (O) | | | |
| Colachi | Holoceno | 23º 11' | 67º 38' | 5.631 | Estratovolcán | 84 |
| Acamarachi | Holoceno | 23º 15' | 67º 37' | 6.046 | Estratovolcán | 82 |
| Láscar | Histórico | 23º 19' | 67º 43' | 5.592 | Estratovolcán | 69 |
| Cerro Overo | Holoceno | 23º 28' | 67º 40' | 4.555 | Maar | 69 |
| Chiliques | Holoceno | 23º 32' | 67º 42' | 5.778 | Estratovolcán | 64 |
| Cordón de Puntas Negras | Holoceno | 23º 42' | 67º 32' | 5.852 | Estratovolcán | 81 |
| Miñiques | Holoceno | 23º 47' | 67º 46' | 5.910 | Estratovolcán | 59 |
| Cerro Tujle | Holoceno | 23º 47' | 67º 57' | 3.550 | Maar | 42 |
| Caichinque | Holoceno | 23º 54' | 67º 44' | 4.450 | Estratovolcán | 67 |
| Tilocalar | Holoceno | 23º 55' | 68º 08' | 3.116 | Estratovolcán | 39 |
| El Negrillar | Holoceno | 24º 08' | 68º 15' | 3.500 | Complejo piroclástico | 57 |
| Pular | Holoceno | 24º 08' | 68º 03' | 6.233 | Estratovolcán | 63 |
| La Negrillar | Holoceno | 24º 14' | 68º 36' | 4.109 | Complejo piroclástico | 73 |

Fuente: www.volcano.si.edu

## *Volcán Láscar*

Este volcán corresponde a un estrato volcán andesítico compuesto por dos conos truncados, dispuestos en dirección Este-Oeste, donde se anidan cinco cráteres. El Volcán Láscar es uno de los volcanes más activos del Norte de Chile y de los Andes en general, formando parte del actual frente volcánico que está ligado genéticamente a la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental Sudamericana[9]. Por otro lado, de en la Tabla 5.21.

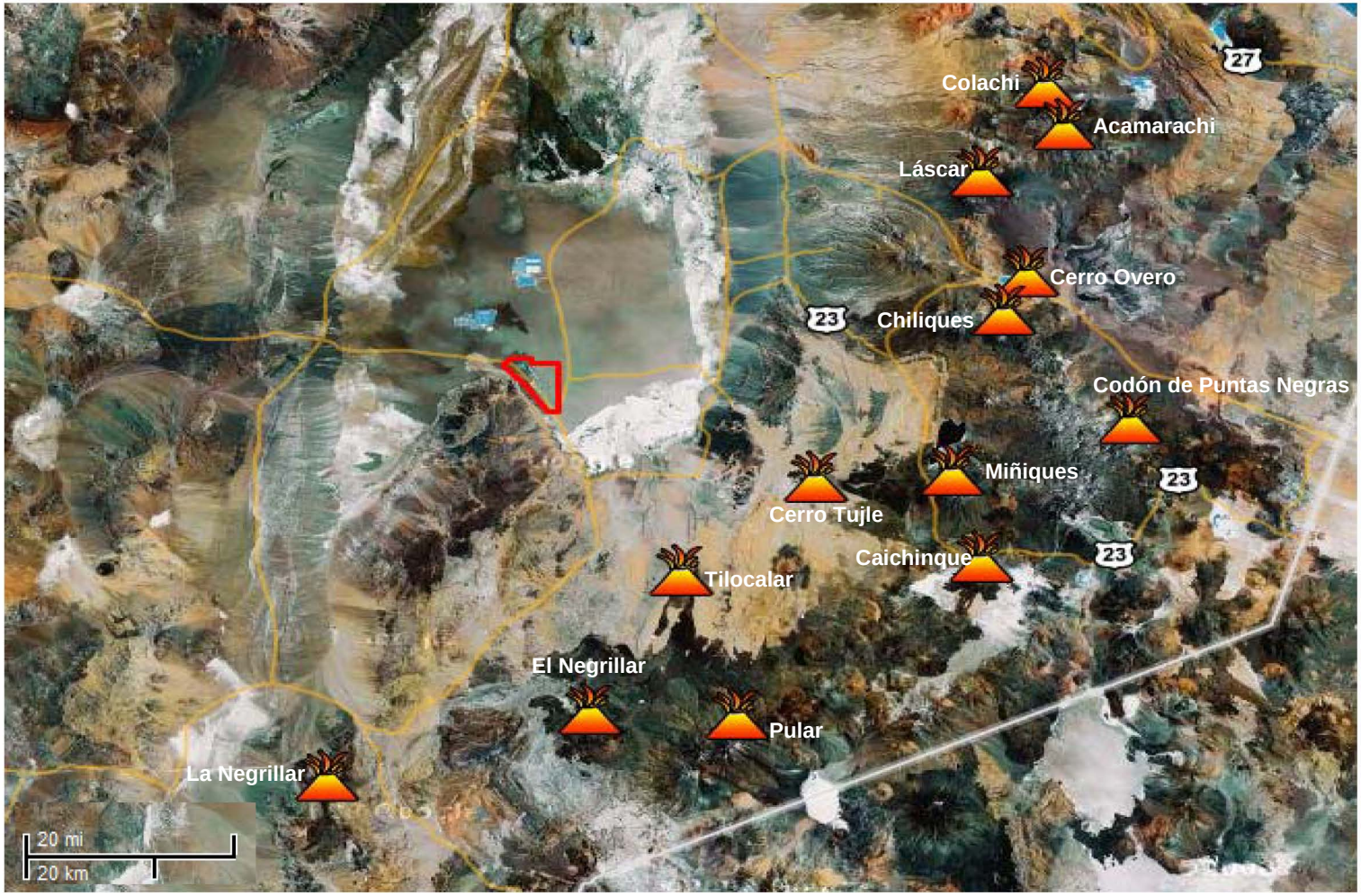
Presenta actividad antes del último máximo glacial, pero posterior a los 50.000 años. Durante este lapso se estima que ha eyectado un volumen total entre 30 y 40 $km^3$ de material, lo que implica una tasa promedio de extrusión del orden de 0,02-0,03 $m^3/s$. Su actividad normal se caracteriza por una persistente emisión fumarólica con ocasionales explosiones mayores. El registro histórico de erupciones comienza en 1848, siendo los eventos más significativos, en cuanto a magnitud, los correspondientes a los años 1933 y 1993. La petrografía está dominada por lavas de composición andesítica y en menor proporción dacíticas, así como también ignimbritas riodacíticas a andesíticas.

[9] Amigo, A. Volcán Láscar: Aporte y dispersión de azufre oxidado a la atmósfera regional. Disponible en http://www.dim.uchile.cl/~lgallard/STE/public/tesis_alvaroamigo.pdf [24/10/2008].



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.32: Ubicación de volcanes en el área del proyecto.**




Fuente: Elaboración propia en base a Global Volcanism Program www.volcano.si.edu y Google Maps http://maps.gogle.com



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.9.4 Inundaciones

En el área de influencia directa del proyecto, no hay registros de crecidas asociadas a eventos de precipitación extrema. Por otro lado, las principales quebradas que encauzan flujos intermitentes y que reciben aportes del invierno boliviano, alimentan al Salar de Atacama principalmente por el sector norte y este, encontrándose relativamente distantes del área del proyecto.

### 5.2.9.5 Hundimientos

Hacia el sector este de las instalaciones de SCL, se detectan zonas que paulatinamente han evidenciado una oscilación propia del movimiento del flujo subterráneo. Este es un proceso que presenta un nivel de riesgo medio-bajo, debido principalmente a su lentitud. Asimismo, está muy influenciado por los niveles de evaporación y recarga que experimenta el Salar de Atacama, y en especial su núcleo y zona marginal.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.10 Ruido

No se identifican receptores sensibles al ruido que sean relevantes de caracterizar respecto del cumplimiento de la normativa aplicable.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.11 Vibraciones

No se identificaron fuentes existentes generadoras de vibraciones en el área del proyecto, por lo que no se definen áreas de influencia directa e indirecta.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.2.12 Luminosidad

No se identificaron fuentes generadoras de luminosidad que sean relevantes de caracterizar respecto del cumplimiento del D.S. Nº 686/98 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.

Durante las etapas de construcción y operación del proyecto no se generarán emisiones lumínicas, ya que tanto las faenas constructivas como de operación se desarrollarán exclusivamente en horario diurno.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 5.3. Descripción del Medio Biótico

## 5.3.1 Vegetación y Flora

### *5.3.1.1 Antecedentes Bibliográficos del Área*

#### *Regiones, Subregiones y Formaciones Vegetales*

Dada su localización geográfica, y de acuerdo a la clasificación de Gajardo[10], el área en estudio se inserta en un sector intermedio entre *la Región del Desierto* y la *Región de la Estepa Alto – Andina.*

La *Región del Desierto* corresponde a una región que se extiende desde el extremo norte del país hasta el río Elqui en la Región de Coquimbo, y que, si bien tiene como límite Oeste el Océano Pacífico, es en su mayoría un desierto interior, con una altitud media de 1.500 m.s.n.m., abarcando los abruptos acantilados costeros, las serranías de la Cordillera de la Costa, las grandes depresiones interiores y las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes.

Así, las características del relieve generan variaciones locales del ambiente, produciendo hábitats más o menos diferenciables que permiten segregar esta región en cuatro subregiones vegetales. De ellas, el proyecto se sobrepone en la llamada *Subregión del Desierto Andino.*

Esta *subregión del Desierto Andino* corresponde al piso vegetacional superior del desierto y se ubica en las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes, entre altitudes, aproximadas, de 1.800 a 3.500 m.s.n.m. A causa de la influencia marginal de las precipitaciones que ocurren en la alta cordillera, presenta posibilidades de mayor desarrollo vegetal, presentando una fuerte penetración de elementos florísticos de las estepas altoandinas.

Dentro de esta sub-región, Gajardo reconoce seis formaciones vegetales típicas, de ellas el área del proyecto se inserta en el extremo sur (en una condición limítrofe con otra Región vegetal) de la formación del *Desierto del Salar de Atacama.*

Esta formación abarca la gran cuenca del Salar de Atacama y sus alrededores que poseen una gran homogeneidad de paisaje.

Presenta grandes extensiones completamente carentes de vegetación, en especial al interior del salar, pero en su borde este y hacia el Sur se presentan comunidades esteparias desarrolladas.

[10] Gajardo, R. 1993. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 p.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Para esta formación vegetal, Gajardo describe cinco (5) asociaciones típicas potenciales con una composición definida, que se enumeran en la Tabla 5.22.

Por su parte, la *Región de la Estepa Alto-Andina* se extiende desde el extremo Norte de Chile, en el límite internacional, hasta las montañas andinas de la Región del Maule. Presenta una homogeneidad de especies, determinadas por la altitud y relieve, que se pueden agrupar en tres tipos biológicos que incluyen a las plantas en cojín, gramíneas cespitosas (pastos duros o coirones) y los arbustos bajos de follaje reducido.

Por la acción del relieve y el clima que posibilitan características ecológicas específicas, se distinguen dos subregiones. De ellas, el área del proyecto se inserta en la *Sub-región del Altiplano y la Puna.*

Esta subregión representa el sector de la estepa Altoandina que se distingue por situarse sobre un relieve de altiplanicies, generalmente por sobre los 4.000 m.s.n.m. Además, en especial en el altiplano, predomina un régimen climático de influencias tropicales con lluvias de verano (invierno altiplánico).

En el extenso territorio ocupado por esta subregión es posible reconocer doce (12) formaciones vegetales características. De entre todas ellas, el área del proyecto se ubica en la formación de la *Estepa Arbustiva Pre-puneña*

Esta formación, de amplia distribución, se caracteriza por la predominancia de arbustos bajos de escasa cobertura, y por compartir muchos elementos florísticos con el desierto. En su avance hacia el sur recibe gradualmente una menor cantidad de precipitación, lo que determina en las plantas la aparición de una serie de rasgos morfológicos de adaptación a la aridez, en lo que es una característica propia de las formaciones puneñas.

Para esta formación vegetal, Gajardo describe dos asociaciones típicas potenciales con una composición definida, que se que se enumeran en la Tabla 5.22.

**Tabla 5.22: Asociaciones vegetales características del área del proyecto (potenciales)**

| Región | Sub Región | Formación | Asociaciones Características[11] |
|---|---|---|---|
| *Del Desierto* | *Del Desierto Andino* | *Desierto del Salar de Atacama* | Atriplex atacamensis – Pluchea absinthioides<br>Acantholippia deserticola – Ambrosia artemisioides<br>Atriplex atacamensis – Acantholippia trifida |
| *De la Estepa Altoandina* | *Del Altiplano y la Puna* | *Estepa Arbustiva Pre Puneña* | Prosopis chilensis – Geoffroea decorticans<br>Fabiana ramulosa – Baccharis boliviensis<br>Baccharis tola – Lampaya medicinalis |

Fuente: Gajardo (1993)

[11] Los nombres científicos de las asociaciones y comunidades han sido sinonimizados a la nomenclatura utilizada por Marticorena, C.; O. Matthei; R. Rodriguez; M. Kalin Arroyo; M. Muñoz; F. Squeo y G. Arancio. 1998. Catálogo de la Flora Vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. Gayana Botánica 55 (1): 23-83.

## *Pisos Vegetacionales*

De manera análoga al caso de las regiones vegetales, y de acuerdo con Luebert y Pliscoff[12], también en esta clasificación el área se ubica en una situación de intermedia o transicional entre dos pisos vegetacionales: el *Matorral Desértico Tropical Interior de Atriplex atacamensis y Pluchea absinthioides (=Tessaria absinthioides) y el Matorral desértico Tropical Andino de Atriplex imbricata y Acantolippia deserticola.*

El primero de ellos se manifiesta como un matorral alto, claramente freatófilo, dominado por Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*), Brea (*Pluchea absinthioides*) y Grama salada (*Distichlis spicata*), que debe su presencia a la existencia de una napa freática que proporciona la humedad suficiente para compensar el déficit hídrico provocado por la escasez de precipitaciones.

Para este piso, se han definido tres diferentes comunidades típicas potenciales que se enumeran en la Tabla 5.23.

Por su parte, el otro piso vegetacional se presenta como un matorral muy abierto, a veces con especies suculentas, dominado por *Atriplex imbricata* y *Acantolippia deserticola*.

Para este piso, se han definido diferentes comunidades típicas potenciales, tanto zonales como azonales, que se enumeran en la Tabla 5.23Tabla 5.23.

**Tabla 5.23: Comunidades vegetales características del área (potenciales)**

| Piso Vegetacional | Comunidades[11] |
|---|---|
| *Matorral Desértico Tropical Interior de* Atriplex atacamensis *y* Tessaria absinthioides | Atriplex atacamensis – Pluchea absinthioides |
| | Prosopis chilesnis – Geoffroea decorticans |
| | Pluchea absinthioides – Distichlis spicata |
| | Acantolippia deserticola – Atriplex imbricata |
| | Acantolippia deserticola – Ambrosia artemisioides |
| | Acantolippia trifida – Ambrosia artemisioides |
| | Atriplex imbricata |
| *Matorral desértico Tropical Andino de* Atriplex imbricata *y* Acantolippia deserticola | Atriplex imbricata – Cristaria andicola |
| | Atriplex imbricata - Ambrosia artemisioides |
| | Cortaderia atacamensis |
| | Deyeuxia eminens – Distichlis scoparia |
| | Ambrosia artemisioides – Hologyne macrogyne – Echinopsis atacamensis |
| | Oreocereus leucotrichus – Ambrosia artemisioides |
| | Pluchea absinthioides – Distichlis spicata |

Fuente: Luebert y Pliscoff (2006)

[12] Luebert, F. y P. Pliscoff, 2006. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Serie Biodiversidad. Editorial Universitaria. Stgo, Chile. 316 p.

## *Composición Florística*

Las distintas clasificaciones de vegetación antes indicadas, que en ciertas situaciones representan cambios significativos de composición –debidos a cambios notorios en el microambiente– significan la ocurrencia de diferentes especies de flora vascular como elementos constituyentes de cada asociación.

Así, puede establecerse un marco –solamente referencial– de la flora local a partir de la flora geográficamente potencial del área. A partir de las colectas registradas en el área del proyecto –así como en las áreas inmediatamente vecinas hacia el este y el oeste (lo que determina un cierto gradiente altitudinal)– y de acuerdo a lo indicado por Marticorena et al.[13], las especies de flora potencial del área son las que se enumeran en la Tabla 5.24.

En ella aparecen, 156 especies como potenciales, lo que dadas las condiciones del medio específico del área del proyecto, representa un número particularmente elevado. Al respecto, debe considerarse que la mayor parte de ellas son aportadas por las formaciones vecinas al salar mismo, esto es, matorrales de laderas y , especialmente, por las formaciones de mayor desarrollo en biomasa vinculadas a condiciones de oasis (Peine, Tilomonte), situaciones donde, además se manifiesta la ocurrencia de formas vegetales más desarrollada (árboles) y donde la influencia antrópica de hace ver en la ocurrencia de especies de flora advena (13% del total de especies potenciales).

No obstante, y como se verá, en las situaciones de salar propiamente tal la riqueza de especies es notoriamente más baja, pues la condiciones del medio restringen el desarrollo sólo a especies halófitas.

[13] Marticorena, C.; O. Matthei; R. Rodriguez; M. Kalin Arroyo; M. Muñoz; F. Squeo y G. Arancio. 1998. Catálogo de la Flora Vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. Gayana Botánica 55 (1): 23-83.

**Tabla 5.24: Flora potencial del área**

| Especie | Origen | Especie | Origen |
|---|---|---|---|
| *Acaena magellanica* (Lam.) Vahl | Nativa | *Leucheria pteropogon* (Griseb.) Cabrera | Nativa |
| *Acantolippia deserticola* (Phil. ex F. Phil.) Moldenke | Nativa | *Lilaeopsis macloviana* (Gand.) A.W. Hill | Nativa |
| *Adesmia atacamensis* Phil. | Endémica | *Lupinus subinflatus* C.P. Sm. | Nativa |
| *Adesmia caespitosa* Phil. | Nativa | *Lycium humile* Phil. | Nativa |
| *Adesmia erinacea* Phil. | Nativa | *Lycopersicopn chilense* Dunal | Nativa |
| *Adesmia hystrix* Phil. | Endémica | *Malva parvifolia* L. | Advena |
| *Adesmia rahmeri* Phil. | Nativa | *Marrubium vulgare* L. | Advena |
| *Amaranthus deflexus* L. | Advena | *Medicago sativa* L. | Advena |
| *Anatherostipa venusta* (Phil.) Peñail. | Nativa | *Melilotus indicus* (L.) All. | Advena |
| *Argylia tomentosa* Phil. | Endémica | *Menonvillea virens* (Phil.) Rollins | Nativa |
| *Artemisia copa* Phil. | Nativa | *Mimulus glabratus* Kunth | Endémica |
| *Arundo donax* L. | Advena | *Montiopsis modesta* (Phil.) D.I. Ford | Nativa |
| *Astragalus arquipensis* Vogel | Nativa | *Moschopsis monocephala* (Phil.) Reiche | Nativa |
| *Astragalus cryptobotrys* I.M. Johnst. | Nativa | *Muehlenbergia asperifolia* (Nees ex Meyen) ex Trin.) Parodi | Nativa |
| *Atriplex deserticola* Phil. | Nativa | *Mulinum crassifolium* Phil. | Nativa |
| *Atriplex imbricata* (Moq.) D. Dietr | Nativa | *Munroa decumbens* Phil. | Nativa |
| *Atriplex madariagae* Phil. | Nativa | *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. | Nativa |
| *Baccharis boliviensis* (Wedd.) Cabrera | Nativa | *Nassella nardoides* (Phil.) Barkworth | Nativa |
| *Baccharis juncea* (Lehm.) Desf. | Nativa | *Nicotiana acuminata* (Graham) Hook | Nativa |
| *Baccharis tola* Phil. | Endémica | *Nicotiana longibracteata* Phil. | Nativa |
| *Bacopa stellariifolia* Phil. | Nativa | *Nicotiana undulata* R. et P. | Nativa |
| *Bidens laevis* (L.) Britton | Advena | *Nitrophila atacamensis* (Phil.) Hieron. ex Ulbr. | Nativa |
| *Bouteloua simplex* Lag | Nativa | *Nototriche auricoma* (Phil.) A.W. Hill | Endémica |
| *Brassica rapa* L. | Advena | *Nototriche stipulata* A.W. Hill ex B.L. Burtt | Endémica |
| *Bromus catharticus* Vahl. | Advena | *Opuntia camachoi* Espinosa | Endémica |
| *Caiophora rahmeri* Phil. | Endémica | *Parastrephia lucida* (Meyen) Cabrera | Nativa |
| *Caiophora rosulata* (Wedd.) Urban et Gilg. | Nativa | *Parastrephia quadrangularis* (Meyen) Cabrera | Nativa |
| *Calandrinia compacta* Barnéoud | Nativa | *Parastrephia teretiuscula* (Kuntze) Cabrera | Nativa |

| Especie | Origen | Especie | Origen |
|---|---|---|---|
| *Calandrinia spicigera* Phil. | Endémica | *Pennisetum chilense* (E. Desv.) B.D. Jacks ex R.E Fries | Nativa |
| *Carex maritima* Gunnerus | Nativa | *Perezia atacamensis* (Phil.) Reiche | Nativa |
| *Cestrum parqui* L'Hér. | Nativa | *Phacelia cumingii* (Benth.) A. Gray | Nativa |
| *Chaetanthera revoluta* (Phil.) Cabrera | Nativa | *Phacelia pinnatifida* Griseb. ex Wedd. | Nativa |
| *Chenopodium album* L. | Advena | *Phacelia setigera* Phil. | Nativa |
| *Chenopodium frigidum* Phil. | Nativa | *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. | Nativa |
| *Chenopodium murale* L. | Advena | *Pingraea scandens* (R. et P.) F.H. Hellwig | Nativa |
| *Chuquiraga atacamensis* Kuntze | Nativa | *Pluchea absinthioides* (H. et A.) H. Rob. et Cuatrec | Nativa |
| *Cistanthe minuscula* (Añon) Peralta | Nativa | *Polygonum aviculare* L. | Advena |
| *Cistanthe picta* (Gillies ex Arn.) Corolin ex Hershk. | Nativa | *Polypogon australis* Brongn. | Nativa |
| *Cistanthe salsoloides* (Barnéoud) Corolin ex Hershk. | Nativa | *Polypogon interruptus* Kunth | Nativa |
| *Convolvulus arvensis* L. | Advena | *Prosopis alba* Griseb. | Nativa |
| *Cristaria andicola* Gay | Nativa | *Puccinellia frigida* (Phil.) I.M. Johnst. | Nativa |
| *Cryptantha hispida* (Phil.) Reiche | Endémica | *Pycnophyllum brioides* (Phil.) Rohrb. | Nativa |
| *Descurainia pulcherrima* Muschl. | Nativa | *Rumex crispus* L. | Advena |
| *Deyeuxia crispa* Rúgolo et Villav. | Nativa | *Ruppia filifolia* (Phil.) Skottsb. | Nativa |
| *Deyeuxia eminens* J. Presl. | Nativa | *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott | Nativa |
| *Dinemandra ericoides* A. Juss. | Endémica | *Schinus molle* L. | Nativa |
| *Diplachne univervia* (J. Presl) Parodi | Nativa | *Scirpus asper* J. et K. Presl. | Nativa |
| *Distichlis scoparia* (Kunth) Arechav | Nativa | *Scirpus pungens* Vahl | Nativa |
| *Distichlis spicata* (L.) Greene | Nativa | *Senecio atacamensis* Phil. | Nativa |
| *Doniophyton weddellii* Katinas et Stuessy | Nativa | *Senecio dichotomus* Phil. | Endémica |
| *Eleocaris albibracteata* Nees et Meyen ex Kunth | Nativa | *Senecio filaginoides* DC | Nativa |
| *Elymus scabriglumis* (Hackel) A. Löve | Nativa | *Senecio leucus* Phil. | Nativa |
| *Ephedra breana* Phil. | Nativa | *Senecio micropifolius* DC | Endémica |
| *Eragrostis nigricans* (Kunth) Steud. | Nativa | *Senecio nutans* Sch. Bip. | Nativa |
| *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex Aiton | Advena | *Senecio puchii* Phil. | Nativa |
| *Euphorbia amandi* Oudejans | Nativa | *Senecio scorzonerifolius* Meyen et Walp | Nativa |
| *Exodeconus integrifolius* (Phil.) Axelius | Endémica | *Senecio socompae* Cabrera | Nativa |
| *Fabiana bryoides* Phil. | Nativa | *Senecio viridis* Phil. | Nativa |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Especie | Origen | Especie | Origen |
|---|---|---|---|
| *Fabiana denudata* Miers | Nativa | *Senecio xerophilus* Phil. | Nativa |
| *Fabiana ramulosa* (Wedd.) Hunz. et Barbosa | Nativa | *Solanum eleagnifolium* Cav | Nativa |
| *Festuca chrysophylla* Phil. | Nativa | *Solanum metarsium* C.V. Morton | Nativa |
| *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze | Nativa | *Solanum tuberosum* L. | Nativa |
| *Foeniculum vulgare* Mill. | Advena | *Sonchus asper* (L.) Hill | Advena |
| *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. et Arn) Burkart | Nativa | *Sonchus oleraceus* L. | Advena |
| *Haplopappus rigidus* Phil. | Nativa | *Spergularia fasciculata* Phil. | Nativa |
| *Helogyne macrogyne* (Phil.) B.L. Rob. | Endémica | *Stipa atacamensis* Parodi | Nativa |
| *Hoffmannseggia doellii* Phil. | Endémica | *Tarasa antofagastana* (Phil.) Krapov. | Advena |
| *Hordeum comosum* J. Presl. | Nativa | *Tarasa operculata* (Cav.) Krapov. | Nativa |
| *Hordeum pubiflorum* Hook. | Nativa | *Tarasa pediculata* Krapov. | Endémica |
| *Huidobria fruticosa* Phil. | Endémica | *Tarasa tarapacana* (Phil.) Krapov. | Nativa |
| *Hypochaeris chondrilloides* (A.Gray) Cabrera | Nativa | *Tiquilia atacamensis* (Phil.) A.T. Richardson | Endémica |
| *Hypsela reniformis* (Kunth) K. Presl. | Nativa | *Tiquilia litoralis* (Phil.) A.T. Richardson | Endémica |
| *Jaborosa parvifolia* (Phil.) Hunz. et Barbosa | Nativa | *Trichocline caulescens* Phil. | Endémica |
| *Juncus arcticus* Willd. | Nativa | *Triglochin concinnum* Burtt Davy | Nativa |
| *Junellia digitata* (Phil.) Moldenke | Nativa | *Urbania pappigera* Phil. | Nativa |
| *Junellia seriphioides* (Gillies ex Hook) Moldenke | Nativa | *Urmeneta atacamensis* Phil. | Nativa |
| *Krameria lappacea* (Dombey) Burdet et B.B. Simpson | Nativa | *Verbena atacamensis* Reiche | Nativa |
| *Lactuca serriola* L. | Advena | *Werneria glaberrima* Phil. | Nativa |

Fuente: Marticorena et al. 1998



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *5.3.1.2 Metodología*

La caracterización del componente vegetación y flora se basa en información recogida en terreno durante dos campañas: una realizada en invierno (Junio 2008) y otra en primavera (Septiembre 2008).

Durante éstas se recorrieron las orillas de las lagunas objeto de estudio (Lagunas Salada y Saladita e Interna y Lagunas La Punta y La Brava), así como las áreas intermedias y los bordes de la subcuenca que involucra dichas lagunas.

En estos recorridos se caracterizaron –en términos de estructura y composición dominante– las escasas manifestaciones vegetacionales existentes.

Junto con ello se elaboró un catálogo de la flora existente, a través de la identificación *in situ* de especies y de la colecta de ejemplares para una posterior identificación de gabinete en base a claves taxonómicas apropiadas con lo que se elaboró un catálogo florístico del área del estudio, indicando nombre científico, clasificación taxonómica, origen y su forma de crecimiento basándose para ello en Marticorena et al.[14].

Los registros de terreno contemplaron, en cada formación, un inventario florístico estableciendo la importancia sociológica de cada especie de acuerdo a una escala de valores adaptada a partir de Braun - Blanquet[15] (

Tabla 5.25).

Finalmente, se revisó el estado de conservación de la flora encontrada en función de la clasificación de Benoit[16] y de los Decretos Supremos vigentes de calificación de especies silvestres según su estado de Conservación[17].

[14] Marticorena, C.; O. Matthei; R. Rodriguez; M. Kalin Arroyo; M. Muñoz; F. Squeo y G. Arancio. 1998. Catálogo de la Flora Vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. Gayana Botánica 55 (1): 23-83.
[15] citado en: Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods Of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. New York 547 p.
[16] Benoit, I. (Editor). 1989. Red Book On Chilean Terrestrial Flora. Corporación Nacional Forestal.151 p.
[17] DS.151/2007 del MINSEGPRES; DS 50/2008 del MINSEGPRES y DS 51/2008 del MINSEGPRES



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.25: Categorías fitosociológicas consideradas en la caracterización de la vegetación y flora**

| Registro | Atributos de la Población | Posición Sociológoca | |
|---|---|---|---|
| D | Cualquier Número de individuos pero con cobertura superior al 75% de la cobetura total de la formación | Dominante | define la asociación |
| C | Cualquier Número de individuos pero con cobertura entre 50 y 75% de la cobetura total de la formación | Codominante: | define la asociación , pero subordinada a D |
| S | Cualquier Número de individuos pero con cobertura entre 25 y 50% de la cobetura total de la formación | Subdominante: | define la asociación , pero subordinada a D y C |
| A | Cualquier Número de individuos pero con cobertura entre 5 y 25% de la cobetura total de la formación | Frecuente: | frecuente en la asociación pero no domina |
| P | Numerosos individuos pero con menos del 5% de cobertura o individuos dispersos con más de 5% de la cobetura total de la formación | Presente: | es normal encontrarla en la asociación , pero en pequeñas cantidades |
| O | Pocos individuos con cobertura reducida (<5%) | Ocasional: | su presencia ocurre sólo en ciertas condiciones |
| R | Individuos solitarios con muy baja cobertura (<1%) | Rara: | su presencia en la asociación es excepcional |

Fuente: Modificado de Braun Blanquet, citado en Mueller-Dombois y Ellemnerg (1974)

### *5.3.1.3 Vegetación del Área del Proyecto*

En términos vegetacionales el área se encuentra en su extensa mayoría desprovista de vegetación (Figura 5.33), por un efecto combinado de rigor climático (zona de marcada tendencia desértica) y restricciones severas de sustrato (en su mayoría corresponde a una costra salina que, en términos estrictos, no constituye suelo).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.33: Aspecto general de la cobertura del salar**



No obstante, en ciertos sectores muy puntuales se presentan ciertas agrupaciones de especies que, en cualquier caso son de baja extensión lo que imposibilita su presentación cartográfica en escalas representables.

Asimismo, y como se verá, la ocurrencia de ciertas unidades de vegetación es tan circunstancial que, formando unidades muy pequeñas, resulta dificultoso asociarlas a alguna de las formaciones o pisos definidos en la bibliografía.

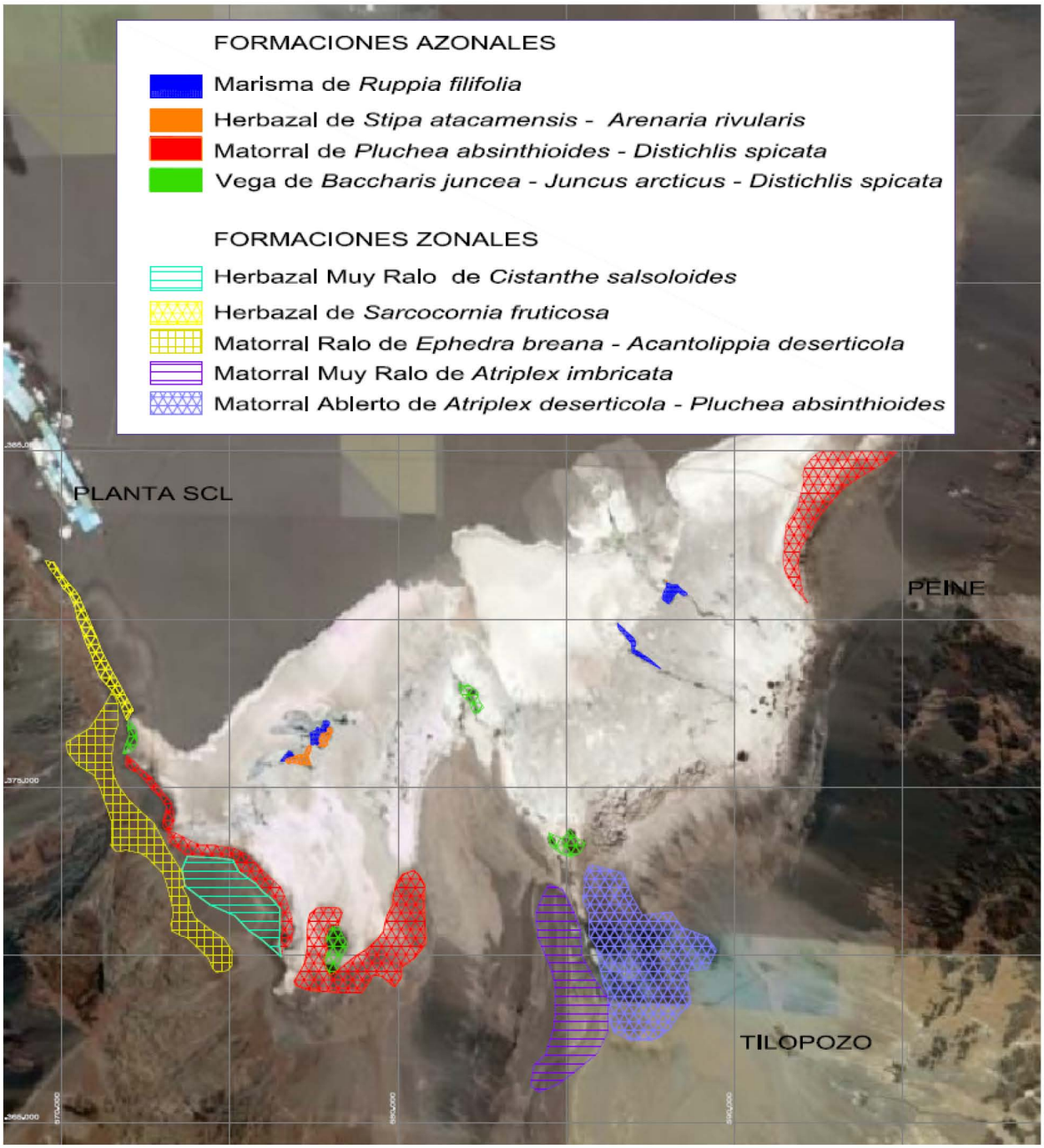
Por otro lado –y teniendo siempre en cuenta que la mayor parte del área se encuentra desprovista de vegetación es posible segregar las manifestaciones vegetales en dos clases, en función de los factores limitantes: vegetación azonal y vegetación zonal (

Figura 5.34).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.34: Distribución de formaciones vegetales descritas**




Fuente: Elaboración propia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## *Vegetación Azonal*

Corresponde a aquellas manifestaciones vegetales que se localizan al interior del salar y cuya ocurrencia, en ese sustrato extremadamente salino, está dada por la existencia de aguas muy cercanas a la superficie o por la surgencia de las mismas lo que, en algún grado, permite el "lavado" o dilución de la costra de sal generando un sustrato levemente más favorable al desarrollo de las plantas.

Así, al interior del salar se han detectado cinco formas más o menos diferenciadas de vegetación.

### *Marisma de Ruppia filifolia*

Situación encontrada en las aguas menos profundas y, comparativamente, menos salobres de las lagunas. Corresponde a una formación, a veces densa, de Pelo de marisma (*Ruppia filifolia*) que crece en forma sumergida y enraizada (Figura 5.35) en fondos de consistencia lodosa a menudo enriquecidos por la acumulación y descomposición de fecas de flamenco.

**Figura 5.35: Marisma de *Ruppia filifolia***





GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl



*Herbazal de Stipa atacamensis – Arenaria rivularis*

Situación que, seguramente, se vincula a condiciones muy locales de sustrato dadas por la oscilación estacional del nivel de las lagunas, en ese sentido, se presenta como una formación visiblemente efímera.

Estructuralmente es un tapiz bajo de especies herbáceas como Coirón (*Stipa atacamensis*) y Arenaria (*Arenaria rivularis*) (Figura 5.36), con la participación (como ocurre en todas la formaciones terrestres del salar) de Grama salada (*Distichlis spicata*).

**Figura 5.36: Herbazal de *Stipa atacamensis – Arenaria rivularis***



Esta reducida formación se observa en las orillas sur de las lagunas La Punta y La Brava.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Herbazal de Distichlis spicata*

Aunque no puede ser diferenciado como una formación propiamente tal (por lo que no ha sido representado en la

Figura 5.34), en distintos puntos del salar, principalmente vinculado a oquedades o micro depresiones o cursos superficiales secos, aparecen manchones o tapices herbáceos puros –siempre de dimensiones muy reducidas– de Grama Salada (*Distichlis spicata*), especie que, en ocasiones alcanza una talla elevada y con apariencia de cojines (Figura 5.37).

**Figura 5.37: Herbazal de *Distichlis spicata***



### *Matorral de Pluchea absinthioides – Distichlis spicata*

Condición que seguramente representa un estado sucesional más avanzado que la anterior, y que principalmente se vincula a sectores del borde del salar, donde se cuenta con una napa freática alta y con un sustrato –siempre salino– que presenta mayores características de suelo –aunque esquelético– entre otras causas por la influencia de arrastre de material desde las laderas que circundan el salar.

Es la formación azonal más frecuente y se caracteriza por un estrato de densidades variables de Brea (*Pluchea absinthioides*) y un estrato subordinado, usualmente denso, de Grama salada (*Distichlis spicata*), que generan una estructura de matorral bajo (Figura 5.38).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.38: Matorral de *Pluchea absinthioides - Distichlis spicata***



*Vegas de Baccharis juncea – Juncus arcticus –Distichlis spicata*

Condición muy localizada que se vincula a la surgencia de aguas superficiales (ojos de agua) en algunos puntos del salar, lo que determina una alta disponibilidad hídrica en superficie, permitiendo el desarrollo de especies hidrófilas que otorgan al paisaje local una tonalidad de verde que contrasta fuertemente con el entorno.

Se presenta como una formación herbácea densa y relativamente alta (hasta 1 metro) de Suncho (*Baccharis juncea*) y Junquillo (*Juncus arcticus*) y, en un estrato más bajo de Grama salada (*Distichlis spicata*) (Figura 5.39).

**Figura 5.39: Vega de *Baccharis juncea – Juncus arcticus – Distichlis spicata***





GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Vegetación Zonal*

Corresponde a aquellas manifestaciones vegetales que se localizan en las laderas que encierran el salar, desarrollándose sobre suelos o proto-suelos propios de la zona desértica, respondiendo, entonces, su ocurrencia a las características propias del clima local y a la amplitud ecológica propia de las especies que ocupan ese tipo de ambientes.

En esta caracterización se han incluido sólo aquellas formaciones inmediatamente vecinas al salar y que comparten relaciones dinámicas con el mismo a través de flujos hídricos y energéticos y con los que suelen compartir varias especies. En ese sentido, no se describen las formaciones azonales de los oasis (Peine, Tilomonte) que responden a condiciones locales muy diferentes y alejadas del área de influencia del proyecto.

Por otro lado, debe tenerse en consideración que la condición más común de las laderas es la absoluta ausencia de vegetación en lo que constituye el típico paisaje de desierto (Figura 5.40).

Con todo, al interior de esta vasta extensión desértica, se reconocen algunas manifestaciones vegetacionales muy localizadas y de escaso desarrollo en estructura, esto es que, en general presentan coberturas extremadamente reducidas. Se reconocen cinco formas.

**Figura 5.40: Aspecto típico de las laderas circundantes al Salar**



### *Herbazal de Sarcocornia fruticosa*

Corresponde a una situación muy localizada en un sector de pie de ladera de exposición este, junto por encima del salar, lo que insinúa que se trataría de una condición transicional entre un ambiente y otro.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Es una larga y angosta franja ocupada por una cubierta densa, y prácticamente pura, de Sosa (*Sarcocornia fruticosa*) (Figura 5.41) que sugiere, por un lado, la presencia de salinidad y, por otro, una situación de acumulación de humedad en superficie.

**Figura 5.41: Herbazal de *Sarcocornia fruticosa***



### *Herbazal Muy Ralo de Cistanthe salsoloides*

Localizada en áreas con influencia aluvional (lo que es una característica de esta formación en toda la zona norte) se trata de una formación extremadamente rala (dada su baja cobertura usualmente es calificada como área sin vegetación) de Quiaca (*Cistanthe salsoloides*) (Figura 5.42).

Se presenta con individuos muy dispersos y secos, lo que indica que se trata de una formación efímera cuya presencia está sujeta a la ocurrencia de fenómenos de arrastre aluvional esporádicos.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.42: Herbazal muy ralo de *Cistanthe salsoloides***



## *Matorral Muy Ralo de Ephedra breana – Acantolippia deserticola*

Se trata de una formación muy rala de individuos dispersos de Pingo pingo (*Ephedra breana*) y Rica rica (*Acantoplippia deserticola*), (Figura 5.43) con la eventual presencia de *Huidobria fruticosa*.

También se asocia a conos aluvionales, por encima de la condición anterior o donde existe una relativa mayor estabilidad del sustrato, lo que permite suponer que se trataría de un estado sucesional más avanzado que el herbazal de quiaca.

**Figura 5.43: Matorral muy ralo de *Ephedra breana – Acantolippia deserticola***



### *Matorral Muy Ralo de Atriplex imbricata*

Ubicado en situaciones de lomajes suaves y sobre sustratos pedregosos, es una formación desértica típica, esto es, un matorral de muy baja cobertura de Ojalar (*Atriplex imbricata*), con la eventual presencia de otras especies como Pingo pingo (*Ephedra breana*), Rica rica (*Acantolippia deserticola*), Quiaca (*Cistanthe salsoloides*) o *Huidobria fruticosa*. (Figura 5.44)

**Figura 5.44: Matorral muy ralo de *Atriplex imbricata***



### *Matorral de Atriplex deserticola – Pluchea absinthioides*

Ubicado en situaciones de mejores condiciones relativas de sustrato, también constituye una formación desértica típica cuya vinculación con las formaciones del salar sólo se refiere a las especies que comparte, no existiendo mayores relaciones sistémicas.

En este caso, es un matorral de mayor desarrollo en biomasa, de Cachiyuyo (*Atriplex deserticola*) y Brea (*Pluchea absinthioides*) con un estrato herbáceo disperso de Grama salada (*Distichlis spicata*) y, eventualmente, Coirón (*Stipa atacamensis*) (Figura 5.45).

Dado que se trata de un medio algo más favorable, la composición florística se ve más a menudo enriquecida con la presencia de Pingo pingo (*Ephedra breana*), Rica rica (*Acantolippia deserticola)* u Ojalar (*Atriplex imbricata*).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.45: Matorral de Atriplex *deserticola – Pluchea absinthioides***



### *5.3.1.4 Flora del Área del Proyecto*

El resultado de los estudios de terreno indica que en el área estudiada se encuentran sólo 15 especies de flora vascular, cuyos nombres, clasificación taxonómica, origen y forma de vida se presentan en la Tabla 5.26.

Esta riqueza específica extremadamente baja responde a diversos factores del medio, siendo el más claro la notoria condición desértica del área general, restricción que se ve aumentada por la ocurrencia de un sustrato de suyo hostil al desarrollo de las especies, como es el salar.

Asimismo, por su inserción en los ambientes desérticos la zona presenta un marcado aislamiento biogeográfico que, en cierta forma, impide el intercambio e ingreso de propágulos, restringiendo el aumento en la riqueza de especies.

Esta condición de aislamiento se ve claramente reflejada en el origen de la flora, pues –como se observa en la – el 100% de las especies son nativas *sensu lato* (93% nativas y 7% endémicas), lo que indica que, a pesar de la presencia antrópica en el área, no ha se ha producido el ingreso de flora advena. Si bien ésta es observable en los oasis cercanos, las condiciones del salar y sus sistemas circundantes son extremas a tal grado, que generan una barrera fitogeográfica importante.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.26: Flora vascular presente en el área del proyecto**

| Subdivisión | Clase | Familia | Especie | Nombre Común | Origen | Forma Biológica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gymnospermae | Gnetopsida | Ephedraceae | *Ephedra breana* Phil. | Pingo pingo | Nativa | Arbusto |
| Angiospermae | Dicotyledoneae | Caryophyllaceae | *Arenaria rivularis* Phil. | Arenaria | Nativa | Hierba Perenne |
| | | Chenopodiadeae | *Atriplex deserticola* Phil. | Cachiyuyo | Nativa | Arbusto |
| | | | *Atriplex imbricata* (Moq.) D. Dietr | Ojalar | Nativa | Arbusto |
| | | | *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott | Sosa | Nativa | Hierba Perenne |
| | | Compositae (Asteraceae) | *Baccharis boliviensis* (Wedd.) Cabrera | | Nativa | Hierba Perenne |
| | | | *Baccharis juncea* (Lehm.) Desf. | Suncho | Nativa | Hierba Perenne |
| | | | *Pluchea absinthioides* (H. et A.) H. Rob. et Cuatrec | Brea | Nativa | Arbusto |
| | | Loasaceae | *Huidobria fruticosa* Phil. | | Endémica | Arbusto |
| | | Portulacaceae | *Cistanthe salsoloides* (Barnéoud) Corolin ex Hershk. | Quiaca | Nativa | Hierba Anual |
| | | Verbenaceae | *Acantolippia deserticola* (Phil. ex F. Phil.) Moldenke | Rica rica | Nativa | Arbusto |
| | Monocotyledoneae | Gramineae (Poaceae) | *Distichlis spicata* (L.) Greene | Grama salada | Nativa | Hierba Perenne |
| | | | *Stipa atacamensis* Parodi | Coirón | Nativa | Hierba Perenne |
| | | Jucaceae | *Juncus arcticus* Willd. | Junquillo | Nativa | Hierba Perenne |
| | | Ruppiaceae | *Ruppia filifolia* (Phil.) Skottsb. | Pelo de marisma | Nativa | Hierba Perenne |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.27: Número de especies presentes en el área según origen y forma biológica**

| Origen | Forma Biológica | | | Total |
|---|---|---|---|---|
| | Arbusto | Hierba | | |
| | | Anual | Perenne | |
| Advena | | | | |
| Endémica | 1 | | | 1 |
| Nativa | 5 | 1 | 8 | 14 |
| Total | 6 | 1 | 8 | 15 |
| | | 9 | | |

No obstante, y aun cuando se trata de un sistema notoriamente aislado, resulta interesante notar el bajo porcentaje de endemismos (7%, representada por una sola especie), lo que se explica por la cercanía relativa del área a la fronteras, determinando un alto grado de relación biogeográfica con los sistemas andinos y subandinos a ambos lados de la cordillera, indicando con ello, la similaridad de este sector con otras formaciones halófitas de la región y de los países vecinos.

Por otro lado, y si se observa la distribución de las especies en las distintas formaciones (Tabla 5.28), se aprecia que 7 de las 15 especies (47%) se distribuyen –con diferente posición sociológica– tanto en formaciones zonales como azonales, dando una idea de la capacidad de adaptación de las mismas a diferentes condiciones del medio, destacando, especialmente, Brea (*Pluchea absinthioides)* y Grama salada (*Distichlis spicata*), cuya presencia, en las formaciones donde participa nunca es marginal, dando cuenta de su reconocida plasticidad concordante con la amplia distribución que se les conoce a lo largo de Chile.

Así, las formaciones zonales aportan 5 especies “exclusivas” (33%), mientras que las azonales agregan 3 especies (20%). No obstante, estas especies no pueden ser consideradas como las únicas especies propias del salar, toda vez que no debe perderse de vista que las características del sustrato, en todos los sectores, está representado por suelos salinos en diferentes concentraciones, es decir, la existencia de especies compartidas responde a un gradiente de salinidad de limites difusos, por lo que también puede interpretarse como que ciertas especies de salar han colonizado suelos zonales.

Respecto de las formas biológicas, y como se observa en la Figura 5.46, la diversidad de hábitos de crecimiento es muy reducida encontrándose solamente arbustos y hierbas, lo que da debida cuenta de lo restrictivo del medio que no permite el desarrollo de exuberancias vegetales.

En todas las situaciones –esto es sobre el total de las especies (Figura 5.46 a) como en el caso de las formaciones azonales (Figura 5.46 b) y de las formaciones zonales

(Figura 5.46 c)– las herbáceas son la forma más abundante, expresión clara de sustratos de escaso desarrollo en profundidad, lo que es particularmente notorio en las formaciones azonales (Salar) donde el 80% de las especies son de carácter herbáceo. Por su parte, en formaciones zonales –y consecuentemente con la existencia de suelos comparativamente con mayor grado de desarrollo, aunque aún esqueléticos– la proporción de especies arbustivas es más elevada.

Respecto del estado de conservación de la flora, y de acuerdo a las clasificaciones consultadas, las especies descritas se encuentran Fuera de Peligro.

**Tabla 5.28: Composición florística por formación vegetal**

| Especie | Vegetación Azonal | | | | | Vegetación Zonal | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Marisma de Ruppia filifolia | Herbazal de Coirón - Arenaria | Herbazal de Grama Salada | Mataorral de Brea - Grama Salada | Vega de Suncho - Junquillo - Grama Salada | Herbazal de Sosa | Herbazal de Quiaca | Matorral de Pingo Pingo - Rica rica | Matorral deOjalar | Matorral Cachiyuyo - Brea |
| *Acantolippia deserticola* | | | | | | | | C | | |
| *Arenaria rivularis* | | D | R | O | R | | | | | |
| *Atriplex deserticola* | | | | | | | | | | D |
| *Atriplex imbricata* | | | | | | | | | D | |
| *Baccharis boliviensis* | | | R | R | | | | R | | R |
| *Baccharis juncea* | | | R | O | D | | | | | O |
| *Cistanthe salsoloides* | | | | | | | D | O | R | |
| *Distichlis spicata* | | P | D | C | S | A | O | P | | A |
| *Ephedra breana* | | | R | R | R | | O | D | O | P |
| *Huidobria fruticosa* | | | | | | | | A | | R |
| *Juncus arcticus* | | | R | O | C | | | | | |
| *Pluchea absinthioides* | | | A | D | A | O | | A | | C |
| *Ruppia filifolia* | D | | | | | | | | | |
| *Sarcocornia fruticosa* | | | P | O | P | D | | | | |
| *Stipa atacamensis* | | D | P | P | A | | | P | R | P |

Leyenda

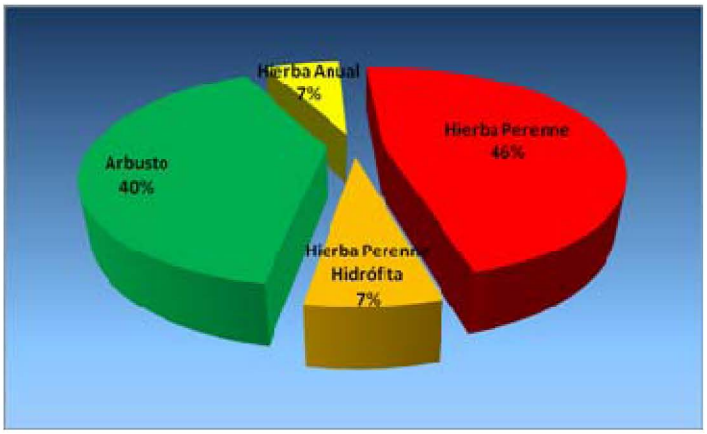
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **D** | Dominante | **S** | Subdominante | **P** | Presente |
| **C** | Codominante | **A** | Frecuente | | Ocasional |

**R** Rara

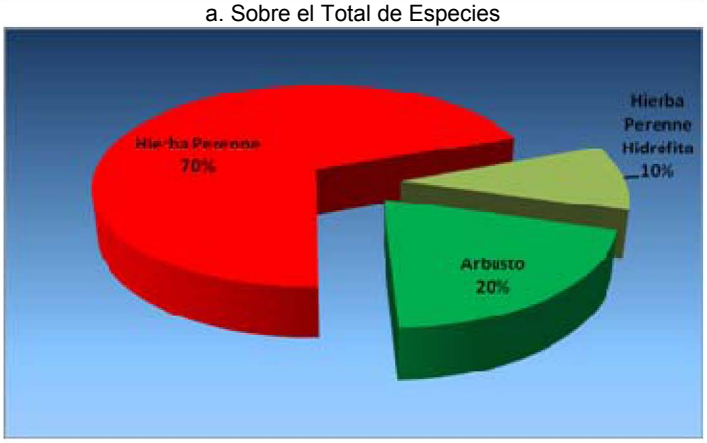


GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

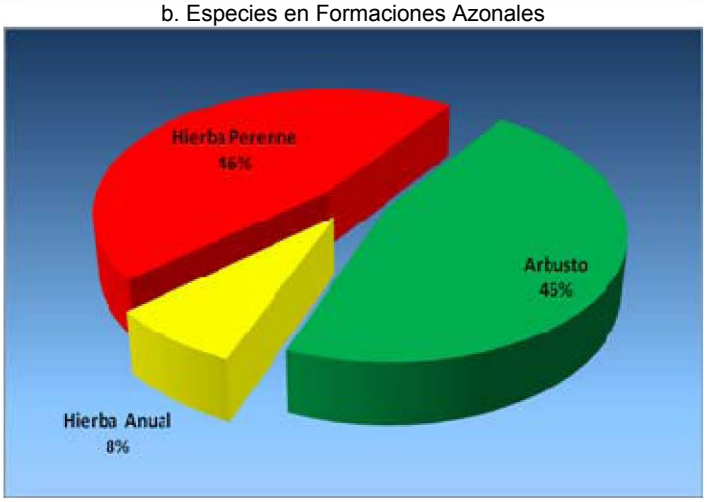
**Figura 5.46: Espectro biológico de la flora**




a. Sobre el Total de Especies




b. Especies en Formaciones Azonales




c. Especies en Formaciones Zonales



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.3.2 Fauna

### *5.3.2.1 Introducción*

Con la finalidad de realizar la línea base de fauna terrestre para ser presentada en el estudio de impacto ambiental del proyecto Sociedad Chilena de Litio, se realizaron 2 campañas de terreno:

- Campaña de Otoño 10, 11, y 12 de junio del 2008.
- Campaña de Primavera 8, 9 y 10 de septiembre del 2008.

El área visitada corresponde a dos sistemas lacustres salobres ubicados en el interior del salar que conforman el área de influencia del proyecto. Un primer sistema representado por las lagunas Salada, Saladita e Interna, y un segundo sistema representado por las lagunas La Punta y La Brava. Ambos sistemas se caracterizan por tener un comportamiento de tipo continuo, presentando con ello la dificultad de reconocer las lagunas de forma aislada.

A continuación se presentan distintas vistas de las áreas visitadas.

**Figura 5.47: Vista 1, Sistema de Lagunas Salada, Saladita e Interna**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.48: Vista 2, Sistema Lagunas Salada, Saladita e Interna**



Fuente: GAC

**Figura 5.49: Vista 1, Sistema de lagunas La Punta y La Brava**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.50: Vista 2, sistema de lagunas La Punta y la Brava**



Fuente: GAC

### *5.3.2.2 Objetivos*

El objetivo general de este estudio es realizar una línea base de la biota terrestre presente en el área de influencia del proyecto, y describir el estado actual de la fauna que será afectada directa o indirectamente por la realización de este proyecto.

A continuación se describen los objetivos específicos establecidos para este estudio:

- Determinar la riqueza potencial y estimar la riqueza observada de la fauna de vertebrados del área de influencia del proyecto
- Determinar la distribución de los taxa en el área de influencia del proyecto
- Determinar el estado de conservación de las especies detectadas; y
- Reconocer y determinar la singularidad de la fauna encontrada, como de los sitios de importancia ecológica para esta.

### *5.3.2.3 Metodología*

#### *Metodología General*

Como primera estrategia, se realizó una revisión bibliográfica previa a la campaña de terreno, con el objetivo de realizar un listado teórico de las potenciales especies presentes en el área de estudio. Algunas fuentes utilizadas para este fin, como también para el apoyo de reconocimiento de campo y el ajuste de nomenclaturas científicas, se citan a continuación:



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

- **Aves**: Jaramillo (2003[18]), Martínez & González (2005[19]).
- **Mamíferos**: Mann (1978[20]), Campos (1996[21]), Muñoz-Pedreros & Yánez (2000[22]).
- **Reptiles y Anfibios**: Mella (2005[23]), Pincheira-Donoso & Núñez (2005[24]), Donoso (1966[25])

Una segunda estrategia metodológica es la visita y campaña de terreno. En términos generales, la metodología utilizada para el reconocimiento de fauna terrestre, se realiza a partir de observación directa (avistamiento, audición de especies particularmente aves) y observación de evidencias indirectas (huellas, egagrópilas[26], restos óseos, plumas y pelos, fecas, madrigueras, sitios de percha, refugio o reproducción). Para la detección de micromamíferos se utiliza la captura viva, a través de trampas Sherman, que permiten la liberación sin daño de los individuos capturados.

Las actividades de observación, búsqueda y captura de individuos son realizadas estableciendo un radio o transecto de acción, que será cuantificado como el esfuerzo de búsqueda y/o captura, por ejemplo: esfuerzo de búsqueda de lagartijas 2km/hora/día, o esfuerzo de captura de micromamíferos 10 trampas/noche/5 días.

Finalmente, es considerada la información entregada por lugareños y locales para complementar los datos registrados en terreno.

Respecto del análisis de la información recopilada en función de la determinación de especies en estado de conservación se utiliza aquello propuesto por:

- Ley Nº 19.473 de Caza, Captura, Vedas y otras disposiciones relacionadas de 1996

[18] Jaramillo A., Burke P. & Beadle D. (2003). Birds of Chile. Cristopher Helm, A & C Black Publisher Ltd. Soho Square, London. p. 240
[19] Martínez D., González G. (2005). Las Aves de Chile, Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista. p. 620
[20] Mann, G (1978). Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana Zoología (Chile), 40: 1-342
[21] Campos H (1996) Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. p. 222
[22] Muñoz-Pedreros A y JL Yánez (2000). Mamíferos de chile. Ediciones CEA, Valdivia Chile. p. 464
[23] Mella J. (2005). Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds.). Ediciones del centro de Ecología Aplicada Ltda. p. 147 + xii.
[24] Pincheira-Donoso, D. & Nuñez, H. (2005). Las especies chilenas del género Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguana: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile Nº 59:7-486
[25] Donoso-Barros, R. (1966). Reptiles de Chile. Editorial Universidad de Chile. p. 458
[26] Egagrópilas: regurgitación en forma de bola, de pelos y huesos que no son digeridos por las aves rapaces. Útiles para el análisis de dieta y entregan información acerca de la fauna de un lugar determinado

- CONAF, en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, 1993 [27])
- Decreto Nº 151 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia con fecha 6 de Diciembre 2006, que Oficializa Primera Clasificación de Especies Silvestres Según su Estado de Conservación, publicado en el Diario Oficial de la República de Chile, con fecha sábado 24 de marzo de 2007.

Las categorías de conservación consideradas se describen a continuación:

**En Peligro de Extinción (P):** Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.

**Vulnerable (V):** Taxa de los cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando.

**Rara (R):** Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente En Peligro, ni son Vulnerables pero que están sujetas a cierto riesgo.

**Inadecuadamente Conocida (I):** Taxa que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.

## *Metodología Particular*

### *Descripción de Hábitats*

El área de influencia del proyecto está inserta dentro de la región del Sub-desierto de Atacama (Gajardo, 1994) que abarca la gran cuenca del Salar de Atacama y sus alrededores, y se caracteriza por su gran homogeneidad en cuanto a paisaje. Presenta grandes extensiones carentes completamente de vegetación, especialmente en el interior del Salar. Pero en su borde este y hacia el sur se encuentran comunidades esteparias desarrolladas. De este modo, los tipos de hábitat que podemos encontrar en el Salar son de tipo estepario altoandino, salar interior, lagunas salobres, y humedales del tipo vegas y bofedales (Ramírez & Pincheira-Donoso[28]).

Para el registro de especies es necesario realizar una caracterización del o los tipos de hábitat presentes. En el caso puntual de las áreas visitadas se identifico dos tipos de habitat que son definidos a continuación:

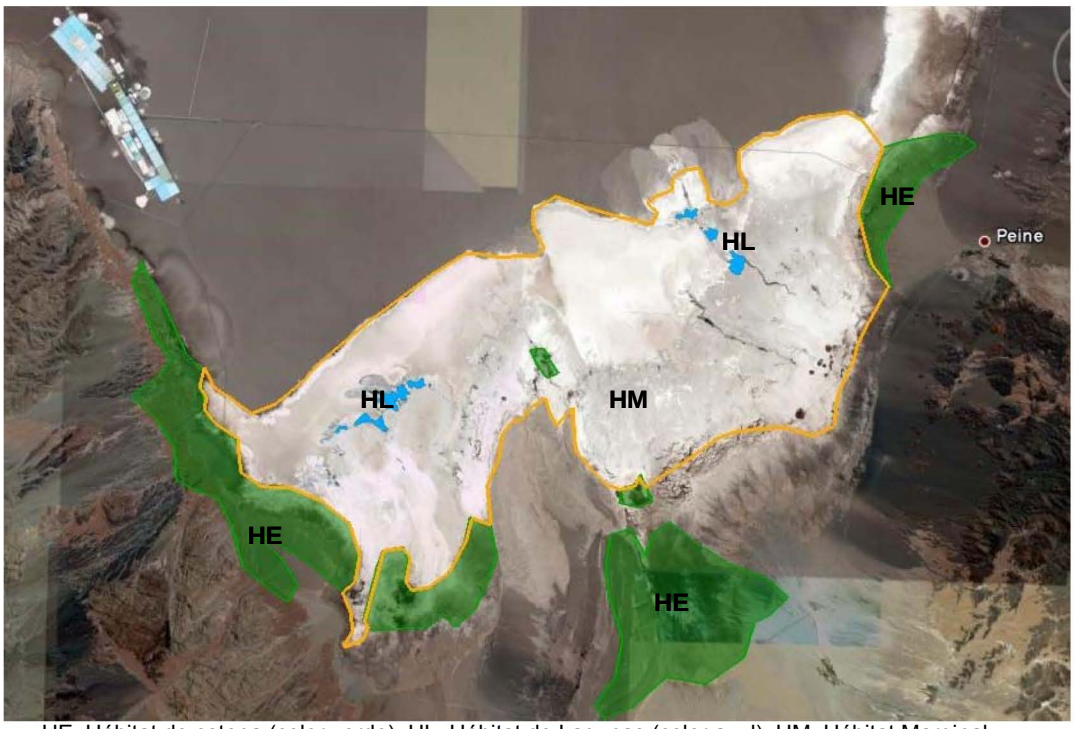
[27] Glade, A. (1993). Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile, CONAF. 2da ed. Ministerio de Agricultura, Santiago. p. 68
[28] Ramírez G. & Pincheira-Donoso D. (2005). Fauna del Altiplano y Desierto de Atacama; Vertebrados de la Provincia de el Loa. Ediciones Phrynosaura.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

- Hábitat de Estepa Altoandina: Corresponde a sitios de formaciones vegetales altoandinas representada por tolares y pajonales. Estas formaciones se encuentran en grupos pequeños circundando los sistemas de lagunas y de forma parchosa en sectores marginales del salar.
- Hábitat de Lagunas: Está representado por los sistemas lacustres Salada, Saladita e Interna y La Punta y La Brava.
- Hábitat Marginal del Salar: Corresponde a una extensa franja de costra salina ubicada entre el núcleo del salar y la vegetación del borde este del salar. Se caracteriza por la presencia de una matriz salina, que en algunos sectores presenta un alto contenido de humedad, y en otros, se presenta como una costra de sal completamente seca en la superficie, de gran dureza y grosor. Presenta, además, un sistema de cuerpos lacustres de agua salada de tamaño y profundidad variables. Este hábitat se encuentra totalmente desprovisto de vegetación.

**Figura 5.51: Hábitat en el área de estudio**




HE: Hábitat de estepa (color verde). HL: Hábitat de Lagunas (color azul). HM: Hábitat Marginal (interior del margen color naranjo). Fuente: Elaboración propia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.52: Hábitat de Estepa altoandina**



Fuente: GAC

**Figura 5.53: Hábitat Marginal del salar**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.54: Hábitat de Lagunas**



Fuente: GAC

*Descripción del Registro de Fauna*

**Aves**

En función de las características del terreno, se realizó observación directa a ojo desnudo (avistamiento) y con el uso de prismáticos 12 x 25. Además, se centró la búsqueda en evidencias indirectas como egagrópilas de rapaces, fecas, plumas, y restos óseos. Se realizaron transectos con un esfuerzo de búsqueda de 0,3 km/hora durante 3 horas por día de campaña, incluyendo dos tipos de hábitats, sistemas de lagunas y sector marginal del salar. Adicionalmente se realizó una búsqueda dirigida en el hábitat de estepa altoandina.

**Mamíferos**

La presencia de mamíferos se determinó haciendo observaciones directas e indirectas. Se realizaron transectos de búsqueda poniendo énfasis en la detección de madrigueras, huellas, análisis de fecas y de restos óseos. El esfuerzo de búsqueda fue de 0,3 km/hora durante 3 horas tanto en los tres tipos de hábitat, sistemas de lagunas, sector marginal del salar y en la estepa altoandina. El esfuerzo fue replicado en la segunda campaña. Para la búsqueda de micromamíferos se realizó trampeo de captura viva con trampas Sherman, con un esfuerzo de captura de 10 trampas/noche en cada sistema lacustre, este esfuerzo de captura fue replicado en la segunda campaña.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Reptiles y Anfibios**

La presencia de herpetofauna fue determinada con un esfuerzo de búsqueda de 0,3 km/hora durante 3 horas por día de campaña, en los hábitat de estepa altoandina y en el sector marginal del salar como en el borde de los sistemas lacustres, privilegiando las horas de mayor temperatura ambiental.

### *5.3.2.4 Antecedentes*

La Provincia del Loa ubicada en la II Región de Antofagasta, se inserta en la región del desierto y en la región de estepa altoandina, particularmente en las sub-regiones de desierto andino y del altiplano y la puna, respectivamente, extendidas desde Tarapacá (I Región) hasta Coquimbo (IV Región) entre la depresión intermedia y la alta cordillera de los Andes (Gajardo, 1994[29]). Esta zona de gran atractivo turístico y paisajístico, posee especies únicas y características de este ecosistema, representadas en distintas taxas, mamíferos, aves y reptiles.

En esta zona se destaca la presencia de *Pseudalopex culpaeus,* canido del orden de los carnívoros, representantes de la especie de mayor tamaño de Chile (Campos, 1996). De las 9 subespecies existentes, 4 de ellas se presentan en nuestro país con una distribución que se describe desde Colombia hasta Tierra del Fuego por ambos lados de la cordillera desde el nivel del mar hasta 4.500 metros de altitud (Muñoz-Pedrero & Yañez, 2000[30]). Respecto de su alimentación, presenta una dieta heterogénea consumiendo principalmente vertebrados (56%), frutas (12%) y dieta mixta entre vertebrados y frutas (32%) (Silva et al., 2005[31]). Los principales itemes consumidos son roedores, lagomorfos, vegetales, aves y reptiles en este mismo orden (Muñoz-Pedrero & Yañez, 2000), también se ha descrito el consumo de anfibios e insectos (Campos, 1996). Su dieta heterogénea lo caracteriza como una especie consumidora generalista. Respecto a su estado de conservación esta especie es

[29] Gajardo, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. p. 165

[30] Muñoz-Pedreros A y JL Yánez (2000). Mamíferos de chile. Ediciones CEA, Valdivia Chile. p. 464

[31] Silva, Sergio I., Jaksic, Fabián M. y Bozinovic, Francisco. Ecología nutricional y respuesta digestiva a cambios en la dieta en el zorro sudamericano grande, Pseudalopex culpaeus. Rev. Chil. Hist. Nat., 2005. vol.78, no.2, p.239-246.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

considerada como Inadecuadamente conocida en el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (Glade, 1993[32]), y bajo la misma categoría según la Ley de caza Nº 19.473.

De gran similitud pero de menor tamaño se encuentra *Pseudalopex griseus*, este ejemplar posee 4 subespecies de las cuales 3 se encuentran en Chile. En relación a su distribución se ha descrito su presencia tanto en el sur de Perú, Argentina como en Chile (Muñoz-Pedrero & Yánez 2000). En Chile, se le puede encontrar desde Tarapacá, hasta el Estrecho de Magallanes desde el nivel del mar hasta los 3.000 metros de altitud. Sin embargo, en la década del 50's fue introducido en Tierra del fuego por lo que también pueden ser avistados en esa zona (Campos, 1996). No solo se les considera al igual que *Pseudalopex culpaeus* generalista en términos de alimentación (Núñez & Bozzolo, 2006[33]), sino que también en términos de hábitat, ya que se les puede encontrar en desiertos, matorrales abiertos, estepas y sectores costeros, tiene preferencia por parches arbustivos de baja cobertura y además en el extremo sur se ha observado que su hábitat característico es la estepa con coirón, arbustos y *Nothofagus antarctica* (Muñoz-Pedrero & Yánez, 2000).Respecto a su estado de conservación se encuentra como especie inadecuadamente conocida según el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (Glade, 1993), y bajo la misma categoría según la Ley de caza Nº 19.473.

Los camélidos son sin duda el grupo de animales representativos del norte de Chile, Guanaco (*Lama guanicoe*), Vicuña (*Vicugna vicugna*), Alpaca (*Lama pacos*), Llama (*Lama glama*). De este grupo de Ungulados, Guanaco y Vicuña se encuentran actualmente catalogados como especies en Peligro según el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (Glade, 1993), y según la Ley Chilena de caza Nº 19.473. El Guanaco se distribuye en las estribaciones andinas de Perú, Chile y Argentina, también se encuentra en la Patagonia, desde el nivel del mar hasta los 4.250 msnm (Ramírez & Pincheria-Donoso, 2005). Esta especie habita las estepas del altiplano de la patagonia, zonas con matorrales, desiertos y ocasionalmente bosques (Campos, 1996). En estas áreas los guanacos definen territorio que marcan con fecas y orina. La Vicuña es un género monotípico de pequeño tamaño, siendo por ello el menor de los camélidos del mundo. Se distribuye en el NO de Argentina, Bolivia, E de Ecuador, E de Perú y norte de Chile, entre los 3.700 y 4.800 metros de altitud. Esta especie

[32] Glade, A. (1993). Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile, CONAF. 2da ed. Ministerio de Agricultura, Santiago. p. 68

[33] Nuñez M., Bozzolo L. Descripción de la dieta del zorro gris, Pseudalopex griseus (Canidae) (Gray, 1869), En el Parque Nacional Sierra de las Quijadas, San Luis, Argentina, Gayana 70(2): 163-167, 2006



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

andina vive en el altiplano en áreas de bofedales donde se encuentran pastos tiernos, donde además establecen territorios de alimentación muy bien demarcados.

De los mamíferos pequeños encontrados en la zona, destaca la presencia del Tuco tuco de Atacama (*Ctenomys fulvus*). Este roedor Histricomorfo[34] de gran tamaño, se caracteriza por su cuerpo robusto, gran cabeza, enormes garras, entre otras características que le permiten ser definido como un cavador por excelencia (Mann, 1978). Se distribuye entre la región de Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, desde los 1.000 hasta 3.700 metros de altitud (Muñoz-Pedreros & Yánez, 2000). De vida casi exclusivamente subterránea, este roedor construye galerías debajo de la vegetación en terrenos secos y bien drenados, con grandes boquerones en las entradas y montículos de tierra suelta que le son distintivas (Campos, 1996). Este herbívoro se alimenta principalmente de raíces y brotes de la vegetación existente en la zona de transición entre la franja vegetacional y el sector interno del salar. Actualmente se encuentra catalogado como especie Vulnerable, según el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (Glade, 1993), y según la Ley Chilena de Caza Nº 19.473.

La avifauna representa la mayoría de las especies encontradas en la zona. En el caso particular del Salar de Atacama se avistaron aves de distintos ordenes; Falconiformes (aguilucho), Ciconiformes (flamenco chileno, parina grande y chica), Charadriformes (caití, gaviota andina, chorlo de la puna, playero) y Paseriformes (chirihue verdoso). Sin embargo, de este grupo de aves, se destaca con majestuosidad el Flamenco Chileno, Parina grande y Parina chica. Estos flamencos altoandinos habitan y anidan humedales salinos y salares que por lo general se encuentran a más de 3,600 msnm. Estos humedales son característicos por estar dominados por paisajes volcánicos y glaciares, la mayoría localizados en los Andes Centrales, desde donde migran hacia otros lugares de modo temporal. De las tres especies altoandinas, el flamenco Chileno (*Phoenicopterus chilensis*) muestra una mayor distribución, pues puede usar desde humedales salinos hasta aguas dulces, llegando hasta el Estuario de Virrilá, al norte de Perú y otras regiones al Sur de Sudamérica. Por lo general, casi toda laguna salada o salar en los Andes puede ser visitado por una o más especies de flamencos altoandinos (GCFA[35]). El flamenco de James y el flamenco andino son las dos especies más raras del mundo. Su rango geográfico comprende lagos en los altos andes (estación reproductiva) y en áreas extra andinas (invierno austral). Ambas especies se encuentran en simpatría con el flamenco Chileno. Estas especies están

[34] Histricomorfos: son un suborden de roedores que tienen en común algunos caracteres esqueléticos, agujero infraorbitario muy grande, separación de la tibia y la fíbula o peroné, robustez del arco cigomático.

[35] GCFA: Grupo de Conservación de Flamenco Altoandino

incluidas en el Apéndice I de la Convención de Especies Migratorias (CMS)[36] y son también consideradas en estado de conservación vulnerables por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN)[37]. Actualmente las tres especies se encuentran catalogadas como especies Vulnerables según el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (Glade, 1993) y protegidas por la Ley Chilena de caza 19.473 del Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile.

En Chile, la diversidad de anfibios sigue un patrón de disminución en el número de especies desde el Sur hacia el Norte, correlativamente con las condiciones climáticas de humedad de los ecosistemas. En la provincia del Loa existen escasas especies de anfibios, exclusivamente del orden de los anuros. Se han documentado 6 especies de anfibios distribuidas en dos géneros; *Bufo y Telmatobius*. Estas especies son: Sapo espinoso (*B. spinulosus*), Rana de danko (*T. dankoi*), Rana de la frontera (*T. Fronteriensis*), Rana acuática de Hall (*T. halli*), Rana de philippi (*T. philippi*), Rana acuática de Vilama (*T. vilamensis*). Respecto a la población de reptiles, la Provincia del Loa presenta un importante número de individuos, como consecuencia de sus ecosistemas cálidos, ideales para la termorregulación metabólica. La diversidad de reptiles en esta zona se conforma de tres familias (*Colubridae, Gekkonidae, Tropiduridae*), cinco géneros (*Microlophus, Liolaemus, Phrynosaura, Tachymenis, Phyllodactylus*) y más de 20 especies, de las cuales solamente una es una serpiente, la totalidad restante son saurios (Ramírez G. & Pincheira-Donoso D., 2005).

### *5.3.2.5 Resultados*

#### *Revisión Bibliográfica*

De acuerdo a la información recopilada en las distintas fuentes bibliográficas citadas anteriormente, la provincia del Loa esta representado por 173 vertebrados terrestres.

- 4 especies de anfibios
- 21 especies de reptiles
- 113 especies de aves
- 35 especies de mamíferos

[36] http://www.wcmc.org.uk/cms/cms_app1_inter.htm

[37] http://www.iucn.org/



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Dado el tamaño del área de influencia del proyecto, los vertebrados terrestres potencialmente presentes corresponden a un pequeño subconjunto de este total. Como resultado de la revisión bibliográfica y en base al análisis de atributos ecológicos de los organismos, se estima que el número total de especies posibles de encontrar en el área de influencia del proyecto suma un total de 90. Estas especies se distribuyen en las taxa de reptiles (9), aves (71) y mamíferos (10).

**Tabla 5.29. Reptiles potenciales para la zona de influencia del proyecto.**

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común |
|---|---|---|---|
| Squamata | Gekkonidae | *Homonota gaudichaudi* | Salamanqueja del norte chico |
| Squamata | Gekkonidae | *Phyllodactylus gerrhopygus* | Salamanqueja del norte grande |
| Squamata | Tropiduridae | *Ctenoblepharis erroneus* | Dragón grande |
| Squamata | Tropiduridae | *Liolaemus constanzae* | Lagartija de Constanza |
| Squamata | Tropiduridae | *Liolaemus fabiani* | Lagartija de Fabián |
| Squamata | Tropiduridae | *Liolaemus hajeki* | Lagartija de Hajek |
| Squamata | Tropiduridae | *Liolaemus paulinae* | Lagartija de Paulina |
| Squamata | Tropiduridae | Phrynosaura audituvelata | Dragón de oído cubierto |
| Squamata | Tropiduridae | Phrynosaura stolzmanni | Dragón de Stolzmann |

V: Vulnerable; I: Inadecuadamente conocida; R: Rara

**Tabla 5.30. Aves potenciales para la zona de influencia del proyecto.**

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común |
|---|---|---|---|
| Tinamiformes | Tinamidae | *Nothoprocta ornata* | Perdiz cordillerana |
| Podicipediformes | Podicipedidae | *Rollandia rolland* | Pimpollo |
| Podicipediformes | Podicipedidae | *Podiceps occipitalis* | Blanquillo |
| Ciconiformes | Ardeidae | *Nycticorax nycticorax* | Huairavo |
| Ciconiformes | Thereskiornithidae | *Plegadis ridgwayi* | Cuervo del pantano de la puna |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicopterus chilensis* | Flamenco chileno |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicoparrus andinus* | Parina grande |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicoparrus jamesi* | Parina chica |
| Anseriformes | Anatidae | *Chloephaga melanoptera* | Piuquén |
| Anseriformes | Anatidae | *Lophonetta specularioides* | Pato juarjual |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas georgica* | Pato jergón grande |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas flavirostris* | Pato jergón chico |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas puna* | Pato puna |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas cyanoptera* | Pato colorado |
| Anseriformes | Anatidae | *Oxyura jamaicensis* | Pato rana de pico ancho |
| Falconiformes | Cathartidae | *Vultur gryphus* | Cóndor |
| Falconiformes | Accipitridae | *Geranoaetus melanoleucus* | Águila |
| Falconiformes | Cathartidae | *Cathartes aura* | Jote de cabeza colorada |
| Falconiformes | Accipitridae | *Buteo polyosoma* | Aguilucho |
| Falconiformes | Falconidae | *Phalcoboenus* | Carancho cordillerano |

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común |
|---|---|---|---|
| | | *megalopterus* | |
| Falconiformes | Falconidae | *Falco femoralis* | Halcón perdiguero |
| Falconiformes | Falconidae | *Falco peregrinus* | Halcón peregrino |
| Gruiformes | Rallidae | *Fulica ardesiaca* | Tagua andina |
| Charadriformes | Recurvirostridae | *Recurvirostra andina* | Caití |
| Charadriformes | Charadridae | *Charadrius alticola* | Chorlo de la puna |
| Charadriformes | Charadridae | *Oreopholus ruficollis* | Chorlo de campo |
| Charadriformes | Charadridae | *Phegornis mitchelli* | Chorlito cordillerano |
| Charadriformes | Scolopacidae | *Tringa melanoleuca* | Pitotoy grande |
| Charadriformes | Scolopacidae | *Tringa flavipes* | Pitotoy chico |
| Charadriformes | Scolopacidae | *Calidris bairdii* | Playero de Baird |
| Charadriformes | Scolopacidae | *Gallinago andina* | Becacina de la puna |
| Charadriformes | Scolopacidae | *Steganopus tricolor* | Pollito de mar tricolor |
| Charadriformes | Thinocoridae | *Attagis gayi* | Perdicita cordillerana |
| Charadriformes | Thinocoridae | *Thinocorus orbignyianus* | Perdicita cojón |
| Charadriformes | Thinocoridae | *Thinocorus rumicivorus* | Perdicita |
| Charadriformes | Laridae | *Larus serranus* | Gaviota andina |
| Columbiformes | Columbidae | *Zenaida auriculata* | Tórtola |
| Columbiformes | Columbidae | *Metripelia aymara* | Tortolita de la puna |
| Columbiformes | Columbidae | *Metriopelia melanoptera* | Tortolita cordillerana |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Bolborhynchus aurifrons* | Perico cordillerano |
| Strigiformes | Strigidae | *Bubo virginianus* | Tucúquere |
| Strigiformes | Strigidae | *Athene cunicularia* | Pequén |
| Passeriformes | Furnariidae | *Geositta cunicularia* | Minero |
| Passeriformes | Furnariidae | *Geositta punensis* | Minero de la puna |
| Passeriformes | Furnariidae | *Geositta maritima* | Minero chico |
| Passeriformes | Furnariidae | *Geositta isabellina* | Minero grande |
| Passeriformes | Furnariidae | *Upucerthia dumetaria* | Bandurrilla |
| Passeriformes | Furnariidae | *Upucerthia ruficauda* | Bandurrilla de pico recto |
| Passeriformes | Furnariidae | *Cinclodes atacamensis* | Churrete de alas blancas |
| Passeriformes | Furnariidae | *Cinclodes fuscus* | Churrete acanelado |
| Passeriformes | Furnariidae | *Leptasthenura aegithaloides* | Tijeral |
| Passeriformes | Furnariidae | *Asthenes modesta* | Canastero chico |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Agriornis montana* | Mero gaucho |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Muscisaxicola rufivertex* | Dormilona de nuca rojiza |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Muscisaxicola albilora* | Dormilona de ceja blanca |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Muscisaxicola alpina* | Dormilona cenicienta |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Muscisaxicola maculirostris* | Dormilona chica |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Muscisaxicola flavinucha* | Dormilona fraile |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Muscisaxicola frontalis* | Dormiona de frente negra |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Muscisaxicola capistrata* | Dormilona rufa |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común |
|---|---|---|---|
| Passeriformes | Hirundinidae | *Pygochelidon cyanoleuca* | Golondrina de dorso negro |
| Passeriformes | Motacillidae | *Anthus correndera* | Bailarín chico |
| Passeriformes | Emberizidae | *Sicalis uropygialis* | Chirihue cordillerano |
| Passeriformes | Emberizidae | *Sicalis olivascens* | Chirihue verdoso |
| Passeriformes | Emberizidae | *Sicalis auriventris* | Chirihue dorado |
| Passeriformes | Fringillidae | *Phrygilus fruticeti* | Yal |
| Passeriformes | Fringillidae | *Phrygilus unicolor* | Pájaro plomo |
| Passeriformes | Fringillidae | *Phrygilus plebejus* | Plebeyo |
| Passeriformes | Emberizidae | *Zonotrichia capensis* | Chincol |
| Passeriformes | Fringillidae | *Carduelis atratus* | Jilguero negro |
| Passeriformes | Fringillidae | *Carduelis uropygialis* | Jilguero cordillerano |

V: Vulnerable; I: Inadecuadamente conocida; R: Rara

**Tabla 5.31. Mamíferos potenciales para la zona de influencia del proyecto**

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común |
|---|---|---|---|
| Artiodactyla | Camelidae | Lama guanicoe | Guanaco |
| Artiodactyla | Camelidae | Vicugna vicugna | Vicuña |
| Carnívora | Canidae | Pseudalopex culpaeus | Zorro culpeo |
| Carnívora | Canidae | Pseudalopex griseus | Zorro Chilla |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Thylamys pallidor* | Yaca |
| Rodentia | Cricetidae | *Akodon albiventer* | Ratón de vientre blanco |
| Rodentia | Cricetidae | *Akodon andinus* | Ratón andino |
| Rodentia | Cricetidae | *Eligmodontia puerulus* | Laucha sedosa |
| Rodentia | Cricetidae | *Phyllotis chilensis* | Lauchón |
| Rodentia | Ctenomyidae | *Ctenomys fulvus* | Tuco tuco |

P: En Peligro; V: Vulnerable; I: Inadecuadamente conocida; R: Rara; * Sin estado de conservación.

## *Campaña de Terreno y Registro de Especies*

### *Aves*

En esta categoría taxonómica se encontraron 12 especies totales pertenecientes a los ordenes: Rheiformes (1); Ciconiformes (3); Anseriformes (2); Falconiformes (1); Charadriformes (3); Passeriformes (1). Se distingue la presencia de aves residentes de las aguas continentales de Chile, como aquellas que nos visitan de forma regular (Victoriano et al, 2006[38]) (Ver Tabla 5.32). Estas especies fueron encontradas utilizando los hábitats anteriormente descritos.

[38] VICTORIANO, Pedro F, GONZALEZ, Angélica L y SCHLATTER, Roberto. Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. *Gayana (Concepc.)*, jun. 2006, vol.70, no.1, p.140-162.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.55: Pareja de Suris**



Fuente: GAC

**Figura 5.56: Flamenco chileno**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.57: Flamenco Andino**



Fuente: GAC

**Figura 5.58: Flamenco de James**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.59: Caití**



Fuente: GAC

**Figura 5.60: Pato juarjual**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.61: Chorlo de la Puna**



Fuente: GAC

**Figura 5.62: Gaviota andina**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.63: Playero de Baird**



Fuente: GAC

**Figura 5.64: Agrupación de Playeros forrajeando**



Fuente: GAC

Respecto al estado de conservación de las aves registradas, 4 especies se encuentran en estado Vulnerable. A continuación se describen las especies en cuestión (según Jaramillo, 2003).

- ***Larus serranus* (Gaviota andina):** Reproductora andina. Frecuenta lagos, ciénagas y otros humedales. En inviernos, algunas se quedan en las partes altas, otras bajan a la costa. Se identifica como una gran gaviota madura solo al 2º año, es la mayor de las gaviotas encapuchadas de Chile. La gaviota adulta reproductor es de color gris claro por encima, cuello, cola y partes

inferiores blancas, la cabeza con capucha negra y ojos con pequeñas medias lunas blancas. La época de nidificación, entre los meses de Diciembre y Enero, la realiza exclusivamente en las lagunas de la alta cordillera, en donde generalmente construye un nido flotante con las plantas acuáticas del sector, alejado de la ribera y anclado a otras plantas. También nidifica en el suelo en rocas o pequeños islotes en donde los nidos son menos voluminosos.

- ***Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno):** Normalmente en bandadas, se alimenta en lagos o lagunas someros, especialmente salobres. Es la especie de flamenco mayormente extendida en Chile, ocupando todo el territorio pero con diferencias en la concentración de la población De largo aproximado entre 95 y 126 cm, se distingue de las otras especies por los siguientes rasgos: patas relativamente largas con articulaciones y pies rojos; Negro no visible con las alas plegadas; posesión de un dedo posterior; pico sustancialmente diferente de color rosado pálido y con la mitad terminal negra; Adulto todo rosado, mas concentrado en el pecho, parte del cuello, dorso y plumeros. Gregario y desconfiado, para alimentarse recorre aguas poco profundas hurgando con su pico hundido en el agua. Nidifica en colonias, en el altiplano en forma mixta con las otras especies. Esta ave zancuda es muy vulnerable a la destrucción de sus sitios de nidificación.
- ***Phoenicoparrus andinus* (Parina grande):** Esta especie se encuentra con una distribución restringida a la puna norteña, se alimenta en lagunas/lagos salobres someros, entre los 2.500 y 4.800 metros de altitud. Es el flamenco de mayor tamaño de Chile, pero por sus patas relativamente cortas parece igual que el flamenco chileno. Algunas de sus características morfológicas son; largo aproximado 110 cm.; Adulto rosado especialmente en el cuello, parte baja del pecho vinosa; Tercio trasero negro distintivo por sus terciarias negras y sus plumeros cortos; Posee mas negro en el pico que los otros flamencos con la base de la mandíbula superior anaranjada en contraste con la inferior de color amarilla; Patas amarillo brillante; En vuelo las articulaciones de las patas no alcanzan la punta de la cola y se ven las terciarias negras. De comportamiento gregario y extremadamente tímida, esta ave nidifica en salares altoandinos del extremo norte del país.
- ***Phoenicoparrus jamesi* (Parina chica):** Esta especie se encuentra con una distribución restringida a la puna norteña, se alimenta en lagunas/lagos salobres someros, entre los 3.000 y 4.800 metros de altitud. Es el flamenco de menor tamaño de Chile, de patas, cuello y pico relativamente cortos. Algunas características morfológicas son; cuerpo rosado claro en contraste con cuello, pecho, cabeza y escapulares posteriores rojizos; Terciarias rosadas, plumero corto mostrando un parche delgado negro en forma de cuña; Parte negra del



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

pico mucho menos reducida separada de la parte clara por una línea cóncava, con la base del pico amarillo con una manchita roja en el culmen y antifaz rosado oscuro rodeando el ojo oscuro y conectado con el pico. De comportamiento gregario y tímido, esta ave nidifica en salares altoandinos del extremo norte de nuestro país.

En el Anexo 5.4, se presenta una revision bibliografica que reune antecedentes de las tres especies de flamencos, ademas se presentan datos estadisticos que reflejan la dinamica y situacion del flamenco Altoandino en el Salar de Atacama.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.32: Avifauna registrada durante las campañas de terreno**

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Categoría de conservación | Tipo de ave | | 1º Campaña | | | 2º Campaña | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | R | Vi | Hábitat Lagunas | Hábitat Marginal | Hábitat de Estepa | Hábitat Lagunas | Hábitat Marginal | Hábitat de Estepa |
| Rheiformes | Rheidae | *Pterocnemia p. tarapacensis* | Suri | s/c | | | | | | | | * |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicopterus chilensis* | Flamenco chileno | V | * | | * | | | * | | |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicoparrus andinus* | Parina grande | V | * | | * | | | * | | |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicoparrus jamesi* | Parina chica | V | * | | * | | | * | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Lophonetta specularioides* | Pato juarjual | s/c | * | | | | | * | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas georgica* | Pato jergón grande | s/c | | | * | | | | | |
| Charadriformes | Charadridae | *Charadrius alticola* | Chorlo de la puna | s/c | * | | * | * | | * | * | |
| Charadriformes | Recurvirostridae | *Recurvirostra andina* | Caití | s/c | * | | * | | | * | | |
| Charadriformes | | *Calidris fuscicollis* | Playero de Baird | s/c | | * | * | | | * | | |
| Charadriformes | Laridae | *Larus serranus* | Gaviota andina | V | * | | * | | | * | | |
| Falconiformes | Accipitridae | *Buteo polyosoma* | Aguilucho | s/c | | | | * | * | | * | * |
| Passeriformes | Emberizidae | *Sicalis olivascens* | Chirihue verdoso | s/c | | | | | * | | | |

V: Vulnerable; s/c: sin categoría de conservación; R: Residente; Vi: Visitante regular



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

*Mamíferos*

De los vertebrados mamíferos se encontraron 5 especies pertenecientes a los ordenes: Artiodactyla (2), Carnivora (2) y Rodentia (1).

**Tabla 5.33: Mamíferos registrados durante las campañas de terreno**

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Categoría de conservación | 1º Campaña | | 2º Campaña | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Hábitat Marginal | Hábitat de Estepa | Hábitat Marginal | Hábitat de Estepa |
| Artiodactyla | Camelidae | Lama guanicoe | Guanaco | P | | * | | |
| Artiodactyla | Camelidae | Vicugna vicugna | Vicuña | P | | * | | |
| Carnívora | Canidae | Pseudalopex culpaeus | Zorro culpeo | I | * | * | * | * |
| Carnívora | Canidae | Pseudalopex griseus | Zorro Chilla | I | * | * | * | * |
| Rodentia | Ctenomyidae | Ctenomys fulvus | Tuco tuco de Atacama | V | | * | | * |

P: Peligro, V: Vulnerable, I; Inadecuadamente desconocido

**Figura 5.65: Madriguera activa de Tuco tuco**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.66: Fecas de roedor sin identificar**



Fuente: GAC

**Figura 5.67. Roedor sin identificar**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.68. Huellas de Guanaco**



Fuente: GAC

**Figura 5.69. Fecas de Zorro**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

A continuación se describen las especies en categoría de conservación antes mencionadas (según Campos, 1996).

- ***Lama guanicoe* (Guanaco):** Cuerpo con un promedio de 185 cm. de largo, altura a los hombros entre 110 a 115 cm., cola aproximadamente 27 cm., peso entre 100 a 120 kg. Color canela uniforme con la parte ventral blanca y cabeza de color gris negro. Se distribuye entre la I y VI región, Aysén (XI) y Magallanes (XII), desde el nivel del mar hasta los 4.250 metros de altitud. Este camélido habita estepas del altiplano y patagonia, zonas con matorrales, desiertos y ocasionalmente bosques.
- ***Vicugna vicugna* (Vicuña):** Altura al hombro entre 86 a 96 cm., peso entre 45 a 55 kg adulto. Tienen cuello largo, patas delgadas y figura muy esbelta. Los pelos del pecho forman una pechera de largos flecos que alcanzan hasta la rodilla. El cuerpo es de color canela claro uniforme, que recibe el nombre de color "vicuña". Los flecos de la pechera y los del vientre son de color blanco. Se distribuye desde Tarapacá hasta Atacama entre los 3.700 a 4.800 metros de altitud. Esta especie altoandina vive en el altiplano en áreas de bofedales donde se encuentran pastos tiernos.
- ***Pseudalopex culpaeus* (Zorro culpeo):** Es el zorro más grande de Chile, con cerca de 48 cm. de alzada y 48 cm. de largo. Es de color gris en el dorso, rojizo en las patas traseras y se distingue por el color marmóreo de su mentón. Tiene una larga cola. Se distribuye desde Tarapacá (I) a Isla Navarino (XII), desde el nivel del mar hasta los 4.500 msnm. En general es un animal solitario en las épocas no reproductivas. Tiene su propio territorio que es bastante amplio donde obtiene su alimento y se reproduce. Realiza una activa caza, acechando durante la noche el paso de pequeños mamíferos, especialmente liebres, ratones, vizcachas y otros.
- ***Pseudalopex griseus* (Zorro chilla):** Especie más pequeña que los culpeos. Tienen planos blanquecinos y negros que cubren el dorso y por debajo son blancos con puntas negras. Las piernas son de color café pálido con franjas oscuras o blanquecinas. La cola es mezcla de café pálido y negro. Se distribuye desde Tarapacá (I) al Estrecho de Magallanes, introducido en Tierra del Fuego (XII), desde el nivel del mar hasta 3.000 metros de altitud. La Chilla es andariega y solitaria hasta formar parejas a fines de invierno y principios de primavera. La hembra preñada cava un túnel de tres a cuatro metros de largo a 50 cm. de profundidad. Es un buen cazador de todo tipo de mamíferos pequeños, aves, reptiles e insectos. También complementa su dieta con frutos.
- ***Ctenomys fulvus* (Tuco tuco de Atacama):** Son roedores de tamaño grande, cuerpo robusto, cabeza grande, orejas pequeñas, ojos chicos. Se distingue como todo buen cavador por las enormes garras que presentan cerdas duras implantadas sobre los bordes manuales. Incisivos anchos y fuertes. Cuerpo con una cubierta pilosa poco densa. Cuerpo cilíndrico, cola pequeña y coloración amarillento claro. Se distribuye entre

Parinacota, Iquique y Antofagasta, desde 1.100 a 3.700 metros de altitud. Es distintivo de este cavador las grandes boqueras en las entradas de sus madrigueras.

*Reptiles*

No se obtuvo registro de reptiles en la primera campaña. Este hecho puede entenderse en el marco de las condiciones ambientales presentes, en particular, las bajas temperaturas registradas. Sin embargo, en la 2 campaña se avisto la especie endémica *Liolaemus fabiani* descrita particularmente en esta zona[39]. .Adicionalmente, no se descarta la presencia de especies simpátridas, como de las potenciales descritas para el área; *Liolaemus andinus, Liolaemus constanzae, Microlophus theresioides.*

**Figura 5.70: Lagartija fabiani**



Fuente: GAC

**Tabla 5.34: Reptiles registrados durante las campañas de terreno**

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común | Categoría de Conservación |
|---|---|---|---|---|
| Squamata | Tropiduridae | *Liolaemus fabiani* | Lagartija fabiani | s/c |

s/c: sin categoría de conservación

### *5.3.2.6 Conclusiones*

El levantamiento realizado durante las campañas de terreno, permitió dar cumplimiento a cabalidad con los objetivos dispuestos con anterioridad.

[39] Yañez J. & Nuñez H. Liolaemus fabiani, a New Species of Lizard from Northern Chile (Reptilia: Iguanidae). *Copeia*, Vol. 1983, No. 3, pp. 788-790



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

La riqueza del área esta compuesta por un total de 18 especies, representantes de 10 órdenes y 12 familias. Estas especies se distribuyen en reptiles, aves y mamíferos, siendo porcentualmente las aves el grupo taxonómico más abundante 66.6%.

Respecto al estado de conservación de las especies registradas, 9 de ellas se encuentran clasificadas dentro de este ranking de acuerdo a la Ley Nº 19.473 y según el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, 1993). Según lo anterior; 2 especies se encuentran en Peligro (*Lama guanicoe*, *Vicugna vicugna*); 5 especies Vulnerables (*Phoenicopterus chilensis*, *Phoenicoparrus andinus, Phoenicoparrus jamesi, Larus serranus*, *Ctenomys fulvus*) y 2 especies en estado Inadecuadamente conocidas (*Pseudalopex culpaeus, Pseudalopex griseus*).

**Tabla 5.35: Especies en categoría de conservación**

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común | Categoría de Conservación |
|---|---|---|---|---|
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicopterus chilensis* | Flamenco chileno | V |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicoparrus andinus* | Parina grande | V |
| Ciconiformes | Phoecopteridae | *Phoenicoparrus jamesi* | Parina chica | V |
| Charadriformes | Laridae | *Larus serranus* | Gaviota andina | V |
| Artiodactyla | Camelidae | Lama guanicoe | Guanaco | P |
| Artiodactyla | Camelidae | Vicugna vicugna | Vicuña | P |
| Carnívora | Canidae | Pseudalopex culpaeus | Zorro culpeo | I |
| Carnívora | Canidae | Pseudalopex griseus | Zorro Chilla | I |
| Rodentia | Ctenomyidae | Ctenomys fulvus | Tuco tuco de Atacama | V |

P: Peligro, V: Vulnerable, I: Inadecuadamente conocida

Del registro de fauna obtenido, es importante destacar la singularidad de las especies del orden Ciconiformes representado por los flamencos altoandinos. Estas especies carismáticas, son características no solo del paisaje de la zona Norte Altoandina, sino que también de su cultura.

En términos de su ecología, la abundancia de estas especies ha sido variable a lo largo de los años, con valores máximos y mínimos que implica necesariamente la visualización de este grupo a nivel de metapoblaciones (Ver Anexo 5.4Anexo 5.3).

La movilidad es un factor que se ha incluido dentro de la descripción de las especies ya que condiciona el conjunto de medidas a seguir junto a las categorías de conservación. En relación a ello, los organismos en categoría de conservación presentes en el área se han separado en dos subcategorías:

- Movilidad Alta: son aquellos que tienen la capacidad de desplazarse grandes distancias en poco tiempo por sus propios medios.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

- Movilidad Baja: son aquellos organismos que poseen rangos de desplazamiento muy reducidos, generalmente lo hacen sólo a unos pocos metros de sus cuevas o madrigueras.

De de las 9 especies registradas en categoría de conservación, 8 son consideradas como especies de Movilidad Alta, Flamenco chileno, Parina grande, Parina chica, Gaviota andina, Guanaco, Vicuña, Zorro culpeo, Zorro chilla y solo 1 especie se considera de baja movilidad, Tuco tuco de Atacama.

Por último, y en relación a la capacidad de desplazamiento y categoría de conservación se debe considerar establecer una serie de medidas con el fin de garantizar la subsistencia de las especies registradas.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.3.3 Limnología

Entre el 3 y el 5 de Septiembre del año 2008, se llevó a cabo un estudio limnológico para caracterizar los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna, ubicados en el sector Sureste del Salar de Atacama. El estudio consideró la medición de distintos componentes ambientales de carácter biótico (i.e., fitoplancton, fitobentos, plantas acuáticas y zooplancton).

En el Anexo 5.5Anexo 5.5 se presenta el informe completo de Limnología.

### *5.3.3.1 Metodología*

#### *Área de Estudio*

Se prospectaron un total de 17 sitios distribuidos de manera amplia a lo largo de los dos sistemas de aguas superficiales. El diseño de muestreo consideró una disposición espacial amplia de sitios de muestreo, con el fin de obtener una caracterización representativa de las diversas condiciones bióticas de los sistemas de aguas en estudio. La Tabla 5.36 muestra las coordenadas geográficas (UTM) para los sitios muestreados.

**Tabla 5.36: Localización geográfica de los sitios de muestreo. Las coordenadas están expresadas en unidades UTM (Datum WGS84)**

| Sistema | Estación | E | N |
|---|---|---|---|
| LP-LB | E1 | 576.677 | 7.375.474 |
| | E2 | 576.782 | 7.375.494 |
| | E3 | 576.921 | 7.375.432 |
| | E4 | 577.034 | 7.375.354 |
| S-S-I | E5 | 587.551 | 7.380.785 |
| | E6 | 587.655 | 7.380.597 |
| | E7 | 587.502 | 7.380.531 |
| | E8 | 587.931 | 7.380.689 |
| | E9 | 588.084 | 7.380.520 |
| | E10 | 586.827 | 7.381.805 |
| | E11 | 586.515 | 7.382.055 |
| | E12 | 586.332 | 7.381.970 |
| | E13 | 586.274 | 7.382.262 |
| | E14 | 586.221 | 7.382.400 |
| | E15 | 586.202 | 7.382.593 |
| | E16 | 586.096 | 7.382.726 |
| | E17 | 586.058 | 7.382.940 |

LP-LB = La Punta-La Brava; S-S-I = Salada, Saladita e Interna.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Caracterización Biótica*

La caracterización de la flora acuática se llevó a cabo por separado para las fases fitoplanctónica y fitobentónica. Las muestras de fitoplancton se obtuvieron por medio filtrado de 10 L de agua a través de tamices de 150 µ de apertura de poro, mientras que para la obtención de fitobentos se recolectó 100 ml de sedimento.

El reconocimiento de plantas acuáticas se llevó a cabo *in situ* examinando los ejemplares presentes cada 2 m a lo largo de una transecto de 20 m de largo total, dispuesto en paralelo a la línea de aguas. Finalmente, para el zooplancton, se filtró un volumen de 10 L de agua a través de filtros con apertura de poro de 125 y 250 µ. Posteriormente las muestras fueron mantenidas en alcohol al 90% y llevadas a laboratorio para su identificación.

## *5.3.3.2 Resultados*

### *Caracterización Biótica*

#### *Fitoplancton y Fitobentos*

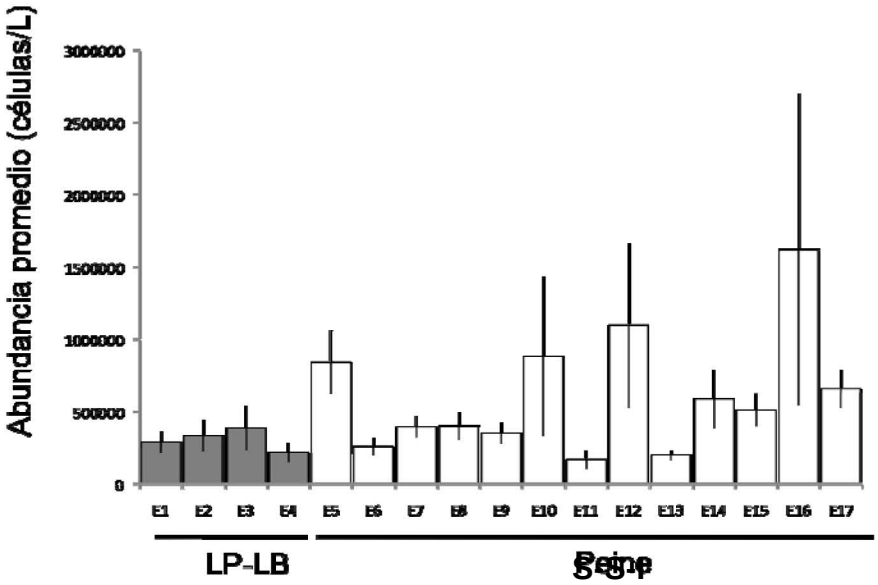
En general, respecto a la riqueza taxonómica, se identificó un total de 40 taxa fitoplanctónicos y 46 taxa fitobentónicos, sin embargo, ambos sistemas no difieren significativamente en términos de su riqueza promedio (prueba *t*-student, $p > 0.05$). Por otro lado, en cuanto a la abundancia, ésta fue similar entre los sistemas lacustres tanto para la componente fitoplanctónica como para la componente fitobentónica (prueba *t*-student para muestras con distinto tamaño muestreal, $p > 0,05$), apreciándose ciertos niveles de variabilidad entre estaciones, pero que no alcanzan a producir diferencias estadísticamente importantes.

La Figura 5.71 exhibe la abundancia taxonómica promedio por sitio para el fitoplancton, la que bordea las 300.000 células por litro para el sistema La Punta-La Brava. Por su parte el sistema Salada-Saladita-Interna duplica esta cifra, la que en promedio supera las 600.000 células por litro, siendo las diferencias entre sistemas estadísticamente significativas (prueba *t*-student para comparaciones con distinto tamaño muestreal, $p < 0.05$). Por otra parte, la componente fitobentónica (Figura 5.72) también muestra un alto grado de variación entre sitios de muestreo, con valores máximos en la estación E8, coherente con los valores reportados para la abundancia total. Sin embargo, a pesar de las diferencias entre sitios, los valores promedio para cada sistema lacustre no difieren significativamente (prueba *t*-student para comparaciones con distinto tamaño muestreal, $p > 0,05$).



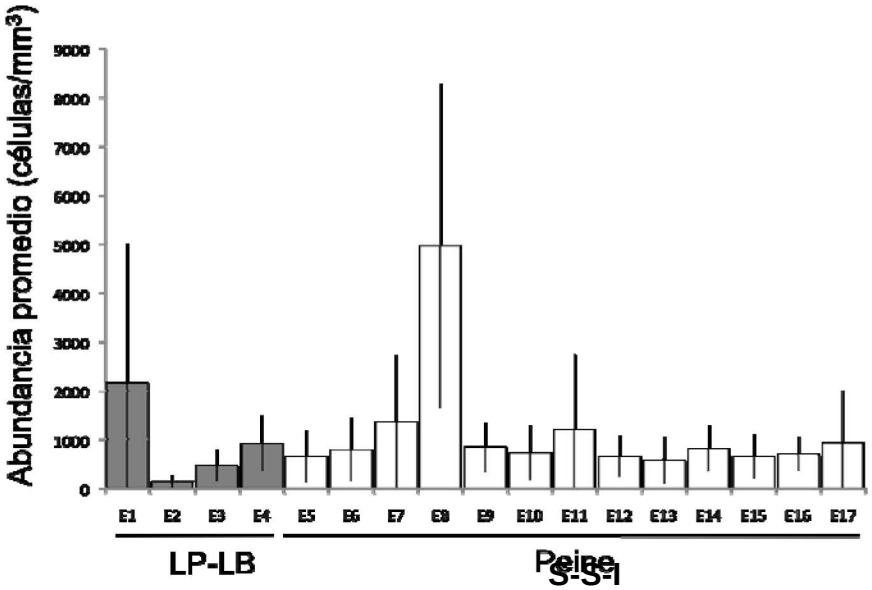
GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.71: Abundancia promedio (células/L) de fitoplancton para cada sitio de muestreo**




En barras grises se indican sitios pertenecientes al sistema de aguas La Punta-La Brava. En blanco los sitios de muestreo del sistema Salada-Saladita-Interna. Existen diferencias significativas entre ambos sistemas (prueba t-student para comparaciones con distinto tamaño muestreal, $p < 0,05$).

**Figura 5.72: Abundancia promedio (células/mm$^3$) de fitobentos para cada sitio de muestreo.**




En barras grises se indican sitios pertenecientes al sistema de aguas La Punta-La Brava. En blanco los sitios de muestreo del sistema Salada-Saladita-Interna. No se detectaron diferencias significativas entre ambos sistemas (prueba *t*-student para comparaciones con distinto tamaño muestreal, $p > 0,05$).

*Plantas Acuáticas*

Se detectó la presencia de una única especie de planta acuática en dos estaciones del sistema Salada-Saladita-Interna, en el sector de Laguna Salada (estaciones E5 y E8). La especie es *Ruppia filifolia*, perteneciente la familia Ruppiaceae (clase Monocotyledoneae), representada en Chile por dos especies *R. maritima* y *R. filifolia* cuyas distribuciones dependen de la salinidad del agua. Esta es una especie que no presenta problemas de conservación. Su cobertura en los sitios señalados fue baja, formando algunos parches discretos y aislados en pequeñas zonas de "bahías" sin continuidad distribucional fuera de su acotada área de ocurrencia.

*Zooplancton*

Los principales grupos presentes corresponden a Copépodos y Chironómidos, de los cuales la mayor representación numérica la mostró el grupo Ceratopogonoide. Para esta fracción zooplanctónica, la riqueza taxonómica fue baja, con un máximo de 4 taxa distintos observados en la estación E8.

### *5.3.3.3 Conclusiones*

En general los sistemas de aguas superficiales La Punta-La Brava y Saladita- Salada-Interna, muestran una alta heterogeneidad, que resulta evidente al observar la alta variabilidad entre sitios para los distintos parámetros medidos.

En relación a la componente plantas acuáticas, sólo se verificó su presencia en dos de los sitios de estudio, correspondiendo a una sola especie, *Ruppia filifolia*. Su presencia sólo se registró de manera aislada en zonas cerradas (tipo "bahías") y en ningún caso se observó una distribución continua a lo largo de los cuerpos de aguas muestreados.

Al analizar los distintos indicadores comunitarios para las componentes fitoplanctónicas, fitobentónica y zooplanctónica (en dos categorías de tamaños), se puede concluir de manera similar a lo observado para los parámetros físico-químicos, que existe una gran heterogeneidad entre sitios. Sin embargo, a pesar de esta variabilidad, no se observaron diferencias significativas a nivel de sistemas (a excepción de la abundancia promedio de fitoplancton). Lo anterior sugiere que, a pesar de existir algún grado de estructuración ambiental diferencial entre los sistemas La Punta-La Brava y Salada-Saladita-Interna (ver Figura 5.29, éste no determinaría cambios evidentes en los niveles de productividad primaria y secundaria de ambos sistemas en este muestreo. Por esta razón sería razonable suponer que ambos sistemas cumplen una función equivalente en términos de los servicios ecosistémicos prestados a la fauna (e.g., aves, reptiles y micromamíferos) que hacen uso de estos ambientes.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.4. Descripción del Medio Humano

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a la comunidad indígena Lyckan Antai (atacameña) de Peine, que se inserta en el Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande, de la comuna de San Pedro de Atacama.

### 5.4.1 Método

Para la elaboración de la línea base del medio humano, se han considerando las dimensiones recomendadas en la Guía de Criterios de la CONAMA[40], para evaluar la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos. Estas dimensiones dicen relación con las características básicas de la población, su composición, proyecciones y tendencias, así como sus condiciones de vivienda, educación y salud. Adicionalmente, se consideran variables asociadas tanto con las actividades económicas predominantes y el nivel de ocupación de la fuerza laboral como con la identidad local, usos y prácticas de la población asentada en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

### 5.4.2 Instrumentos de Recopilación de Información

Los alcances de los instrumentos de recopilación de información aplicados para el desarrollo de la presente línea de base se presentan a continuación.

Los instrumentos de recopilación de información se enmarcan dentro de la metodología cualitativa y la que fue aplicada directamente en el trabajo de campo realizado entre los días lunes 8 y miércoles 10 de septiembre del año 2008, considerando principalmente la técnica de entrevistas semi-estructuradas con la población local, realizadas con cada uno de los grupos humanos individualizados, en este caso la comunidad de Peine. Se debe considerar que el titular del proyecto mantiene una relación de larga data con esta comunidad (desde el inicio del proyecto a comienzos de los años 80), por lo que fue un interlocutor válido entre el investigador y la comunidad al momento de desarrollar este trabajo.

**Entrevistas Semi-Estructuradas a Actores Claves**: La aplicación de las entrevistas semi-estructuradas tuvo por finalidad complementar la información cuantitativa con antecedentes de percepción sobre el proyecto, especialmente en relación con: (i) las principales preocupaciones ambientales y sociales de las comunidades en torno al proyecto; (ii) las posibles medidas de

[40] CONAMA: *Guía de Criterios para Evaluar la Alteración Significativa de los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos, en Proyectos o Actividades que Ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).* Gobierno de Chile, Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2006.

mitigación a los efectos ambientales y sociales que presente el proyecto; (iii) las principales organizaciones que desarrollan iniciativas de interés público en la zona del proyecto; (iv) los estilos de vida y costumbres más significativas de la población en torno a la zona del proyecto; y (v) posibles canales de participación para tratar las preocupaciones planteadas.

Las entrevistas, aunque mantvieron un carácter de conversación abierta donde se recogieron libremente las percepciones de cada entrevistado, a partir de la entrega de información general del proyecto y de la captura de sus principales preocupaciones, utilizaron como base una pauta previamente preparada. Las entrevistas fueron aplicadas a dirigentes de organizaciones sociales territoriales, funcionales y temáticas de las comunas involucradas, representantes de asociaciones gremiales y productivas locales, líderes de opinión que realizan actividades en la zona o que tienen una preocupación especial sobre este tipo de proyectos, y representantes de las comunidades indígenas directamente relacionadas con el proyecto. Adicionalmente, se tomó contacto con reparticiones públicas regionales y provinciales, y funcionarios municipales.

Además, se utilizó información cuantitativa que se expresa a través del manejo de datos estadísticos, demográficos, censales, índices de pobreza, administrativos comunales u otros, los cuales ponen en relieve la caracterización general del área de influencia del proyecto.

En este sentido a **escala comunal** se abordan las principales variables demográficas y sociales (vivienda educación y salud) de la comuna, contenida en el área de influencia indirecta (AII) del proyecto, así como las actividades productivas y su vinculación con estilos de vida, de usos y costumbres de la población local. A **escala local**, se describen en detalle (i) la comunidad indígena que se emplaza en el área de influencia del proyecto; (ii) los sistemas sociales de los habitantes no indígenas que residen en el área. Para estos dos ámbitos de análisis, se caracterizan los principales atributos de su población, viviendas, educación, salud, actividades productivas, usos y prácticas culturales. Adicionalmente, para la comunidad indígena se identifican y describen los sitios de significación cultural, tanto aquellos ubicados en su interior como aquellos con los cuales sus miembros se vinculan tradicional y actualmente, ya que conllevan un sentimiento de cohesión social, de pertenencia y de identificación a un grupo determinado, en este caso con la identidad Lyckan Antai (atacameña).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.4.3 Antecedentes Generales

Para caracterizar el área de influencia del proyecto es necesario contextualizar el estatus que tiene la comuna de San Pedro de Atacama desde el punto de vista de la ley indígena ya que la comuna completa está inserta en un Área de Desarrollo Indígena (ADI).

#### *Conformación de de las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI)*

La Ley Indígena 19.253 promulgada en 1993 es el marco jurídico en el cual el Estado de Chile reconoce que los indígenas que habitan hoy en el territorio nacional son los descendientes de las agrupaciones humanas que habitaron en lo que hoy es Chile, desde tiempos precolombinos y que hasta hoy mantienen y conservan manifestaciones étnicas y culturales propias, siendo la tierra el fundamento principal de su existencia, identidad y cultura.

Con esta ley el Estado Chileno reconoce como etnias indígenas que habitan en Chile a los siguientes pueblos: Mapuche, Aymara, Rapa Nui, Atacameños (Lykan Antai), Quechuas, Collas, Diaguitas, Kawashkar (Alacalufe), y Yamana (Yagán), siendo deber de la sociedad y del Estado, a través de sus instituciones, el proteger y promover el desarrollo de estas etnias, su cultura y sus tierras, velando por la adecuada explotación de estas últimas.

De esta forma, se considera indígena a todas las personas de nacionalidad chilena que sean: hijos de padre o madre indígena, bajo cualquier tipo de filiación incluyendo la adoptiva y los descendientes de las etnias indígenas que habitan en el territorio nacional.

#### *De la Formación y Concepto de Comunidad*

Respecto de la conformación de las comunidades indígenas y de lo que se entenderá por esto, se considerará como tal a toda agrupación de personas pertenecientes a una misma etnia indígena que se encuentre en las siguientes situaciones:

- Provengan de un mismo tronco familiar;
- Reconozcan una jefatura tradicional;
- Posean o hayan poseído tierras indígenas en común, y
- Provengan de un mismo poblado antiguo.

Junto con la Ley Indígena se crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), que es el órgano rector de la política destinada a los pueblos originarios en Chile. El objetivo de su trabajo es el reconocimiento de los derechos de los pueblos originarios, tales como: lengua, tierras y cultura.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *Área de Desarrollo Indígena*[41]

Dentro de los objetivos propuestos por esta ley y en el sentido de velar por el desarrollo de las comunidades, la mantención y preservación de la cultura indígena, nacen las Áreas de Desarrollo Indígena o ADI, que surgen del Artículo 26º de la Ley Indígena Nº 19.253.

Un ADI tiene por objeto entregar a las comunidades indígenas un acceso equitativo a mejores condiciones de vida, la superación de la pobreza y a la solución de los problemas que aquejan a ciertas comunidades, como por ejemplo, la protección y devolución de la tierra y el agua. Intenta además sustentar los procesos de resignificación identitaria[42] de las comunidades de forma armónica con la búsqueda de su desarrollo económico y social.

Con todo, las ADIs son concebidas como espacios de focalización de políticas coordinadas por el Estado hacia la población indígena.

Los objetivos específicos son respetar, proteger y promover el desarrollo de los indígenas, sus culturas, familias y comunidades. Proteger las tierras indígenas, velar por la adecuada explotación de sus tierras y velar por el equilibrio ecológico de las mismas.

Para establecer un territorio como ADI, se especifican los siguientes parámetros:

1. Espacios Territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas;
2. Alta densidad de población indígena;
3. Existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas;
4. Homogeneidad ecológica;
5. Dependencia de recursos naturales para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna

[41] El ADI Atacama La Grande fue creado como territorio especial en el año 1997.
[42] Resignificación identitaria: Entedemos por este concepto al proceso desarrollado por los pueblos, toda vez que estos se apropian de usos y prácticas del pasado, para utilizarlas en el presente y reafirmar su identidad.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.73: ADI Atacama La Grande**




Fuente: www.conadi.cl

### *5.4.3.1 Aspectos Generales de la Comuna de San Pedro de Atacama*

La comuna de San Pedro de Atacama, hogar de 10 comunidades atacameñas, pertenece a un gran sistema geográfico conocido como desierto de Atacama y Puna homónima, que administrativamente se conoce como la Provincia El Loa en la Región de Antofagasta.

Las comunidades atacameñas se distribuyen por este vasto territorio desde las nacientes del río Loa por el norte, hasta el extremo sur del gran Salar de Atacama, habitando y ocupando una

estrecha franja precordillerana y cordillerana que en promedio se mantiene en los 2.000 m.s.n.m[43].

El Salar de Atacama se encuentra en la II Región de Antofagasta, en la Provincia del Loa, comuna de San Pedro de Atacama, al sur-este de la ciudad de Calama, en la cuenca limitada por la Cordillera de los Andes al este y por la Cordillera de Domeyko al oeste. Tiene una superficie aproximada de 3.000 km$^2$ y se ubica a una altura aproximada de 2.300 m.s.n.m. La Cuenca del Salar de Atacama contiene a los poblados de San Pedro de Atacama y los ayllus de Quitor, Conde Duque, Solcor, Yaye, Tchecar, Sequitor, Solor, Cucuter, Poconche, Beter, Coyo, y Tulor; junto a los pueblos de Toconao, Talabre, Camar, Socaire y Peine.

**Tabla 5.37: Superficie y densidad de la comuna de San Pedro de Atacama.**

| Superficie (km$^2$) | Densidad de hab/km$^2$ |
|---|---|
| 23.439 | 0,30 |

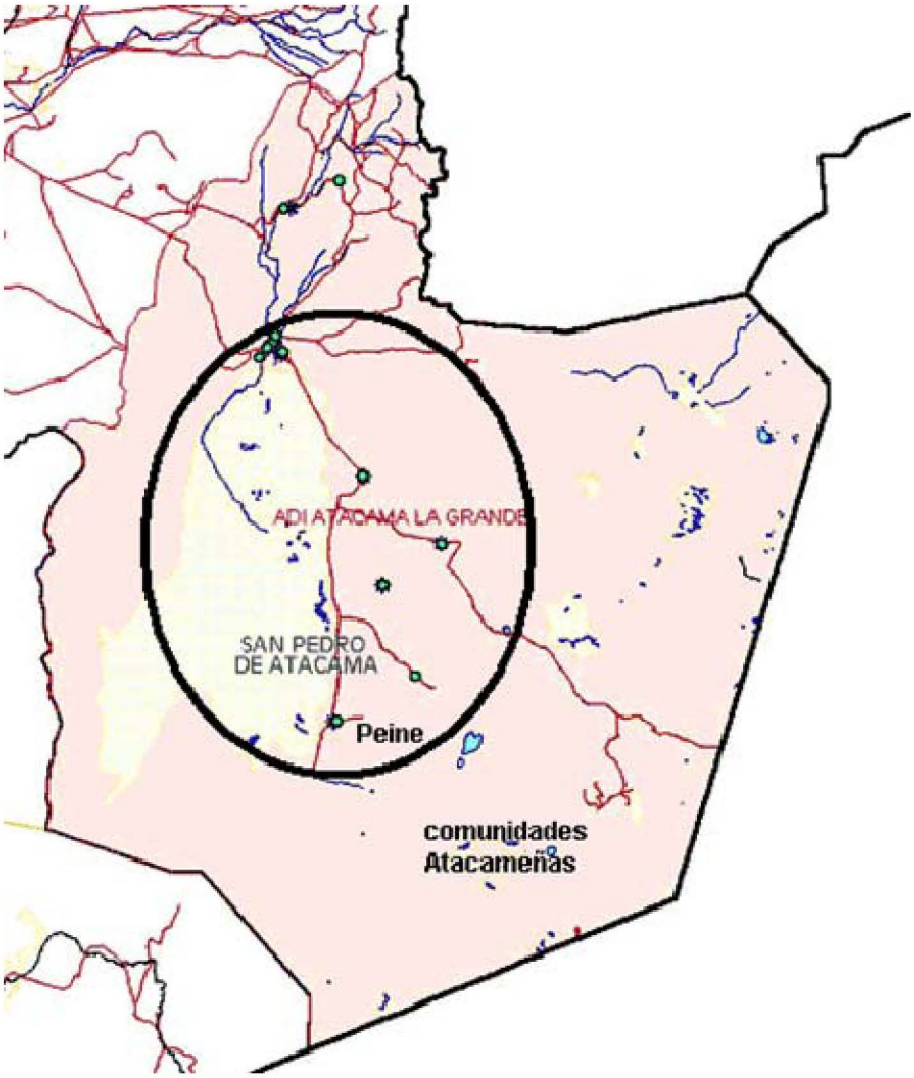
Fuente: www.sinim.cl

[43] Castro, Victoria y Martínez, José Luis: Poblaciones Indígenas de Atacama. En *Culturas de Chile,* Etnografía. Sociedades Indígenas Contemporáneas y su Ideología. Editorial Andrés Bello, Santiago, 1996.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.74: Comunidades Atacameñas en el Salar de Atacama.**




Fuente: Orígenes-Conadi

Según el Censo 2002 la población de la comuna de San Pedro de Atacama era de 4.969 personas, de las cuales 3.011 personas se declaraban como indígenas. Esto equivale a que en la comuna y por tanto en el ADI de Atacama La Grande el 61% de la población se reconoce como indígena.

Aunque la población de la comuna corresponde sólo a un 1,01 % de la población de la Región, ésta registra un aumento de un 175,65 % de qué respecto del Censo anterior (1992), siendo la comuna que registra el mayor crecimiento de la Región.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.38: Población de la Comuna de San Pedro de Atacama**

| Comuna | Población | Distrito Censal | | Localidad | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Población | San Pedro de Atacama | Población 3.166 |
| | | San Pedro de Atacama | 3.262 | Machuca | 4 |
| | | | | Río Grande | 80 |
| | | | | Rezagados | 14 |
| | | | | Camar | 41 |
| | | | | Talabre | 59 |
| San Pedro de Atacama | 4.969 | Toconao | 862 | Toconao | 732 |
| | | | | Rezagados | 30 |
| | | | | Peine | 522 |
| | | Socaire | 843 | Socaire | 255 |
| | | | | Rezagados | 66 |

Fuente: Base de datos Redatam, INE, Censo 2002.

**Tabla 5.39: Población Indígena en la comuna de San Pedro de Atacama.**

| San Pedro de Atacama | Atacameño-Lykan Antai | Mapuche | Aymara | Quechuas | Otras Etnias |
|---|---|---|---|---|---|
| Nº | 2.867 | 46 | 34 | 59 | 5 |
| % | 95 | 1,5 | 1,1 | 1.9 | <1 |

Fuente: Sistema de Información Regional; MIDEPLAN, en Base de Datos del Censo 2002.

Como se puede apreciar en la Tabla 5.39, la población indígena de la comuna y por tanto del ADI, se concentra en la etnia Atacameña-Lykan Antai, la cual representa el 95% de la población indígena total que habita en el área.

En lo que respecta a la distribución de la población Urbano-Rural; la comuna de San Pedro de Atacama cuenta con un 60,99 % de la población rural, mientras que el 39,01 % corresponde a población urbana, en tanto el índice de masculinidad de la comuna alcanza el 143,46%[44].

En lo que respecta a la distribución por edad de la población local se puede observar en el siguiente cuadro que la población a nivel comunal se concentra principalmente en los tramos de edad de 0 a 44 años, con el 75,31 % de la población en este grupo de edad.

[44] Indice de masculinidad mayor al 100% implica que



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.40: Distribución de la población de San Pedro de Atacama en tramos quinquenales**.

| Intervalo de Edad | Población | Porcentaje |
|---|---|---|
| 0 a 4 años | 380 | 7,65% |
| 5 a 9 años | 327 | 6,58% |
| 10 a 14 años | 301 | 6,06% |
| 15 a 19 años | 581 | 11,69% |
| 20 a 24 años | 439 | 8,83% |
| 25 a 29 años | 515 | 10,36% |
| 30 a 34 años | 490 | 9,86% |
| 35 a 39 años | 395 | 7,95% |
| 40 a 44 años | 314 | 6,32% |
| 45 a 49 años | 265 | 5,33% |
| 50 a 54 años | 207 | 4,17% |
| 55 a 59 años | 188 | 3,78% |
| 60 a 64 años | 175 | 3,52% |
| 65 años o más | 392 | 7,89% |

Fuente: INE, Censo 2002.

En lo que respecta a la economía comunal, esta se basa principalmente en actividades económicas primarias y secundarias. La ganadería y la agricultura, ligada a los usos y costumbres ancestrales de la etnia Lyckan Antai; el turismo y la artesanía, actividades imbricadas desarrollada fuertemente por los comuneros (existen programas de Estado que fomentan el turismo) y por población no indígena, migrantes que han dado dinamismo a este sector económico. En este sentido cabe destacar que cada año San Pedro de Atacama recibe a más de 45.000 turistas; y la minería no metálica desarrollada por SCL y SQM, en el Salar de Atacama.

La comuna de San Pedro de Atacama se ha posicionado como una comuna orientada hacia las actividades económicas ligadas al turismo, esta situación provoca que San Pedro de Atacama tenga, según la encuesta Casen 2006, de sus 1.324 hogares, un 4,1% bajo la línea de la pobreza lo que equivale sólo al 3% de la población. Estas cifras se desglosan de la siguiente manera:

**Tabla 5.41: Hogares de San Pedro de Atacama según indicadores de pobreza**

| San Pedro de Atacama | | | |
|---|---|---|---|
| Hogares | Porcentaje de Hogares pobres | | Ingreso Autónomo Promedio por Hogar |
| | 4.1% | | 608.120 pesos |
| 1.342 | Hogares Pobres No Indigentes | Hogares Pobres Indigentes | |
| | 3.3% | 0,8 | |
| Total de población Pobre | Pob. Pobre | Pob. Indigente | |
| | 3% | 0.6 | |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

3,6

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta Casen 2006.

Las cifras antes expuestas en la Tabla 5.41, se relacionan con los que indican, según la Encuesta Casen 2006, que un 35,2% de los hogares de la comuna tienen jefatura femenina. Sin embargo, la actividad del turismo, que ha experimentado una importante expansión en la comuna ha provocado que los ingresos autónomos en los hogares de la comuna asciendan, en promedio a 600.000 pesos.

En lo que respecta a participación laboral de la población de la comuna, desagregada por sexo, la participación laboral de los hombres llega a 75,8%, en tanto que la participación laboral de las mujeres llega a 56,6%, el total de participación laboral de la población de San Pedro de Atacama es de 63,2%. De esta forma la Tasa de de desocupación total de la población de San Pedro de Atacama es de 3,7%, (hombres 3,8%, mujeres 3,6%), una de las mas bajas del país.

Como se ha explicitado a lo largo de este ítem de antecedentes generales, la etnia Lyckan Antai ha habitado un área que se configura en la historia como un espacio multicultural, ya que este territorio ha recibido significativas migraciones provenientes del altiplano de Lípez, actual Bolivia y del noroeste argentino, generando un complejo escenario que remite, en la actualidad, a la trama étnica y cultural que es posible apreciar en San Pedro de Atacama y sus alrededores[45].

Es posible señalar que la etnia Lyckan Antai responde a un proceso de emergencia y autoadscripción étnica, lo que ha desarrollado una dinámica de rearticulación socio identitaria entre los grupos humanos de estos territorios que ha permitido alejar la noción de desintegración de la identidad étnica Atacameña Lyckan Antai. En este sentido, la Ley Indígena 19.253 ha contribuido de manera importante a la generación de espacios propicios para la participación de los indígenas (como la creación de las ADI o la ejecución de programas como Orígenes), lo que colabora con el robustecimiento de la identidad de estos pueblos; a lo anterior debemos sumar la promulgación del Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales que otorga derechos a los comunidades sobre sus territorios ahí donde la Ley Indígena no cubría con la jurisprudencia necesaria.

Sobre la conformación del ADI Atacama La Grande, ésta ha permitido, por ser un territorio diferenciado, recibir la focalización de proyectos de inversión pública, que ha permitido desarrollar áreas y actividades económicas que para los atacameños estaban limitadas.

Con todo, la cultura Atacameña vive un proceso de continuidad y cambio con sus raíces históricas, lo que ha permitido que ésta se proyecte en el tiempo y a pesar de no contar con una

[45] Esto es posible de comprobar a través de registros etnohistóricos; en las crónicas se denominan como atacameñas a diferentes poblaciones, provenientes de diferentes sectores circumpuneños, lo que no hacía otra cosa que cubrir con un manto de homogeneidad, mediante el uso de este apelativo, a los indígenas que habitaban desde la época colonial el corregimiento de Atacama.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

lengua viva que le permita generar distingos claros frente a otras culturas andinas como los aymaras o quechuas, priman otros aspectos culturales supralingüísticos que son posibles de apreciar en las concepciones que los Lyckan Antai tienen del tiempo y el espacio y que se expresan en su cosmovisión[46].

## *Organizaciones Indígenas de San Pedro de Atacama*

En la comuna de San Pedro de Atacama las organizaciones más representativas son las organizaciones indígenas, las que se han articulado alrededor de los ayllus ancestrales de etnia atacameña. En San Pedro de Atacama existen 16 comunidades indígenas con personalidad jurídica, de las cuales 10 han sido focalizadas con diferentes programas de Gobierno. Éstas agrupan a un total de 745 socios. No obstante el número de habitantes de estas comunidades es superior llegando a 3.764 personas, por tanto se puede decir que un 20% de la población de estas comunidades focalizadas participa en alguna comunidad indígena jurídica[47].

**Tabla 5.42: Comunidades Indígenas Focalizadas con Programas de Gobierno en San Pedro de Atacama.**

| | Comuna de San Pedro de Atacama | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Comunidades Indígenas** | **Año de conformación jurídica** | **Número de socios** | **Número de familias** | **Habitantes** |
| Comunidad de Machuca | 16.07.1994 | 26 | 24 | 80 |
| Comunidad de Río Grande | 22.09.1994 | 57 | 60 | 289 |
| Comunidad de Quitor | 15.10.1994 | 25 | 30 | 97 |
| Comunidad de San pedro de Atacama | 30.10.1994 | 78 | 250 | 1200 |
| Comunidad de Solor | 04.08.1995 | 45 | 34 | 154 |
| Comunidad de Toconao | 08.12.1995 | 209 | 194 | 994 |
| Comunidad de Talabre | 06.02.1995 | 25 | 22 | 99 |
| Comunidad de Camar | 23.05.1995 | 27 | 22 | 116 |

[46] La lengua atacameña llamada *nuestra* o *kunza* aún subsiste en la toponimia, zoonimia y fitonimia del sector y a pesar de que se desconozca su morfosíntaxis, los pocos elementos que subsisten permiten indicar su carácter aglutinante y su escasa relación con las demás lenguas andinas.

[47] Es importante consignar que la conformación de comunidades jurídicas dicen relación con el goce por parte de una comunidad de los derechos otorgados a través de de Ley 19.253 a los indígenas; no en todos los casos una comunidad jurídica tiene relación con las comunidades ancestrales o sus autoridades.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Comunidades Indígenas | Comuna de San Pedro de Atacama<br>Año de conformación jurídica | Número de socios | Número de familias | Habitantes |
|---|---|---|---|---|
| Comunidad de Socaire | 25.05.1995 | 170 | 61 | 267 |
| Comunidad de Peine | 08.06.1995 | 83 | 64 | 468 |

Fuente: CONADI/Orígenes, MIDEPLAN.

Las comunidades que no han recibido aún programas de inversión social son seis y se presentan a continuación:

**Tabla 5.43: Comunidades No Focalizadas con Proyectos Sociales en San Pedro de Atacama.**

| Comunidades | Comuna de San Pedro de Atacama<br>Año de conformación Jurídica | Número de Familias |
|---|---|---|
| Comunidad Indígena Ayllu de Cucuter | 03-10-2004 | 8 |
| Comunidad Atacameña de Coyo | 15-10-1994 | 80 |
| Comunidad Atacameña de Solcor | 02-10-2004 | 15 |
| Comunidad Indígena Atacameña de Catarpe | 27-09-2003 | 30 |
| Comunidad Atacameña de Sequitor | 06-04-1999 | 24 |
| Comunidad Atacameña de Larache | 06-12-1999 | 25 |

Fuente: CONADI 2007.

Otra categoría de asociatividad indígena son las asociaciones o agrupaciones indígenas, las que agrupan a diferentes personas o comunidades, de distintos territorios, para desarrollar áreas de interés común. En la comuna de San Pedro de Atacama existen en total 18 Asociaciones o Agrupaciones Indígenas.

**Tabla 5.44: Asociaciones Indígenas de la comuna de San Pedro de Atacama**

| Asociaciones Indígenas | Comuna de San Pedro de Atacama<br>Año de conformación Jurídica |
|---|---|
| Asociación Atacameña Quilipana | 09-07-1994 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Zapar | 05-08-1995 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Aguas Blancas | 12-08-1995 |
| Asociación Atacameña de Mujeres de San Pedro de Atacama | 22-04-1996 |
| Asociación Atacameña Para la Producción y Comercialización de Productos de Toconao | 22-04-1996 |
| Asociación Indígena Atacameña de los Ventilares de Larache | 29-11-1999 |
| Asociación Indígena Valle de La Luna | 27-01-2004 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores del Río Vilama | 10-09-1995 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores del Paso Jama | 10-07-2002 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Comuna de San Pedro de Atacama | |
|---|---|
| **Asociaciones Indígenas** | **Año de conformación Jurídica** |
| Asociación Atacameña San Bartolomé de Socaire | 28-06-1994 |
| Asociación Indígena Atacameña de Agricultores y Madereros de Tambillo | 05-12-1998 |
| Asociación de Feriantes y Artesanos de San Pedro de Atacama | 13-01-1997 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Toconao | 08-12-1995 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Celeste | 12-08-1995 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Matancilla | 12-03-1998 |
| Asociación Indígena de Tradiciones y Costumbres de Toconao | 12-08-2000 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama | 24-06-1995 |
| Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Soncor | 12-08-1995 |

Fuente: Registro CONADI 2007.

## *Festividades Rituales y Ceremonias*

La cosmovisión atacameña se expresa una profunda relación entre el hombre y la naturaleza que rodea al hombre andino. Esta relación se expresa en los "*convidos"*[48] que los atacameños hacen al espíritu de la tierra a la *pachamama*[49] y que se centran en la reciprocidad con ésta.

En la racionalidad andina, cada elemento de la naturaleza es una componente central en la espiritualidad los cerros (tata-cerros), el agua (*Tata-putarajni).*

Es posible señalar que hoy estas expresiones subsisten en patrones de cognición y simbolismo, las que se hacen presentes en los carnavales, la limpia de canales (*talatur*), el floreo del ganado y el culto a los antepasados. Cada una de estas celebraciones y formas de entender el mundo demuestran que el sistema de creencias de los Lyckan Antai están atravesados por un importante sincretismo entre las creencias andinas y el cristianismo; un ejemplo son las fiestas patronales[50], cada localidad tiene un santo patrono, esta divinidad protege a los habitantes de la localidad, quienes lo veneran por sus atributos milagrosos.

El concepto de comunidad es igual de importante, ya que cruza las concepciones de la vida social de este pueblo. La vuelta a la comunidad de origen para las fechas de las celebraciones por parte de los habitantes que migran hacia las ciudades, es una acción articuladora y aglutinante de las creencias Lyckan Antai; limpiar un canal de regadío, construir una sede

[48] Los *"convidos"* son las ofrendas y agradecimientos que las comunidades hacen a la tierra en las festividades.
[49] *Paatcha,* en kunza.
[50] Fiestas en la que se rinde homenaje a Santos Patronos católicos.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

social, celebrar a un santo patrono o el floreo de animales, son festividades y actividades que los convocan. En este sentido las localidades ceremoniales y comerciales más importantes son Caspana, Peine, Socaire, San Pedro de Atacama y Toconao.

La comunidad como institución articuladora de relaciones sociales, económicas y religiosas es una instancia que además permitiría el funcionamiento del patrón de asentamiento.

## *Parentesco*

La estructura de parentesco más extendida entre los Lyckan Antai, es el sistema de Patrilinealidad, esto es, la familia del padre es el referente para la estructura de apellidos y de descendencia y el hogar del hombre es el lugar donde residirá la nueva familia que se conforme. No obstante, los lazos no sanguíneos son en extremos importantes, relaciones de solidaridad y compadrazgo, que afianzan los lazos entre los habitantes de las comunidades y que refundan día a día la acción de la reciprocidad, muy importante en el mundo andino. Estos lazos de solidaridad son los articuladores de la comunidad y el trabajo mancomunado.

## *Aspectos de Infraestructura Básica*

## *Vivienda*

La comuna de San Pedro de Atacama tiene un total de 2.060 viviendas el número de habitantes promedio por hogar es 4,1 personas.

Del total de viviendas un 95,3% tiene distribución de agua potable aceptable[51], en tanto que un 94,6% cuentan con algún sistema de eliminación de excretas aceptable. En lo que respecta al abastecimiento de energía eléctrica, un 94% de los hogares de la comuna cuentan con abastecimiento de energía eléctrica. Sobre la materialidad de la construcción de las viviendas, un 65,9% es aceptable, en tanto que el índice de hogares sin hacinamiento de la comuna llega a 79%.

**Tabla 5.45: Características de la vivienda en la comuna de San pedro de Atacama.**

**Comuna de San Pedro de Atacama**

| Nº de viviendas | Conexión a luz eléctrica | | | | Conexión a alcantarillado | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ocupadas con personas presentes | Red pública | Generador propio o comunitario | Placa solar | No tiene | Conectado a alcantarillado | Conectado a Fosa Séptica | Cajón sobre pozo negro | Cajón sobre acequia | Químico | No tiene |
| 1.228 | 248 | 639 | 104 | 220 | 571 | 24 | 505 | 2 | 2 | 107 |

Fuente: Retadam INE, Censo 2002.

[51] Base de Datos de la Encuesta Casen 2006.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## *Salud*

La población validada para ser atendida por el sistema público de salud en San Pedro de Atacama llega a 4.860 personas, vale decir al 98% de la población total de la comuna. Esta población es atendida en el Consultorio General de San Pedro de Atacama. La frecuencia de las rondas médicas es de una vez al mes y el número de funcionarios que participan es de 4 profesionales: un médico, 2 matronas y una enfermera. El municipio aporta 9 funcionarios no profesionales que apoyan la labor de los profesionales y mantienen el funcionamiento del consultorio. Toda vez que las urgencias sean de mayor complejidad los pacientes son derivados al hospital de Calama o Antofagasta.

En resumen la comuna cuenta con un consultorio y tres postas rurales, en las que el aporte municipal bordea el 55%.

## *Educación*

La comuna de San Pedro de Atacama cuenta con 9 establecimientos educacionales; ademas de jardines infantiles en San Pedro, Peine, Socaire, Talabre, Toconao y Río Grande, con ello la cobertura municipal de educación es del 80,10%, así el número de docentes por aula contratados por el sistema municipal de educación es del 88%.

El porcentaje de alumnos que obtuvieron más de 450 puntos en la PSU es del 46,15%, por sobre el promedio nacional de 37,11%.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.4.4 Área de influencia

#### *Características del Área de Influencia*

El área de influencia de este proyecto contempla un territorio eminentemente indígena. La etnia Lyckan antai o atacameña es una de las de menor tamaño de Chile y una de las que ha sufrido, de forma más patente, un proceso de aculturación, el que se grafica en la pérdida de su idioma, el kunza. No obstante, a partir de 1989 con la promulgación del primer manifiesto étnico de Los Andes y la promulgación de la Ley Indígena 19.253 en 1993, donde por primera vez se reconoce a los atacameños como una etnia de Chile, se ha producido un acelerado proceso de reivindicaciones étnicas y culturales. Es posible afirmar entonces que este cambio jurídico institucional representado en la Ley 19.253, fue un impulsor más que relevante en el proceso de etnogénisis de esta etnia.

#### *Antecedentes Históricos*

En 1570 el Virrey del Perú[52], Francisco de Toledo toma la decisión de reagrupar y concentrar a las poblaciones indígenas en pequeñas villas o asentamientos, dado que las poblaciones comenzaban a mostrar importantes signos de decrecimiento demográfico, debido a las enfermedades, las guerras de conquista y la erradicación de los pueblos indígenas de las mejores tierras para el cultivo. Esta fue la primera reestructuración demográfico-ecológica en los Andes y en toda la América indígena de ese entonces, además este hecho es el que da inicio a la "comunidad indígena" ancestral, una comunidad que no guarda relación con lo precolombino, sino más bien, con la reestructuración global civilizadora, occidental, que se impuso en los Andes y en toda América.

Esta situación se mantuvo durante la Colonia, pero se agudizó con la conformación de las noveles repúblicas las que muchas veces desconocieron la existencia de las comunidades indígenas. Para el caso de los pueblos atacameños, que en esos años se encontraban bajo la soberanía de la República de Bolivia, la condición de exclusión de la sociedad mayor se mantuvo hasta fines del siglo XIX y durante todo el siglo XX; ya siendo parte del Estado – Nación chileno.

Otra característica que influye de manera determinante en la estructura social atacameña, es la ecología de desierto extremo y la noción geopolítica de periferia de los centros de poder, que han tenido los ayllus y comunidades atacameñas a través de la historia. Los oasis y cuencas hidrográficas atacameñas al estar insertas en un desierto presentan un delicado y frágil equilibrio, donde los limitados recursos naturales no tienen la capacidad de sustentar a

[52] Bonilla, Heraclio: Estructura y articulación política de las comunidades de los Andes centrales con sus Estados nacionales. *La reindianización de América, siglo XIX.* Siglo XXI Editores. 1997.

poblaciones de mayor tamaño, razón por la cual la salida de emigrantes ha sido constante desde tiempos precolombinos. En tal sentido la migración de población a través de la historia desde las comunidades y ayllus ha sido más que una salida para mitigar la presión sobre los escasos recursos naturales, según los investigadores, la estrategia de migración ha sido una forma de inserción de los indígenas en la región, que ha marcado las estructuras sociales de esta etnia y que se refleja en sus prácticas económicas ancestrales, tales como el tráfico caravanero hasta el acceso a los mercados del trabajo asalariado regionales; de igual manera ha sido la forma de relacionarse con los centros políticos. Esta es la causa de que más de dos tercios de la población se encuentren viviendo en las ciudades o en campamentos mineros y no en sus comunidades agropecuarias o ayllus de origen.

### *Los Lykan Antai de Hoy*

La etnia atacameña es una de las pequeñas de Chile en lo que a población se refiere, sólo un 30% de su población vive en sus comunidades de origen, la gran mayoría vive en las ciudades de Calama y Antofagasta principalmente, además de los campamentos mineros de la región.

En líneas generales y según la encuesta CASEN, las comunidades y los poblados que habitan en los poblados identificados como atacameños están bajo el nivel de pobreza o levemente por encima de ella, sin embargo, al hacer un análisis detallado de la situación de cada localidad, existe un importante impacto sobre la economía local producida por el turismo (que deja recursos directos en las localidades), y sobretodo la actividad minera, donde los habitantes de Toconao, Socaire y Peine (principalmente) trabajan como asalariados.

Importante ha sido, para las comunidades atacameñas también la inversión pública y en menor medida la privada, en lo que respecta al desarrollo social –comunitario e infraestructura y servicios, lo que ha tenido directa vinculación con la creación del Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande. La creación de este territorio con un estatuto especial, ha provocado la multiplicación de las asociaciones comunitarias y rurales orientadas a captar proyectos de desarrollo e inversión productiva en San Pedro de Atacama.

## *5.4.4.1 Dimensión Geográfica*

La localidad de Peine se ubica a 27 kilómetros de la faena de SCL y 108 kilómetros del pueblo de San Pedro de Atacama, en el extremo sur del Salar de Atacama.

Peine es una localidad que funciona como un sitio residencial y como un área productiva agrícola. A diferencia de lo que sucede en otros ayllus o localidades donde existe solamente actividad agrícola. Los habitantes de esta localidad desarrollan además una horticultura a pequeña escala en algunos sectores en las afueras del poblado, principalmente en Tilomonte.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.75: Plantaciones en Tilomonte.**



Peine depende funcionalmente de San Pedro de Atacama, debido al nivel de los equipamientos e infraestructura básica existente. No obstante, se reconoce un centro que contiene parte del equipamiento del poblado, entre los que se pueden mencionar, la escuela básica, la posta, las sedes comunitarias (junata de vecinos, casa de huéspedes, centro de madres, comité de artesanos, comité agricola, clubes deportivos) y algunos almacenes.

Sin embargo los habitantes de Peine, realizan el aprovisionamiento de víveres en la ciudad de Calama, debido a que en esta ciudad los precios de los productos son más baratos que en San Pedro de Atacama. Para llegar a la ciudad se movilizan en locomoción pública o en sus vehículos particulares.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.76: Iglesia de Peine.**



### *5.4.4.2 Dimensión Demográfica*

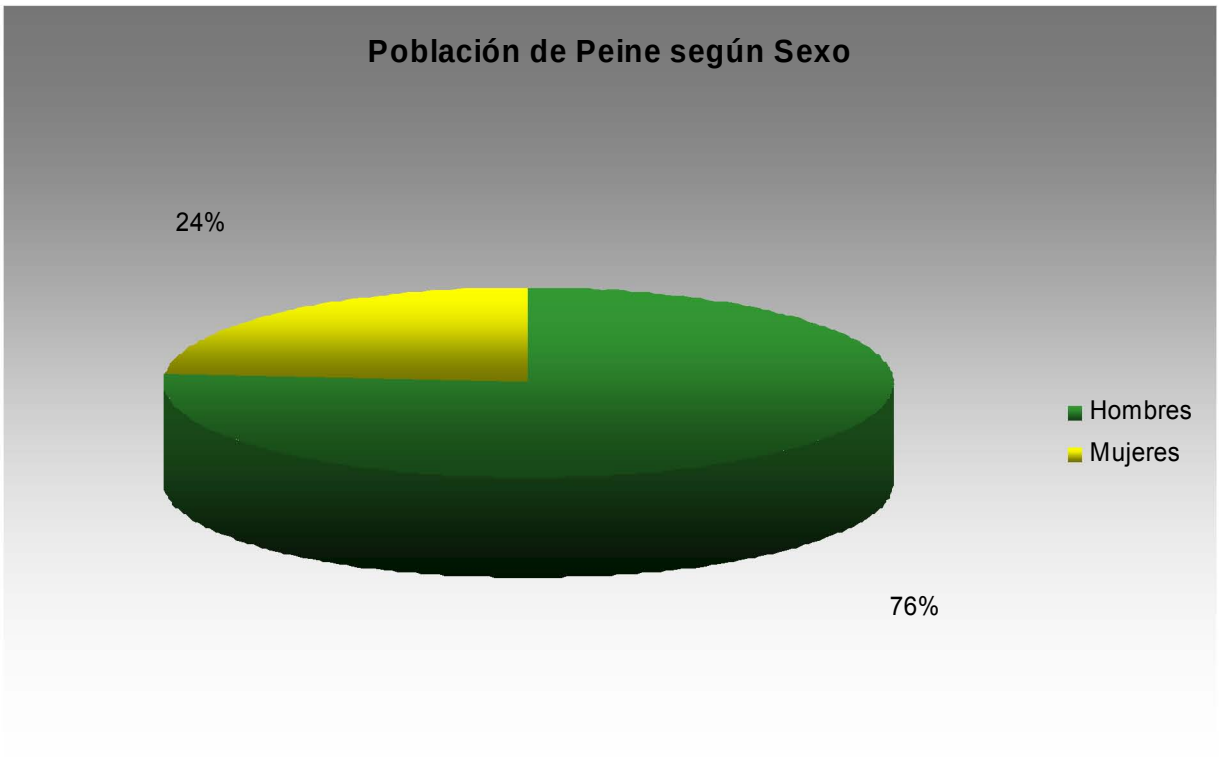
La población de la comunidad de Peine según el censo 2002 es de 522 personas, de ellas 399 (76,4%) son hombres y 123 (23,5%) son mujeres.

Peine es la segunda localidad con mayor crecimiento censal después de la capital comunal, considerando que el 71,7% pertenece al grupo que va desde los 15 a 64 años de edad, siendo los hombres los que lideran este tramo. En este sentido el índice de masculinidad de esta localidad es el más alto de la comuna de San Pedro de Atacama 324,4 hombres por cada 100 mujeres, este fenómeno puede tener explicación si consideramos la actividad productiva principal desarrollada en el área, vale decir la minería.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.77: Población por sexo en la localidad de Peine.**



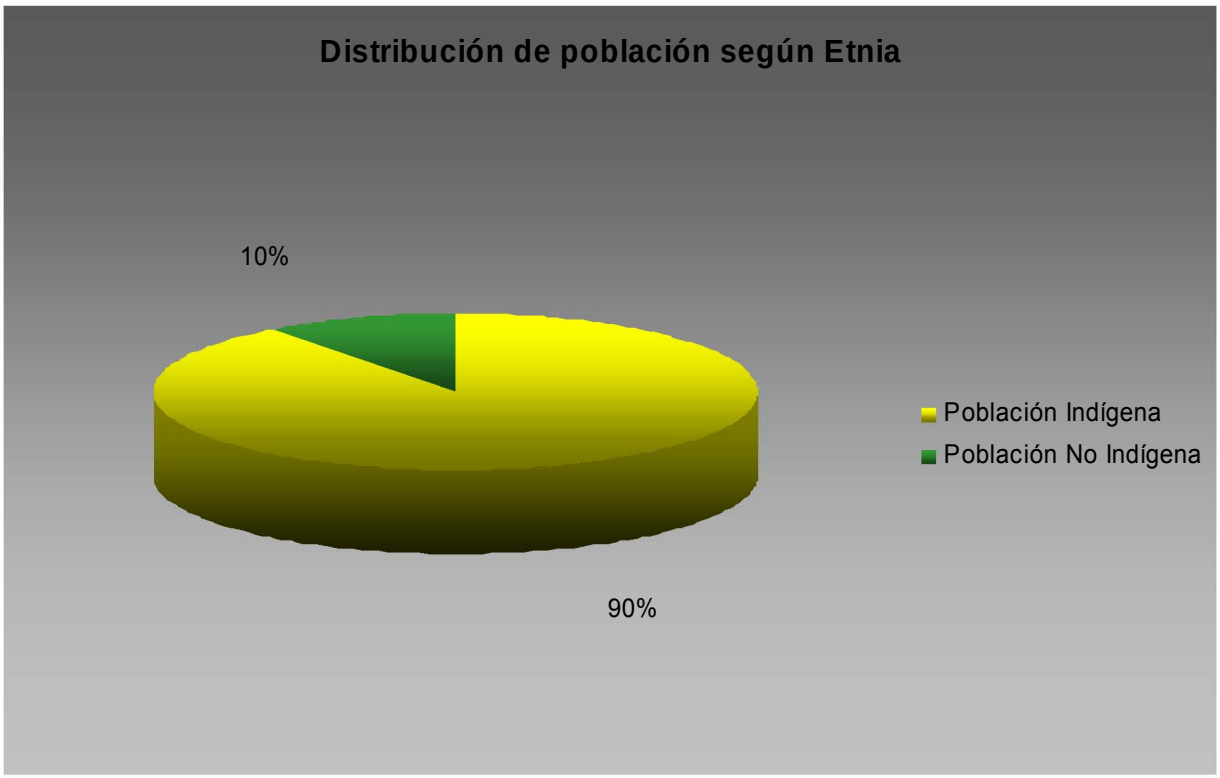

Fuente: Elaboración Propia según censo 2002.

En lo que respecta a la distribución de la población según etnia, en la comunidad de Peine un 89,6% de los habitantes pertenece a la etnia Lykan antai y es parte de la comunidad indígena de Peine, la que se compone según el registro de Conadi de 64 familias.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.78: Distribución de Población Según Etnia.**




Fuente: Elaboración Propia según datos de registro de CONADI 2007.

### *5.4.4.3 Dimensión Socioeconómica*

Desde antes de la conquista, los pueblos atacameños desarrollaron una importante tecnología agrícola. Esta sociedad, periferia del Imperio Tiwanaku, aprovechó con técnicas muy desarrolladas los frutos de las cactáceas, tubérculos y gramíneas de altura[53]. Además, desarrollaron una ganadería basada en la alpaca y la llama, y también explotaron especies salvajes como el guanaco y la vicuña. Diferentes investigaciones etnográficas han demostrado el esfuerzo tecnológico que significó para los antiguos atacameños la ocupación de zonas situadas a cuatro mil metros y más sobre el nivel del mar, sectores sin potencial agrícola pero con buenas condiciones para el pastoreo.

En este contexto, la comunidad de Peine ocupó un sitio importante dentro del sistema cultural que los habitantes atacameños desarrollaron para su subsistencia en este ambiente inhóspito que es la Puna de Atacama. Las *"caravanas de llamas"* y sus respectivos pastores, tuvieron en

[53] de Ramón, Armando. Historia de Chile. Desde la invasión incaica hasta nuestros días (1500-2000). Ed. Catalonia. Santiago de Chile. 2006.

Peine un *"tambo"* de refugio importante, en cual se comercializaban productos provenientes de otros poblados de la Puna de Atacama.

## *Peine en la actualidad*

Hoy la población de la localidad de Peine ha abandonado la práctica del *"caravaneo de llamas"* y la horticultura de oasis se practica a muy pequeña escala (se estima que actualmente en Tilomonte no se superan las 20 hectáreas plantadas con alfalfa y maíz). Actualmente la población, principalmente masculina, está ligada a la actividad minera específicamente a las faenas de SCL. No obstante, existen en la localidad una serie de proyectos ligados al turismo que han sido incentivados desde el gobierno central a través de programas orientados a los pueblos indígenas a cargo de CONADI y el Programa Origenes. Estos proyectos turísticos se enmarcan en la toma de conciencia por parte de las comunidades de que ellos, como habitantes primigenios del lugar, son agentes centrales dentro de una estrategia económica ligada al turismo en la comuna de San Pedro de Atacama. Esta comuna ha vivido en los últimos años una explosión de desarrollo turístico y en este sentido las comunidades atacameñas, dentro de la que se encuentra la comuna de Peine, han desarrollado proyectos turísticos para atender una demanda creciente. En tal sentido, el manejo de sus recursos naturales y la consolidación de sus territorios, como "etnoterritorios" es un aspecto clave para el desarrollo de esta actividad económica.

De esta forma Peine, es parte de la red de turismo rural "Lycan Huasi" a través de la implementación del Proyecto Albergue Turístico Comunitario de Peine; este proyecto cuenta con el patrocinio de la Asociación de Pueblos Atacameños y es financiado por el Fondo para las Américas.

El albergue turístico de la Comunidad Atacameña de Peine se encuentra ubicado en tierras de propiedad fiscal en virtud de la inscripción correspondiente al Título de Mayor Cabida de San Pedro de Atacama, que incluye la superficie de aquellos predios que carezcan de otro dueño a nombre del Fisco de Chile dentro de lo que hoy corresponde a la jurisdicción de la comuna homónima.

### *Minería*

La cercanía de la localidad de Peine con las faenas mineras de SCL y SQM ha producido que los habitantes de esta localidad hayan experimentado un cambio en su forma de trabajar, al pasar de trabajadores independientes a dependientes de las empresas mineras o de las empresas contratistas. Un cálculo *a priori* hecho por los propios habitantes de Peine, respecto de la cantidad de habitantes que trabaja en la faena de SCL, habla de que un 70% de la población de la localidad trabaja en las faenas de SCL.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.46: Categorías ocupacionales en Peine.**

| PEINE<br>CATEGORÍA OCUPACIONAL | N | % |
|---|---|---|
| No Tiene Actividad | 56 | 29,5% |
| Trabajador familiar no remunerado | 1 | 0,5% |
| Trabajador por cuenta propia | 47 | 24,7% |
| Trabajador dependiente urbano | 50 | 26,3% |
| Pequeño productor agrícola | 1 | 0,5% |
| Empleado de sector público o particular equivalente | 6 | 3,2% |
| Jubilado, pensionado o montepiado | 25 | 13,2% |
| Otra actividad no considerada anteriormente | 4 | 2,1% |
| TOTAL | 190 | 100,0% |

Fuente: Pladeco de la Comuna de San Pedro de Atacama. 2007.

### *5.4.4.4 Dimensión Antropológica.*

La comunidad de Peine tiene un importante componente étnico. En el ítem Dimensión Demográfica se específica que el 90% de la población de la localidad adscribe a la etnia atacameña, Lyckan Antai. Como eje fundamental de la asociatividad de la población, el componente étnico entrega una identidad común importante para desarrollar actividades que dan un sentido de pertenencia a la comunidad en general. En tal sentido, actividades ligadas a la horticultura o al pastoreo, representan ciertos emblemas de identidad que dan forma a la configuración de la sociedad Peinina.

En este sentido ciertos sectores de la localidad, entendidos como pisos ecológicos con orientaciones económicas, cumplen la función de mantención de la identidad. Así zonas como la Pampa Quilvar, Morro Pelado, Cerro Lanquir y Cardonales del Cerro Chunar, son concebidas como áreas propicias para el pastoreo; las zonas de Arenal de Peine y Arcillera de Peine están consagradas a la extracción de material para la construcción en obras comunitarias y el Pueblo Viejo de Peine, como un lugar donde los vestigios arqueológicos conectan a los nuevos habitantes de la comunidad con un pasado glorioso.

Actualmente en la comunidad se celebran dos festividades importantes, la limpia de canales, donde cada miembro de la comunidad ayuda en la limpieza de los canales de regadío que cruzan la comunidad. Sin embargo, la festividad más importante es la fiesta del santo patrono de Peine, San Roque de Peine, celebrada el 16 de agosto. Esta festividad es la muestra del sincretismo cultural que es posible apreciar en Los Andes, entre la tradición al culto Católico impuesta por los españoles durante la Conquista y la Colonia y el sistema de creencias propio del mundo de andino de la Puna de Atacama.

Es preciso mencionar que la espiritualidad atacameña se tradujo, durante la conquista, en la celebración de variados ritos ligados al culto católico. La cosmovisión atacameña, no obstante,

se liga más a una profunda interacción con la naturaleza, manifestada en el culto a la tierra, para pedir por la fertilidad del suelo. Una vez acaecida la conquista, este culto fue remplazado por la devoción hacia lo católico, pero esto no influyó en que ciertas prácticas religiosas incluyeran características propias de lo eminentemente andino, tales como los bailes, sikuriadas o bandas de bronce.

### *5.4.4.5 Dimensión de Bienestar Social Básico*

**Tabla 5.47: Características principales de la vivienda en Peine.**

| Vivienda | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Casa | | Pieza en casa antigua | | Rancho, Choza | | Mejora, Media agua | |
| 131 | 80,3% | 13 | 7,9% | 5 | 3% | 14 | 8,5% |
| **Sistema de Eliminación de Excretas** | | | | | | | |
| Alcantarillado | Rural | Fosa Séptica | | Cajón sobre pozo negro | | No tiene | |
| 34 | 37,3% | 2 | 2,1% | 50 | 54,9% | 5 | 5,4% |
| Luz Eléctrica | | | | | | | |
| Red Pública | | Generador Propio | | Placa Solar | | No tiene | |
| 40 | 43,9% | 45 | 49% | 0 | 0 | 6 | 6,5% |

Fuente: Censo 2002

#### *Infraestructura Educacional*

Peine cuenta con una escuela básica con buena infraestructura en términos de salas y de espacios para hacer deportes. La escuela de Peine se llama “San Roque”, la localidad cuenta con jardín infantil, lo que además facilita el trabajo de las mujeres.

Para la enseñanza media, el lugar más cercano para que los estudiantes continúen sus estudios es San Pedro de Atacama, donde hay un liceo técnico con las especialidades de agricultura y turismo.

Mediante el Programa Orígenes del Ministerio de Planificación, la comunidad de Peine cuenta con un asesor cultural, que se dedica al rescate y promoción de las tradiciones y lengua de los pueblos originarios. Este asesor cultural opera en la escuela de la localidad durante el período escolar.

#### *Infraestructura en Salud.*

En términos de infraestructura y cobertura de salud, Peine cuenta con una posta y un paramédico. La posta cuenta con facilidades para la atención dental, donadas por SCL. Para atenciones más complejas, se debe acudir a San Pedro de Atacama, donde existe un consultorio con un médico, un odontólogo, una enfermera, una matrona y un psicólogo. Además el consultorio de San Pedro de Atacama cuenta con dos ambulancias para cubrir los requerimientos de toda la zona..



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 5.5. Descripción del Medio Construido

## 5.5.1 Red Vial

A continuación se mencionan los caminos presentes en el área del proyecto (Tabla 5.48, Figura 5.79).

**Tabla 5.48: Caminos públicos en el área del proyecto**

| Camino | Nombre | Carpeta |
|---|---|---|
| B-385 | Baquedano-Tilopozo | Ripio-Tierra |
| B-367 | Peine-Cruce B-385 | Ripio |
| B-355 | Toconao-Peine-Tilopozo | Ripio-Tierra |

Fuente: www.mapas.mop.cl

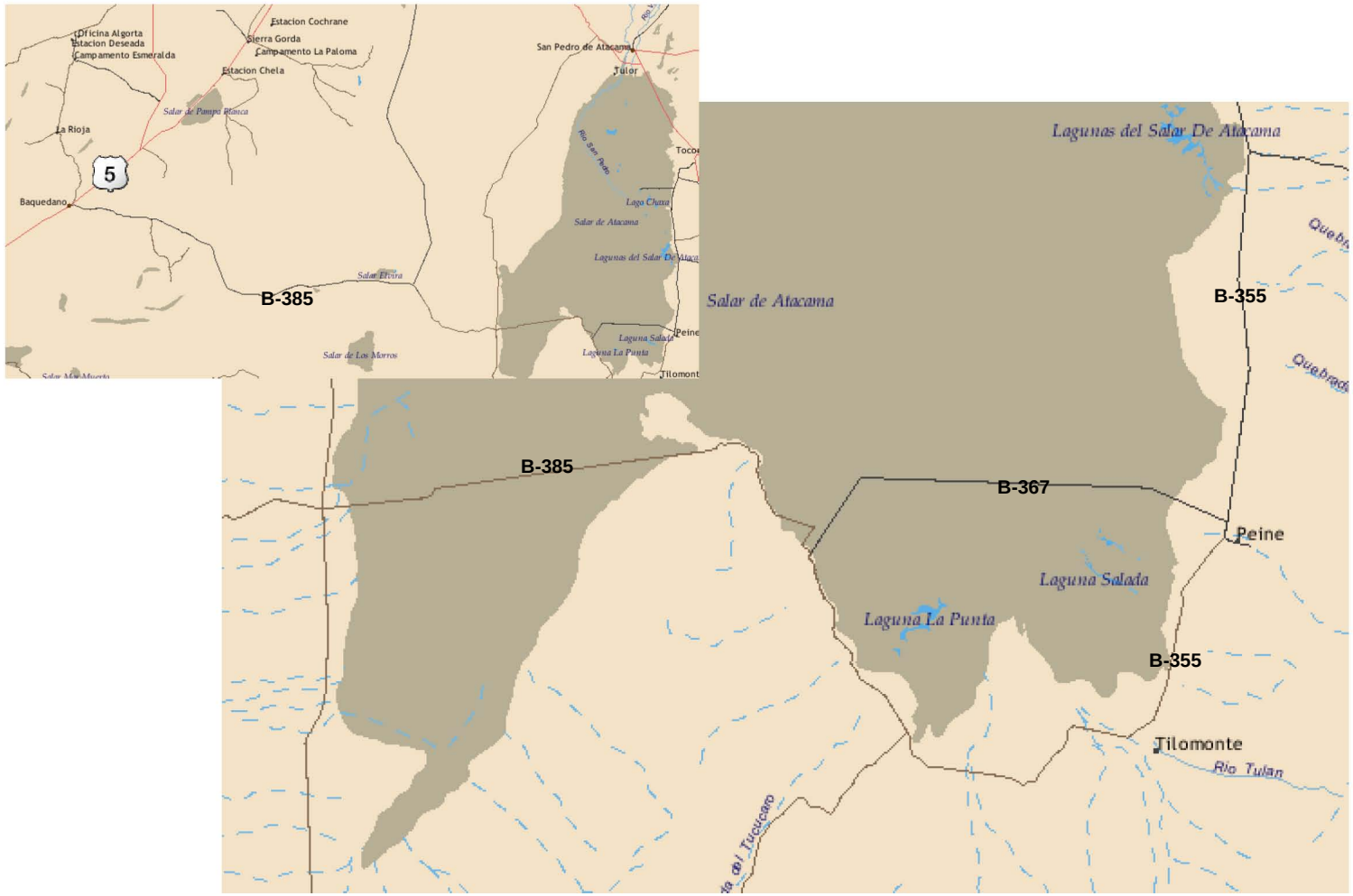
La ruta B-355 corresponde a un camino público que une la ruta 23-CH, en Toconao, con la localidad de Peine y el sector de Tilopozo. La ruta entre Toconao y Peine se extiende por 57 km y su carpeta de rodado es de ripio, estabilizada con bischofita. Los 20 km que separan Peine de Tilopozo tienen una carpeta de tierra. Por otro lado, la ruta B-385 que comunica Baquedano con Tilomonte, Tilopozo y Lomas Bayas, permite el acceso a Peine y a la Planta de la Sociedad Chilena de Litio. En un principio, posee una carpeta de rodado de ripio, para luego ser de tierra.

Finalmente, al interior del Salar de Atacama existe un camino de bischofita, que conecta la ruta B-355, al norte de Peine, con la ruta B-385 pasando por la Planta de la Sociedad Chilena de Litio.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.79: Red vial en el entorno del área del Proyecto**




☐ Área del proyecto (referencial). Fuente: Elaboración propia. MOP www.mapas.mop.cl



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

#### *5.5.1.1 Infraestructura*

No existe otra infraestructura en el área del proyecto que la correspondiente a la Planta de la Sociedad Chilena de Litio y a los caminos descritos en la sección anterior.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 5.6. Uso del Suelo

## 5.6.1 Instrumentos de Planificación Territorial

### *5.6.1.1 Plan Regional de Desarrollo Urbano de la II Región (PRDU)*

La empresa Sociedad Chilena de Litio se inserta, según lo establecido por el PRUD, en la Unidad de Gestión Territorial "Arco Andino, San Pedro de Atacama" (UGT 3B) (



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

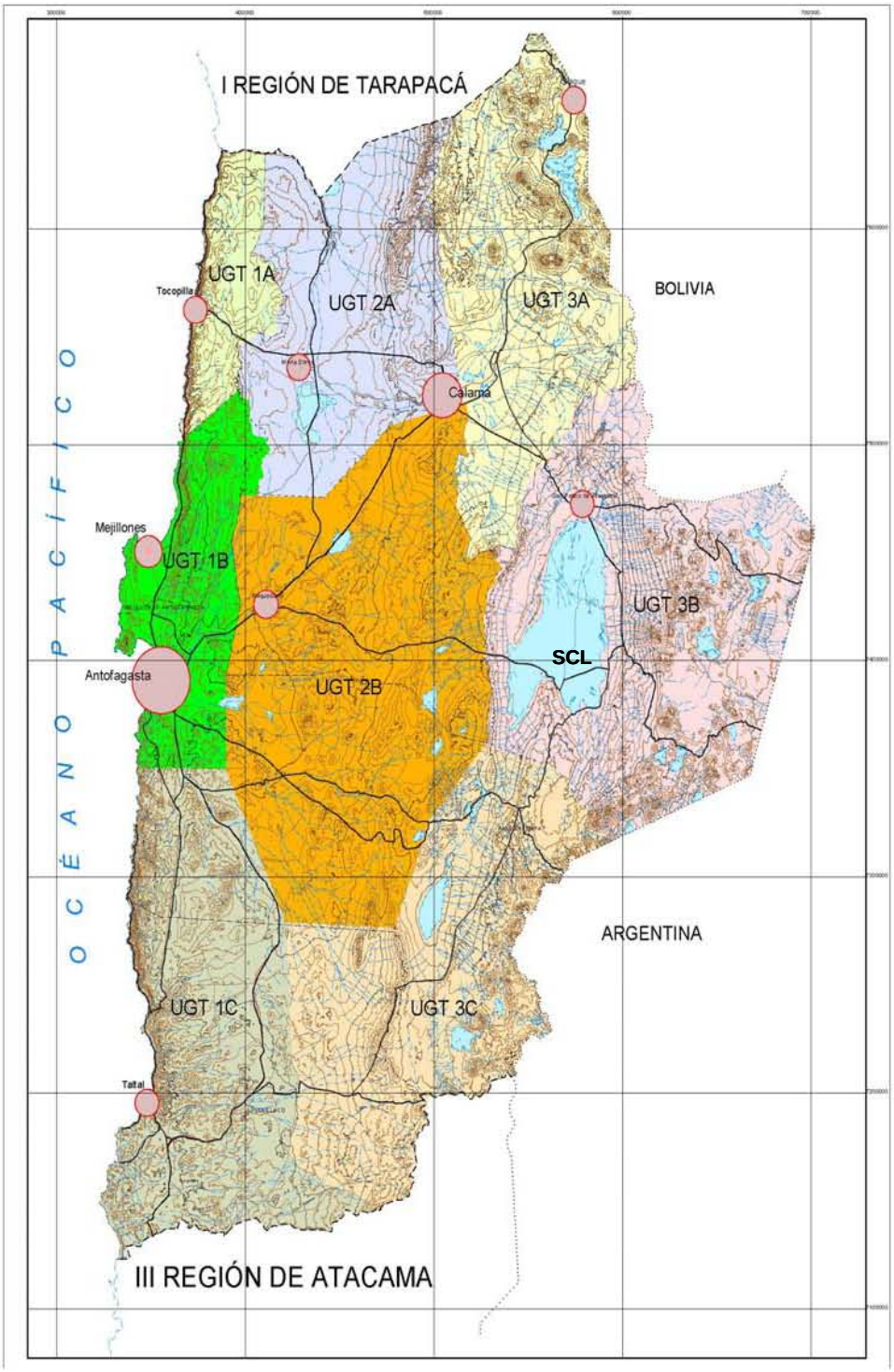
Figura 5.80).

El PRDU establece que esta unidad de gestión territorial corresponde a aquellas áreas de un territorio o unidad geográfica, que presenta características físicas y atributos geográficos y ambientales similares, así como de sus recursos naturales.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.80: Unidad de Gestión Territorial PRDU, Región de Antofagasta**




Fuente: PRDU Región de Antofagasta 2004



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *5.6.1.2 Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama*

El Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta, está vigente desde su publicación en el año 1998, según lo dispuesto en la Ley General de Urbanismo y Construcciones y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, y en los articulos 20 y 36 de la Ley 19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional.

Esta ordenanza contiene normas referentes al límite urbano, zonificación, usos de suelo, condiciones de subdivisión predial, edificación y urbanización, y por ultimo, vialidad. El Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama norma las áreas urbanas de las localidades de San Pedro de Atacama, Toconao y Peine (Figura 5.81). El proyecto, por encontrarse en un área rural, no se encuentra regulado por este instrumento de planificación territorial.

## 5.6.2 Zona de Interés Turístico (ZOIT)

De acuerdo al Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), se entiende por Zona de Interés Turístico Nacional (ZOIT) a aquella área de características esencialmente rurales y amplia en extensión, donde junto a recursos turísticos relevantes coexisten otros usos o actividades con una compatibilidad básica con éstos. Los atractivos turísticos que ofrece, corresponden a una gama variada y contribuyen a conformar circuitos y/o áreas turísticas generalmente no explotadas, de carácter potencial, siendo conveniente velar por la preservación y puesta en valor de los recursos turísticos que posee, debiendo contar para ello con un plan de Ordenamiento Territorial de carácter extensivo que resguarde y encauce adecuadamente su desarrollo turístico.

Dentro de los efectos y/o beneficios que trae para un lugar ser declarado ZOIT, destacan:

- Las disposiciones contenidas en el Plan de Ordenamiento de la ZOIT poseen carácter de obligatoriedad, tanto para la Administración como para los particulares. Esto, a través de los cuerpos legales vigentes que permitan el cumplimiento de lo señalado en dichos planes de ordenamiento. Por otro lado, los planes tendrán una vigencia indefinida en tanto no se decrete su revisión por parte del organismo competente. En todo caso, cada cinco años se debiera hacer una revisión general sin perjuicio de su vigencia.
- Todos los proyectos que se pretendan realizar en las ZOIT deberán ser autorizados, previa evaluación e informe del SERNATUR, de acuerdo a las normas vigentes. Además, las industrias u otras actividades que sean reconocidas como no totalmente afines con la actividad turística de las ZOIT, se deberán ajustar a las prescripciones generales establecidas en el respectivo Plan de Ordenamiento.
- Las áreas insertas en la declaratoria como ZOIT tendrán preferencias para la aprobación de créditos especiales.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

- Como consecuencia de la declaración de Interés Turístico Nacional de una zona, el SERNATUR podrá requerir del resto de los servicios del Estado o del Municipio respectivo, de acuerdo a normas o procedimientos debidamente reglamentados, la utilización oportuna de todos los recursos legales o administrativos contenidos en otros instrumentos legislativos, que tiendan a facilitar o a dar mejor cumplimiento a los objetivos propuestos para la ZOIT del caso.
- Las ZOIT serán objeto, por parte del Departamento de Promoción y Fomento del SERNATUR, de una constante y específica publicidad a fin de difundir su conocimiento en los medios adecuados y atraer corrientes turísticas.

El área del proyecto forma parte de la ZOIT Área San Pedro de Atacama – Cuenca Geotérmica del Tatio, declarada el 1 de agosto del año 2002 mediante Resolución Exenta Nº 775 del SERNATUR. Esta zona limita al norte con la cumbre de del cerro Hojalas o Piedras Grandes, situado a unos 10 km al norte de la localidad Geiser El Tatio, mientras que por el sur limita con la cumbre del cerro Pingo-Pingo. Su límite oriental incluye a las localidades de San Pedro de Atacama, Toconao, Puritama, Socaire y las lagunas Miñiques y Miscanti, mientras que su límite occidental coincide con el límite de la Comuna de San Pedro de Atacama.

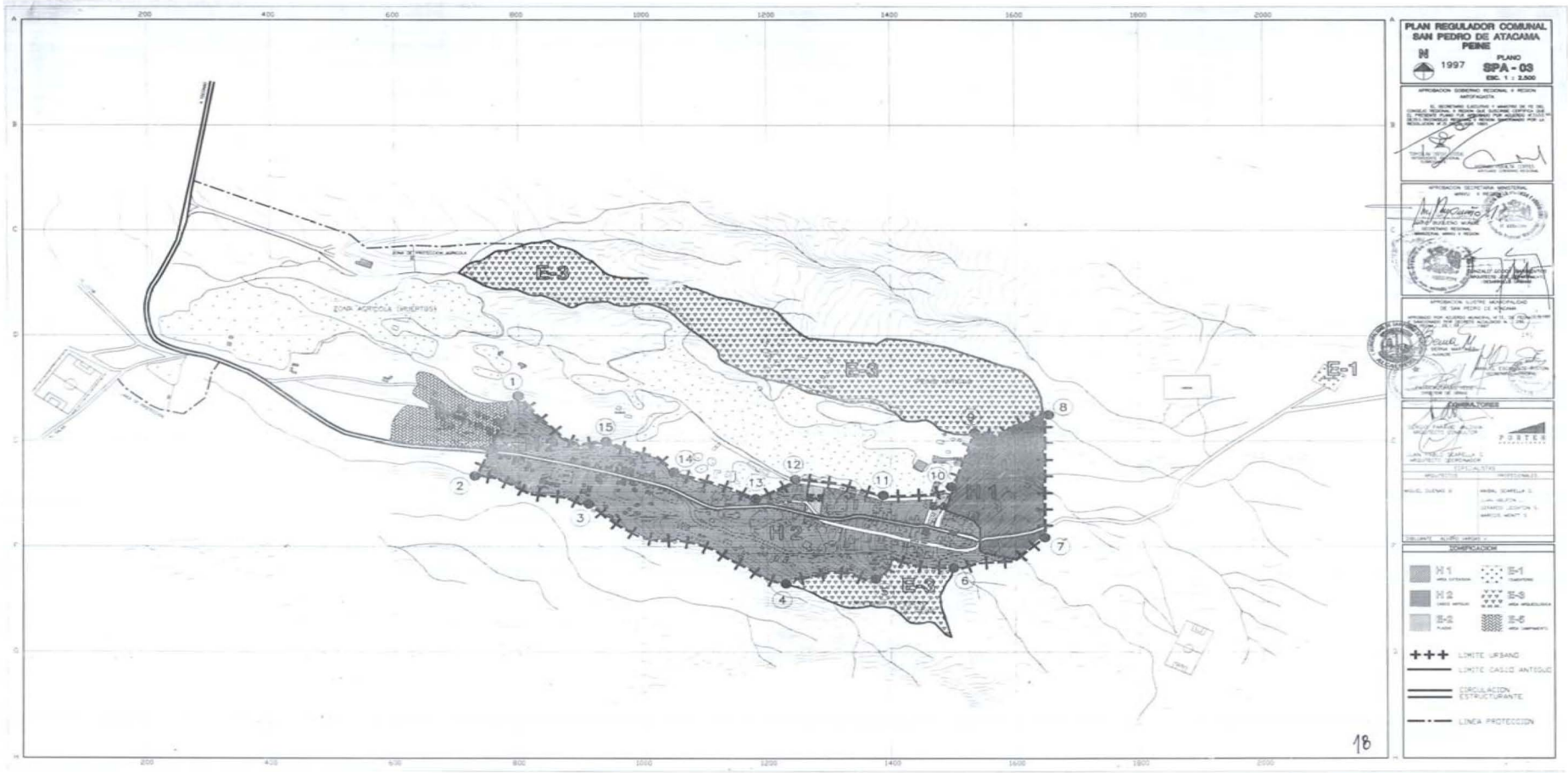
Dentro de las razones que justifican la declaración de esta ZOIT, se menciona:

- La zona de San Pedro de Atacama es uno de los principales productos turísticos que Chile ofrece, lo que se ha visto reflejado en la imagen con que el país promueve la actividad turística.
- La Comuna de San Pedro de Atacama sólo posee un instrumento de planificación, el que únicamente regula las áreas urbanas de la comuna, además de Toconao y Peine.
- Es reconocido el alto valor arqueológico, arquitectónico, ecológico y paisajístico de la zona.
- El área señalada dispone de accesibilidad actual y potencial.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Figura 5.81: Plan Regulador Comunal San Pedro de Atacama, Sector Peine**




Fuente: Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.6.3 Regulación de Acuíferos Dirección General de Aguas

Regular la exploración y explotación de aguas subterráneas en los acuíferos alimentadores de las vegas y bofedales de la I y II Región, ha sido una medida de protección para estos ecosistemas únicos.

En este sentido la Dirección General de Agua (DGA) identificó y delimitó las zonas que corresponden a acuíferos que alimentan áreas de vegas y bofedales localizadas en la Primera y Segunda Región, mediante la resolución exenta Nº 909, con fecha 28 de noviembre del 1996, la cual fue modificada por las resoluciones exentas Nº 529 y Nº 464 de los años 2003 y 2004, respectivamente. Finalmente, el año 2006, la resolución exenta Nº 87 modificó la Resolución Nº 529.

Las vegas y bofedales localizados en el área del Salar de Atacama se listan a continuación, con su respectiva distancia en línea recta a las instalaciones de la Sociedad Chilena de Litio donde se emplazará el proyecto.

**Tabla 5.49: Vegas o Bofedales en el área del Salar de Atacama y distancia al proyecto**

| Vega o Bofedal | Distancia aprox. al Proyecto (km) |
|---|---|
| La Punta | 15,2 |
| Tilopozo | 17,5 |
| Tilocalar | 17,9 |
| Silolao | 22,7 |
| Palao | 23,3 |
| Quelana | 36,3 |
| Carvajal | 40,0 |

Fuente: SCL



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.7. Patrimonio Cultural

El Proyecto se emplaza en el sector sur del Salar de Atacama, a unos 27 km al poniente del pueblo de Peine, en la Comuna de San Pedro de Atacama. La superficie involucrada alcanza un total de 510 hectáreas, en un sector adyacente a las pozas existentes.

### 5.7.1 Metodología

Para el presente estudio se trabajó con la metodología propia de la disciplina arqueológica, que consistió en dos etapas. La primera correspondió a la revisión de fuentes bibliográficas, como revistas científicas, informes de investigaciones y actas de congresos, referidas a la arqueología del área de estudio. Se visitó el sitio web del Consejo de Monumentos Nacionales (www.monumentos.cl), SEIA (www.seia.cl), SINIA (www.sinia.cl), el Catastro de sitios arqueológicos de la II Región (MOP, 1994) y las fichas de Monumentos Nacionales (Montandón & Pirotte, 1998) para detectar preliminarmente el registro de sitios en el área del Proyecto o en sectores cercanos a ésta.

La segunda etapa correspondió a la visita a terreno. La metodología utilizada para inspeccionar el área en cuestión consistió en la aplicación de la técnica de prospección arqueológica, recorriendo a pie el área de estudio. Debido a las características del suelo a observar, correspondiente a gruesas costras de sal, el recorrido se realizó siguiendo huellas y caminos existentes, atravesando la mayor parte de la superficie a intervenir.

Se tomaron fotos, se registraron las coordenadas y se registraron las características del área de estudio en cuanto a las condiciones de:

- **Visibilidad** (grados de dificultad que presenta el medio ambiente para que un observador pueda detectar materiales culturales sobre o bajo el terreno),
- **Accesibilidad** (condiciones del área de estudio que facilitan o restringen la movilidad del observador para alcanzar un determinado lugar), y
- **Obstrusividad** (características propias de los materiales arqueológicos que los hacen más “sensibles” para ser descubiertos por una técnica específica).

Estas condiciones se refieren a variables independientes al control del arqueólogo, que pueden afectar los resultados del estudio y que deben ser consignadas. Esta etapa fue ejecutada por un arqueólogo de Poch Ambiental entre los días 15 y 18 de Enero del 2007. En el Anexo 5.6 se entrega el informe arqueológico preparado por dicha firma.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

#### *5.7.1.1 Conclusiones*

De acuerdo con los resultados del estudio del área del Proyecto sobre Patrimonio Histórico Cultural, se concluye que, tanto la revisión bibliográfica como la inspección visual del 15 al 18 de Enero del 2007, no arrojan evidencias positivas en cuanto a la presencia de restos arqueológicos y/o paleontológicos en la superficie observada, así como tampoco en cuanto a monumentos nacionales de otro tipo (Monumentos Históricos, Zonas Típicas, Santuarios de la Naturaleza).

No obstante lo anterior, ante la eventual aparición de restos arqueológicos durante la ejecución de las obras, Sociedad Chilena de Litio Ltda. dará aviso a las autoridades competentes y al Consejo de Monumentos Nacionales, en virtud del artículo 26° de la ley N° 17.288.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.8. Paisaje

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a los puntos de observación que permitan acceder visualmente a los lugares donde tienen lugar los impactos directos de la obra sobre el paisaje. No se define un área de influencia indirecta ya que no existen efectos potenciales del proyecto sobre este componente ambiental.

### 5.8.1 Metodología

Para la evaluación del paisaje se utilizó un método indirecto a través de componentes del paisaje. Se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- Análisis de visibilidad
- Definición unidades de paisaje
- Inventario de recursos
- Valoración de la calidad y fragilidad visual de cada una de las unidades de paisaje precisadas

En el Anexo 5.7Anexo 5.7 se profundiza en cuanto a la metodología empleada y los resultados obtenidos.

### 5.8.2 Introducción

El proyecto se emplazará en la Región de Antofagasta, específicamente en la comuna de San Pedro de Atacama. El paisaje del lugar presenta bordes muy definidos, dominando las texturas de grano fino en el área del salar. Por otra parte, los planos de visibilidad se caracterizan por ser amplios (>2.000 m), con dominio de planos lejanos de visualización (ej. Cordillera de Los Andes). Dentro de los elementos estructurantes del paisaje, destacan:

- **Núcleo del salar:** en este sector el establecimiento de vegetación y la presencia de fauna es nula. Esto, debido principalmente a la escasez de agua y el tipo de sustrato del salar.
- **Cuerpos de agua:** la presencia de cuerpos de agua, especialmente en el borde oriental del salar, permite el establecimiento de vegetación tanto arbustiva como herbácea, que se desarrolla preferentemente en las riberas de dichos sistemas lacustres. Además, estos lugares se constituyen como un importante sitio de anidamiento de flamencos y especies de aves migratorias.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

- **Cordones montañosos:** se destaca la presencia de la Cordillera de Domeyko y la Cordillera de la Sal. En las laderas de la Cordillera de Domeyko es posible encontrar marcas de escurrimientos superficiales, mientras que la Cordillera de la Sal, modelada por la erosión eólica y fluvial, presenta grandes cantidades de sulfato de calcio. Es posible vislumbrar afloramientos rocosos.
- **Caminos:** los caminos se constituyen como un elemento estructurante del paisaje, confiriéndole un alto grado de accesibilidad y visibilidad.

En la Figura 5.82 se presentan fotos del área de estudio.

**Figura 5.82: Fotos del área de estudio**



Fuente: GAC



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 5.8.3 Resultados

Para el análisis de visibilidad se escogieron dos rutas de acceso cercanas al área del proyecto: la ruta B-385 (Baquedano-Tilopozo) y la ruta B-355 (Toconao-Peine). Su modelación se presenta en el Anexo 5.7.

#### *5.8.3.1 Ruta B-385 (Baquedano-Tilopozo)*

Esta ruta, se inicia en la Ruta 5 Norte, en la localidad de Baquedano, con dirección hacia el Este. Sólo una vez que se ha cruzado transversalmente la Cordillera de Domeyko (km 146, aproximadamente) se tiene la primera panorámica hacia el Salar de Atacama. La cuenca visual desde este punto es de forma alargada y amplio tamaño, pudiendo obtenerse una vista panorámica y divisándose límites lejanos del paisaje.

#### *5.8.3.2 Ruta B-355 (Toconao-Peine)*

Esta cuenca visual se genera a partir de la extensión de los rayos visuales que tendría un observador que transita por la ruta B-355 “Toconao-Peine”, desde la cual es posible acceder visualmente a las instalaciones de la planta de SCL. La cuenca visual obtenida desde esta ruta es de forma es más bien alargada y de tamaño considerable, siendo posible la observación de una extensa área. Asimismo, se alcanza una vista generalizada del paisaje, pudiendo divisarse límites lejanos.

Por otro lado, se definieron dos unidades de paisaje de acuerdo a la geomorfología del área. Éstas son:

- UP1: Cordillera de Domeyko
- UP2: Salar de Atacama (incluye área del proyecto)

El inventario de recursos de ambas unidades se incluye en el Anexo 5.7Anexo 5.7. En la Tabla 5.50 y en la Tabla 5.51 se muestran los resultados obtenidos para la calidad y fragilidad visual, respectivamente, de las 2 UP precisadas.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.50: Matriz de cálculo de Calidad Visual UP1 (Cordillera de Domeyko) y UP2 (Salar de Atacama)**

| Factor | Características | Valores | Pesos | UP1 | | | UP2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | FDT* | Subtotal | Total | FDT* | Subtotal | Total |
| Densidad Vegetación | Sin vegetación | | 1 | 80 | 0,8 | | 70 | 0,7 | |
| | Herbáceas | | 2 | 10 | 0,2 | 1,3 | 20 | 0,4 | 1,4 |
| | Arbustos | | 3 | 10 | 0,3 | | 10 | 0,3 | |
| Contraste vegetación | Diversidad Alta | Alto | 3 | | | | | | |
| | Diversidad Media | Medio | 2 | 100 | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 |
| | Diversidad Baja | Bajo | 1 | | | | | | |
| Altura Vegetación | Herbáceas | Baja | 1 | 60 | 0,6 | | 60 | 0,6 | |
| | Arbustos | Media | 2 | 40 | 0,8 | 1,4 | 40 | 0,8 | 1,4 |
| | Árboles | Alta | 3 | 0 | 0 | | 0 | 0 | |
| Pendiente | 0-6° | Plano | 1 | | | | | | |
| | 6,1-11° | Medio | 2 | 100 | 3 | 3 | 100 | 1 | 1 |
| | 11,1-89° | Abrupto | 3 | | | | | | |
| Singularidad | Unicidad del Paisaje | Muy Alta | 4 | | | | | | |
| | | Alta | 3 | 100 | 3 | 3 | 100 | 3 | 3 |
| | | Media | 2 | | | | | | |
| | | Baja | 1 | | | | | | |
| Singularidad | Contraste Fondo escénico | Muy Alta | 4 | | | | | | |
| | | Alta | 3 | 100 | 3 | 3 | 100 | 3 | 3 |
| | | Media | 2 | | | | | | |
| | | Baja | 1 | | | | | | |
| Visualización | Simple | Alta | 3 | | | | | | |
| | Medio | Media | 2 | 100 | 2 | 2 | 100 | 2 | 2 |
| | Complejo | Baja | 1 | | | | | | |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Factor | Características | Valores | Pesos | UP1 | | | UP2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | FDT* | Subtotal | Total | FDT* | Subtotal | Total |
| Accesibilidad Visual | Distancia a red vial y población 0-200 m | Alta | 3 | 100 | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 |
| | Distancia a red vial y población 200-800 m | Media | 2 | | | | | | |
| | Distancia a red vial y población más de 800 m | Baja | 1 | | | | | | |
| Interacción y dominancia | | Baja | 1 | 100 | 2 | 2 | 100 | 2 | 2 |
| | | Media | 2 | | | | | | |
| | | Alta | 3 | | | | | | |
| Presencia carretera | Presencia | | 2 | 100 | 2 | 2 | 100 | 2 | 2 |
| | Ausencia | | 1 | | | | | | |
| Presencia Población | Presencia | | 2 | 100 | 2 | 2 | 100 | 2 | 2 |
| | Ausencia | | 1 | | | | | | |
| Presencia de Basura | Presencia | | 2 | 100 | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 |
| | Ausencia | | 1 | | | | | | |
| Presencia de Industrias | Presencia | | 2 | 100 | 1 | 1 | 100 | 2 | 2 |
| | Ausencia | | 1 | | | | | | |
| **Total Calidad Visual del Paisaje** | **Alta** | **>16** | | | | | | | |
| | **Media** | **8.1-16** | | | **11,7** | | | **8,8** | |
| | **Baja** | **1-8** | | | | | | | |

FDT*: Factor de distribución territorial



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 5.51: Matriz de cálculo de fragilidad visual UP1 (Cordillera de Domeyko) y UP2 (Salar de Atacama)**

| Factor | Características | Valores | Pesos | UP1 | | | UP2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | FDT* | Subtotal | Total | FDT* | Subtotal | Total |
| Vegetación y Usos de Suelo | Sin vegetación | Alta | 3 | 80 | 2,4 | 2,7 | 70 | 2,1 | 2,6 |
| | Herbáceas | Media | 2 | 10 | 0,2 | | 20 | 0,4 | |
| | Arbustos | Baja | 1 | 10 | 0,1 | | 10 | 0,1 | |
| Pendiente | 0-6° | Baja | 1 | 100 | 3 | 3 | 100 | 1 | 1 |
| | 6,1-11° | Media | 2 | | | | | | |
| | 11,1-89° | Alta | 3 | | | | | | |
| | | Muy Alta | 4 | | | | | | |
| Singularidad | | Alta | 3 | 100 | 3 | 3 | 100 | 3 | 3 |
| | | Media | 2 | | | | | | |
| | | Baja | 1 | | | | | | |
| Complejidad | Simple | Alta | 3 | 100 | 1 | 1 | 100 | 2 | 2 |
| | Medio | Media | 2 | | | | | | |
| | Complejo | Baja | 1 | | | | | | |
| Accesibilidad Visual | Distancia a red vial y población 0-200 m | Alta | 3 | 100 | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 |
| | Distancia a red vial y población 200-800 m | Media | 2 | | | | | | |
| | Distancia a red vial y población 800-2600 m | Baja | 1 | | | | | | |
| **Síntesis de la Fragilidad Visual del Paisaje** | | **Alta** | **>13** | | | | | | |
| | | **Media** | **7.1-13** | | **10,7** | | | **9,6** | |
| | | **Baja** | **<7.1** | | | | | | |

FDT*. Factor de distribución territorial



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.8.4 Conclusiones

Las características que presenta el paisaje en el área de estudio, y en particular en el sitio involucrado por el proyecto, son comunes a la situación que se observa en gran parte del paisaje regional. El paisaje evaluado presenta niveles considerables de intervención humana, lo que se traduce en disminuciones en su calidad y fragilidad visual. Como resultado de estas modificaciones, se han afectado en sectores puntuales algunos componentes originales del paisaje, como el relieve, texturas, colores, etc.

### *5.8.4.1 Unidad de Paisaje 1: Codillera de Domeyko*

Esta unidad presenta una calidad visual media. La Cordillera de Domeyko posee una atractiva combinación de pendientes, presenta estructuras morfológicas muy modeladas y experimenta interesantes variaciones cromáticas a lo largo del día. Por otro lado, su aridez dificulta el establecimiento de vegetación en la zona, lo que disminuye su calidad visual.

En cuanto a la fragilidad visual, ésta se catalogó como media. Los factores que tuvieron mayor incidencia en estos resultados fueron la pendiente y la singularidad. Así, terrenos escarpados como este presentan un mayor riesgo de erosión que sitios más planos, mientras que la singularidad le confiere especial fragilidad a este paisaje, debido a la presencia de elementos únicos y distintivos.

### *5.8.4.2 Unidad de Paisaje 2: Salar de Atacama*

Esta unidad presenta una calidad visual media. El terreno analizado se caracteriza por la escasa pendiente, siendo plano en su mayoría. La presencia de vegetación, condicionada por la presencia de agua, se localiza en el borde Norte y Este del Salar, donde es posible encontrar arbustos y herbáceas. Cabe señalar además, la presencia de las instalaciones de la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) en las cercanías del área del proyecto.

La fragilidad visual de UP2 fue media, siendo la singularidad y la cobertura vegetacional los factores de mayor incidencia en este resultado. Su singularidad está marcada por la presencia de una costra dura de cloruro de sodio en el denominado núcleo del Salar, la que impide el establecimiento de vegetación. Sólo en sectores pequeños y aislados, es posible encontrar especies de flora y fauna.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 5.9. Valoración de los Componentes Ambientales

El Valor Ambiental fue calificado en una escala de 0 a 10 según lo indicado en la Tabla 5.52. Para valorar cada componente ambiental, que será potencialmente afectado por el proyecto, se evaluó si estos eran únicos, escasos o representativos en el área del proyecto.

**Tabla 5.52: Escala de Valor Ambiental para los componentes ambientales**

| Valoración | Relevancia |
|---|---|
| 0 | Nula |
| 1 - 3 | Baja |
| 4 - 6 | Moderada |
| 7 - 8 | Alta |
| 9 - 10 | Muy alta |

Los componentes ambientales presentes en las áreas de influencia del proyecto, susceptibles de ser afectados por las actividades del proyecto, y su valoración ambiental se presentan en la Tabla 5.53.

**Tabla 5.53: Identificación de variables ambientales y nivel de relevancia**

| Medio | Componente Ambiental | Valoración | Relevancia |
|---|---|---|---|
| | Hidrogeologia | 5 | Moderada |
| | Hidrologia (Lagunas) | 8 | Alta |
| | Calidad de Agua (Lagunas) | 8 | Alta |
| | Calidad de Aire | 5 | Moderada |
| | Ruido | 3 | Baja |
| | Vegetacion y Flora | 9 | Muy alta |
| Biótico | Fauna | 9 | Muy alta |
| | Limnologia | 9 | Muy alta |
| Humano | Dimension socioeconomica | 8 | Alta |
| Construido | Red vial | 8 | Moderada |
| Perceptual | Paisaje | 3 | Baja |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## ANEXOS

**Anexo 5.1: Análisis de la Variación en la Superficie de Agua de las Lagunas Salada, Saladita, Interna, La Punta y La Brava, en el Salar de Atacama, mediante Imágenes Satelitales Multi-temporales**

**Anexo 5.2: Modelo de Simulación de Flujo Sistema Salar de Atacama**

**Anexo 5.3: Estudio de Hidrogeología e Hidrología, GCF consultores**

**Anexo 5.4: Fauna**

**Anexo 5.5: Limnología**

**Anexo 5.6: Patrimonio Histórico-Cultural-Arqueológico**

**Anexo 5.7: Paisaje**



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl



# Capítulo 6

# Evaluación de Impactos Ambientales

# EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

Mayo 2009

# ÍNDICE

**6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 6-1**

6.1. INTRODUCCIÓN ..... 6-1
6.2. Identificación de las Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental ..... 6-2
6.2.1 Fase de Construcción ..... 6-2
6.2.2 Fase de Operación ..... 6-3
6.2.3 Fase de Cierre ..... 6-4
6.3. Identificación y Valoración de los Componentes Ambientales ..... 6-4
6.3.1 Medio Físico ..... 6-5
6.3.1.1 Hidrogeología ..... 6-5
6.3.1.2 Hidrología ..... 6-6
6.3.1.3 Calidad del Agua ..... 6-6
6.3.1.4 Calidad de Aire ..... 6-6
6.3.2 Medio Biótico ..... 6-6
6.3.2.1 Vegetación y Flora ..... 6-6
6.3.2.2 Fauna ..... 6-7
6.3.2.3 Limnología ..... 6-8
6.3.2.4 Paisaje ..... 6-8
6.3.3 Medio Humano ..... 6-8
6.3.3.1 Dimensión Socioeconómica ..... 6-8
6.3.4 Medio Construido ..... 6-8
6.3.4.1 Red Vial ..... 6-8
6.3.4.2 Turismo ..... 6-9
6.3.5 Resumen ..... 6-9
6.4. Identificación de los Potenciales Impactos Ambientales ..... 6-10
6.4.1 Fase de Construcción ..... 6-10
6.4.2 Fase de Operación ..... 6-11
6.5. Evaluación de los Impactos Ambientales ..... 6-13
6.5.1 Metodología ..... 6-13
6.5.2 Resultados ..... 6-17
6.5.3 Conclusión de la Evaluación de Impactos Ambientales ..... 6-23

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6-1: Actividades Fase de Construcción. ..... 6-2
Tabla 6-2: Actividades Fase de Operación ..... 6-3
Tabla 6-3: Escala de Valor Ambiental para los Componentes Ambientales ..... 6-4
Tabla 6-4: Identificación de Componentes Ambientales ..... 6-5
Tabla 6-5: Identificación de Variables Ambientales y Nivel de Relevancia. ..... 6-9
Tabla 6-6: Matriz de Identificación de Impactos Ambientales en Fase de Construcción. ..... 6-10
Tabla 6-7: Matriz de Identificación de Impactos Ambientales en Fase de Operación. ..... 6-11



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

Tabla 6-8: Calificación de Impactos Ambientales. ..... 6-13
Tabla 6-9: Valorización de Impactos Ambientales Generados - Fase de Construcción..... 6-18
Tabla 6-10: Valorización de Impactos Ambientales Generados - Fase de Operación. ..... 6-21



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

# 6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

## 6.1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se identifican los impactos ambientales y los riesgos asociados al Proyecto, para luego evaluar y calificar los impactos ambientales a través de la siguiente metodología:

1. Se definen y analizan las actividades del Proyecto durante todas sus fases.
2. Se identifican y evalúan los impactos ambientales generados por las actividades del Proyecto. La evaluación de impactos se realiza de acuerdo a la siguiente metodología:
    a. Identificación y valoración de la relevancia de los componentes ambientales susceptibles de ser impactados.
    b. Determinación de la magnitud de los impactos ambientales.
    c. Calificación de los impactos ambientales, considerando su magnitud y relevancia.
    d. Jerarquización de los impactos ambientales.

En el caso de los componentes que se encuentran normados (como calidad del aire y ruido), la evaluación ambiental de éstos se realiza en función del cumplimiento de la normativa correspondiente.

La identificación de los impactos ambientales y los riesgos asociados al Proyecto, se realizó para cada sector y para ello se tomó en consideración:

1. La Línea de Base del área del Proyecto que ha sido descrita en el Capítulo 5 del presente EIA.
2. La descripción del Proyecto que se realiza en el Capítulo 2 del presente EIA.

En el Capítulo 7 se definen las medidas de mitigación, reparación y compensación de los impactos ambientales que puedan ser identificados en este capítulo, junto a las medidas de prevención de riesgos y las acciones a ejecutar en caso de contingencias.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## 6.2. Identificación de las Potenciales Fuentes de Impacto Ambiental

Las potenciales fuentes de impacto se identificaron analizando el Proyecto en sus fases de Construcción y Operación.

Las actividades que generarán impacto ambiental están asociadas principalmente a las fases de construcción y operación del proyecto; construcción de pozas de evaporación, perforación de pozos de extracción de salmuera, instalación de tuberías de transporte de salmuera, transporte de insumos y personal, bombeo de salmuera, manejo de pozas de evaporación, cosecha de sales desde pozas de evaporación, procesamiento de sales de litio, transporte de salmuera concentrada a planta La Negra.

### 6.2.1 Fase de Construcción

Se identificaron las siguientes actividades que pueden ser consideradas para la evaluación de efectos sobre el medio ambiente durante la etapa de la construcción:

**Tabla 6-1: Actividades Fase de Construcción.**

| Actividades | Actividades Específicas |
|---|---|
| Construcción de pozas de evaporación | ▪ Enrase del terreno, nivelación y trazado de pozas.<br>▪ Construcción de los pretiles con cloruro de sodio.<br>▪ Colocación de una capa de arcilla sobre los taludes internos y en el piso de la poza.<br>▪ Colocación de una membrana de PVC sobre la capa de arcilla.<br>▪ Colocación del geotextil en los taludes internos de las pozas de evaporación.<br>▪ Colocación de una capa de sal para proteger el geotextil y el PVC.<br>▪ Operación de maquinaria y equipos motorizados: bulldozer, retroexcavadoras, camiones y cargadores frontales |
| Perforación de pozos de extracción de salmuera | ▪ Operación de maquinaria y equipos |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Actividades | Actividades Específicas |
|---|---|
| | ▪ Construcción de radieres para bombas<br>▪ Instalación de bombas extractoras |
| Instalación de tuberías de transporte de salmuera | ▪ Instalación tuberías de HDPE |
| Transporte de insumos y personal | ▪ Transporte de maquinaria y equipos motorizados: bulldozers, retroexcavadoras, motoniveladoras, camiones, rodillos, cargadores frontales etc.<br>▪ Transporte de insumos: Bombas para salmuera, generadores eléctricos, válvulas, máquinas soldadoras y termofusionadoras, geotextiles, membranas de PVC, tuberías de HDPE etc.<br>▪ Transporte de personal |

### 6.2.2 Fase de Operación

Se identificaron las siguientes actividades que pueden afectar el medio ambiente durante la operación del Proyecto:

**Tabla 6-2: Actividades Fase de Operación**

| Actividades | Actividades Específicas |
|---|---|
| Bombeo de salmuera | ▪ Operación de bombas |
| Operación de pozas de evaporación | ▪ Alimentación y extracción de salmuera<br>▪ Cosecha de sales |
| Procesamiento de sales de litio | ▪ Utilización de sitios de acopio |
| Transporte de salmuera concentrada a planta La Negra | • Transporte en camiones desde Salar a Planta La Negra |
| Transporte de insumos y personal | • Transporte de personal en buses desde Peine<br>• Transporte de insumos en camiones desde Antofagasta |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 6.2.3 Fase de Cierre

No se considera fase de cierre. Las construcciones e instalaciones contempladas por el Proyecto tienen una vida útil de 30 años y formarán parte de las actuales instalaciones existentes en la Planta de SCL, ubicadas en el Salar de Atacama.

Consistente con lo anterior, el eventual cierre del Proyecto coincidirá con el abandono de las otras instalaciones de SCL existentes en el Salar de Atacama.

SCL presentó en el mes de febrero de 2009 al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) el respectivo Plan de Cierre de Faenas Mineras, a que se refiere el Decreto Supremo Nº 72/85 del Ministerio de Minería, Reglamento de Seguridad Minera, modificado posteriormente por el Decreto Supremo Nº 132/2002 del mismo ministerio.

## 6.3. Identificación y Valoración de los Componentes Ambientales

Los componentes ambientales presentes en las áreas de influencia del Proyecto, y que son susceptibles de ser afectadas por las actividades identificadas en la sección anterior, se incluyen en la Tabla 6-4. El Valor Ambiental fue calificado en una escala de 0 a 10 según la siguiente tabla.

**Tabla 6-3: Escala de Valor Ambiental para los Componentes Ambientales**.

| Valoración | Relevancia |
|---|---|
| 0 | Nula |
| 1 – 3 | Baja |
| 4 – 6 | Moderada |
| 7 – 8 | Alta |
| 9 – 10 | Muy alta |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 6-4: Identificación de Componentes Ambientales**

| Medio | Componente Ambiental |
|---|---|
| FISICO | Hidrogeología |
| | Hidrología |
| | Calidad de Agua |
| | Calidad de Aire |
| | Ruido |
| BIOTICO | Vegetación y Flora |
| | Fauna |
| | Limnología |
| HUMANO | Paisaje |
| | Dimensión Socioeconómica |
| CONSTRUIDO | Red Vial |
| | Turismo |

A continuación se presenta la valoración de la relevancia de cada componente ambiental que podría ser afectada por las actividades del Proyecto, indicándose aquellas características que determinan el valor de la relevancia ambiental. Esta es extraída de los estudios de Línea de Base que se presentan en el Capítulo 5.

## 6.3.1 Medio Físico

### *6.3.1.1 Hidrogeología*

El proyecto se emplaza en el núcleo de halita del salar de Atacama. Este medio posee una distribución de permeabilidades muy heterogénea. Los 40 m más superficiales tienen valores de permeabilidades medias a altas, alternadas con zonas de baja permeabilidad. El medio salino está saturado desde 1 m de profundidad, con agua de elevada concentración de sales y minerales (salmuera). La explotación de este medio es exclusivamente minera y su relevancia ambiental es apreciable de manera indirecta, puesto que en la periferia del salar, la salmuera forma una cuña salina que empalma con los flujos de agua dulce que recargan los bordes del núcleo. El carácter indirecto de su relevancia ambiental está dado porque el núcleo constituye una condición de borde de un sistema hidrológico e hidrogeológico de relevancia ambiental, que es la zona de lagunas.

La valoración ambiental de este componente es 5, es decir, una relevancia moderada.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *6.3.1.2 Hidrología*

En el área del proyecto no existen ríos o vertientes de agua de importancia hidrológica, sólo escurrimientos superficiales ocasionales asociados a precipitaciones, sin embargo, tanto en el borde Este como en el Sureste del Salar se localizan cuerpos de agua salobre que se denominan genéricamente “Lagunas del Salar”. Las lagunas se ubican a aproximadamente 7 km al sureste del área del proyecto y no se prevén efectos adversos en ellas, en las etapas de construcción y operación. Estas Lagunas son la base del ecosistema pre puneño y puneño de los Salares altoandinos, dominado por la gran abundancia de avifauna característica.

La valoración ambiental de este componente es 8, es decir, una relevancia alta.

### *6.3.1.3 Calidad del Agua*

La salmuera del núcleo, como recurso minero, no entra en esta categoría, pero si el agua de las lagunas de los bordes. Por ello, este componente ambiental se refiere a los sistemas de aguas superficiales encontrados en el perímetro próximo al área del proyecto, estos sistemas corresponden a las lagunas La Punta-La Brava y Saladita-Salada-Interna.

La valoración ambiental de este componente es 8, es decir, una relevancia alta, dado que el sistema biológico albergado depende de las particulares propiedades físico-químicas del agua salobre de las lagunas.

### *6.3.1.4 Calidad de Aire*

La calidad de este componente está normada por lo que su impacto se evalúa en función del cumplimiento de la normativa de calidad ambiental.

La valorización del componente ambiental calidad de aire es 5, es decir, una relevancia moderada.

## 6.3.2 Medio Biótico

### *6.3.2.1 Vegetación y Flora*

En términos vegetacionales el área se encuentra, en su extensa mayoría, desprovista de vegetación, por un efecto combinado de rigor climático (zona de marcada tendencia



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

desértica) y restricciones severas de sustrato (en su mayoría corresponde a una costra salina que, en términos estrictos, no constituye suelo). Sin embargo en los bordes sur este y sur del área del proyecto se distingue la presencia de formaciones azonales compuesta por; Marisma de *Ruppia filifolia*, Herbazal de *Stipa atacamensis – Arenaria rivularis*, Herbazal de *Distichlis spicata*, Matorral de *Pluchea absinthioides – Distichlis spicata*, *Vegas de Baccharis juncea – Juncus arcticus –Distichlis spicata*, y Zonales compuestas por; Herbazal de *Sarcocornia fruticosa*, Herbazal Muy Ralo de *Cistanthe salsoloides*, Matorral Muy Ralo de *Ephedra breana – Acantolippia deserticota*, Matorral Muy Ralo de *Atriplex imbricata* y Matorral de *Atriplex deserticola – Pluchea absinthioides.*

En relación a la flora, el resultado de los estudios de terreno indica que en el área Sur y Sureste del proyecto se encuentran sólo 15 especies de flora vascular. Esta riqueza específica extremadamente baja responde a diversos factores del medio, como también al aislamiento biogeográfico.

Por lo anterior, escasa vegetación y de carácter endémico, la valorización del componente ambiental Flora y Vegetación es 9, es decir, de relevancia muy alta.

### *6.3.2.2 Fauna*

La campaña de terreno permitió caracterizar la riqueza faunística del área compuesta por un total de 18 especies, representantes de 10 órdenes y 12 familias. Estas especies se distribuyen en reptiles, aves y mamíferos, siendo porcentualmente las aves el grupo taxonómico más abundante con un 66.6%.

Respecto al estado de conservación de las especies registradas, 9 de ellas se encuentran clasificadas en estado de conservación de acuerdo a la Ley Nº 19.473 y según el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, 1993). Según lo anterior; 2 especies se encuentran en Peligro; Guanaco (*Lama guanicoe*) y Vicuña (*Vicugna vicugna*)*;* 5 especies Vulnerables; Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), Flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), Flamenco de james (*Phoenicoparrus jamesi)*, Gaviota andina (*Larus serranus*), Tuco tuco (*Ctenomys fulvus*) y 2 especies en estado Inadecuadamente conocidas zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) y zorro chilla (*Pseudalopex griseus*).

Por lo anterior la valorización del componente ambiental Fauna es 9, es decir, una relevancia muy alta



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### *6.3.2.3 Limnología*

Si bien el hábitat acuático presenta limitaciones (altitud, estacionalidad), se registró un alto número de individuos de fitoplancton, zooplancton y fitobentos, a diferencia de la flora acuática donde sólo se registro de forma aislada la especie *Ruppia filifolia.* Sin embargo, fitoplancton, zooplancton y fitobentos conforman la base alimenticia de muchas especies, particularmente de la avifauna, generando un gran hábitat para éstas. Por lo anterior, la valorización del componente ambiental Limnología es 9, es decir, una relevancia muy alta.

### *6.3.2.4 Paisaje*

Las características que presenta el paisaje en el área de estudio, y en particular en el sitio involucrado por el proyecto, son comunes a la situación que se observa en gran parte del paisaje regional. El paisaje evaluado presenta niveles considerables de intervención humana, lo que se traduce en disminuciones en su calidad y fragilidad visual. Como resultado de estas modificaciones, se han afectado en sectores puntuales algunos componentes originales del paisaje, como el relieve, texturas, colores, etc. Por lo anterior la valoración del componente ambiental Paisaje es 3, es decir una relevancia baja.

## 6.3.3 Medio Humano

### *6.3.3.1 Dimensión Socioeconómica*

La economía de la población está ligada a la minería. Sin embargo, algunas actividades económicas desarrolladas por los habitantes, están estrechamente vinculadas con el turismo, con el cual pueden potenciar sus rasgos identitarios. Por esta razón, la valoración ambiental de este componente puede ser evaluada como 8, es decir, una relevancia alta.

## 6.3.4 Medio Construido

### *6.3.4.1 Red Vial*

La red vial en el área del proyecto corresponde a las rutas B-355, B-385 y un camino de bischofita, que conecta la ruta B-355, al norte de Peine, con la ruta B-385 pasando tangente a la Planta de la Sociedad Chilena de Litio. Ya que se trata de las únicas vías



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

disponibles para la circulación en el entorno del proyecto la valoración de esta componente ambiental es de 8, es decir, una relevancia alta.

#### *6.3.4.2 Turismo*

El turismo en la zona del proyecto es relevante ya que el área de San Pedro de Atacama – Cuenca Geotérmica El Tatio, se ha declarado como una Zona de Interés Turístico (ZOIT) a partir de la resolución exenta Nº 775/2002. Dicha resolución considera los estudios existentes sobre en la ZOIT, los que identifican tanto en sus áreas urbanas como rurales, zonas de valor arqueológico, arquitectónico, ecológico y paisajístico, las cuales requieren ser preservados y que constituyen un potencial de recurso significativo de relevante importancia para la actividad turística.

A pesar de que el proyecto ingresa al SEIA por la existencia de dicha ZOIT y por su sólo emplazamiento en ella, el proyecto no genera impactos sobre la zona, ya que no genera efectos adversos sobre los atributos que la definen. Sin perjuicio de lo anterior, se ha definido en la matriz de evaluación (Tabla 6-9) que la mera presencia del proyecto en una ZOIT implica una probabilidad cierta (= a 1) durante la construcción de que se manifieste un efecto en el ambiente a causa de una acción o fuente de impacto.

En este contexto, no hay otras medidas de mitigación que aquellas referidas a la mantención de los sistemas hídricos para la fauna (en tanto recursos visitados) y el paisaje (en tanto recurso escénico apreciado).

Por su calidad de ZOIT, el componente turismo se ha valorado con un valor de 10, es decir relevancia Muy Alta.

### 6.3.5 Resumen

La siguiente tabla muestra la componente ambiental y la valoración de la relevancia ambiental para cada uno de los componentes evaluados en cada sector.

**Tabla 6-5: Identificación de Variables Ambientales y Nivel de Relevancia.**

| Medio | Componente Ambiental | Valoración | Relevancia |
|---|---|---|---|
| | Hidrogeología | 5 | Moderada |
| | Hidrología | 8 | Alta |
| FISICO | Calidad de Agua | 8 | Alta |
| | Calidad de Aire | 5 | Moderada |
| | Ruido | 3 | Baja |
| BIOTICO | Vegetación y Flora | 9 | Muy Alta |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Medio | Componente Ambiental | Valoración | Relevancia |
|---|---|---|---|
| | Fauna | 9 | Muy Alta |
| | Limnología | 9 | Muy Alta |
| | Paisaje | 3 | Baja |
| HUMANO | Dimensión Socioeconómica | 8 | Alta |
| CONSTRUIDO | Red Vial | 8 | Alta |
| | Turismo | 10 | Muy Alta |

## 6.4. Identificación de los Potenciales Impactos Ambientales

En las tablas siguientes se muestran cada uno de los potenciales impactos ambientales del Proyecto. Estos se identifican para cada una de las fases (construcción y operación).

La identificación de los impactos ambientales se realizó para cada componente. De esta manera, la primera columna indica las componentes ambientales, la segunda columna muestra las actividades que impactan dicha componente ambiental y la última identifica el impacto.

### 6.4.1 Fase de Construcción

**Tabla 6-6: Matriz de Identificación de Impactos Ambientales en Fase de Construcción.**

| Medio/ Componente | Actividad | Posible Impacto |
|---|---|---|
| **FISICO Hidrogeología** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera | Alteración física puntual del núcleo de halita |
| **FISICO Calidad del Aire** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera<br>Transporte de insumos y personal | Aumento en la concentración de gases y material particulado |
| **FISICO Ruido** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera<br>Transporte de insumos y personal | Incremento en la emisión de ruido |
| **BIOTICO** | Construcción de pozas de evaporación | Alteración de hábitat de |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Medio/ Componente | Actividad | Posible Impacto |
|---|---|---|
| **Fauna** | Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera | especies de fauna en categoría de conservación |
| **BIOTICO Limnología** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera | Alteración de hábitat de especies de flora acuática micro y macro bentónicas |
| **PERCEPTUAL Paisaje** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera<br>Transporte de insumos y personal | Alteración del valor y singularidad paisajística |
| **HUMANO Dimensión Socioeconómica** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera<br>Transporte de insumos y personal | Generación de nuevos empleos |
| **CONSTRUIDO Red Vial** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera<br>Transporte de insumos y personal | Alteración del flujo de tránsito vehicular |
| **CONSTRUIDO Turismo** | Construcción de pozas de evaporación<br>Perforación de pozos de extracción de salmuera<br>Instalación de tuberías de transporte de salmuera<br>Transporte de insumos y personal | Alteración del valor turístico por construcción de obras del proyecto en una ZOIT. |

## 6.4.2 Fase de Operación

**Tabla 6-7: Matriz de Identificación de Impactos Ambientales en Fase de Operación.**

| Medio/Componente | Actividad | Posible Impacto |
|---|---|---|
| **FISICO Hidrogeología** | Bombeo de salmuera | Depresión del nivel de salmuera almacenada en el núcleo en el entorno de la planta y en menor |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| | | |
|---|---|---|
| | | medida, en su radio de influencia |
| **FISICO Hidrología** | Bombeo de salmuera | Alteración funcionamiento hidráulico del Sistema Peine |
| **FISICO Calidad de Agua** | Bombeo de salmuera | Alteración de las características basales de Aguas Superficiales del Sistema de lagunas. |
| **FISICO Calidad de Aire** | Bombeo de salmuera<br>Operación de pozas de evaporación<br>Procesamiento de sales de litio<br>Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra<br>Transporte de insumos y personal | Aumento en la concentración de gases y material particulado |
| **FISICO Ruido** | Bombeo de salmuera<br>Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra<br>Transporte de insumos y personal | Incremento en la emisión de ruido |
| **BIOTICO Flora y Vegetación** | Bombeo de salmuera | Alteración de hábitat de especies de flora y vegetación en categoría de conservación |
| **BIOTICO Fauna** | Bombeo de salmuera | Alteración de hábitat de especies de fauna en categoría de conservación |
| **BIOTICO Limnología** | Bombeo de salmuera | Alteración de hábitat de especies de flora acuática micro y macro bentónicas |
| **PERCEPTUAL Paisaje** | Bombeo de salmuera<br>Operación de pozas de evaporación<br>Procesamiento de sales de litio<br>Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra<br>Transporte de insumos y personal | Alteración del valor y singularidad paisajística |
| **HUMANO Dimensión Socioeconómica** | Bombeo de salmuera<br>Procesamiento de sales de litio<br>Operación de pozas de evaporación<br>Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra<br>Transporte de insumos y personal | Generación de nuevos empleos |
| **CONSTRUIDO Red Vial** | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | Alteración del flujo de |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| | | |
|---|---|---|
| | | tránsito vehicular |
| **CONSTRUIDO Turismo** | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | Alteración del valor turístico por emplazamiento y operación del proyecto en una ZOIT. |

## 6.5. Evaluación de los Impactos Ambientales

### 6.5.1 Metodología

Los impactos ambientales se califican de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla.

**Tabla 6-8: Calificación de Impactos Ambientales.**

| Módulo del Valor Impacto Ambiental (VIA) | Importancia del Impacto Ambiental |
|---|---|
| 0-20 | No significativo |
| 21-40 | Poco significativo |
| 41-60 | Medianamente significativo |
| 61-80 | Significativo |
| 81-100 | Altamente significativo |

En el caso de los componentes que se encuentran normados (como calidad del aire y ruido), la evaluación ambiental de éstos se realiza en función del cumplimiento de la normativa correspondiente. Por lo tanto, se indicará si se da cumplimiento a dicha normativa.

La importancia se calcula como el producto de la Relevancia del componente ambiental afectado, que fue valorada en la sección 6.3, y la Magnitud del Impacto tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$VIA = R*M$$

Donde:

*VIA: Valor del Impacto Ambiental*

*R : Relevancia del componente ambiental*

*M : Magnitud del Impacto*



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

La *Magnitud* del impacto se califica en función de un conjunto de criterios que permiten estimar la probabilidad de ocurrencia del impacto, su extensión geográfica, intensidad, duración y reversibilidad. Cada uno de estos criterios tiene su propia escala de evaluación. La Magnitud del impacto queda determinada por la suma de la calificación de cada criterio, todo ello multiplicado por el carácter y por la probabilidad de ocurrencia, conforme a la siguiente fórmula:

**Magnitud = (Ext. + Int. + Dur. + Rev.)* Caract.* Prob.**

A continuación se detallan los criterios para caracterizar la Magnitud:

1. **Carácter**: En primer término, a la magnitud se le antepone un signo que indica si el impacto mejora o deteriora la condición basal del ambiente. Este criterio denominado "carácter", se califica en:

   a. Positivo (+1): Impacto que implica un mejoramiento de la condición basal.

   b. Negativo (-1): Impacto que implica un deterioro de la condición basal.

   c. Neutro (0): Impacto que no mejora ni deteriora la condición basal.

2. **Probabilidad de Ocurrencia**: Este criterio indica la probabilidad de que se manifieste un efecto en el ambiente a causa de una acción o fuente de impacto. Se califica en:

   a. Muy baja (<0,1): Cuando existe una muy baja probabilidad de que se manifieste un impacto, por ejemplo, eventos con períodos de retorno mayores que 100 años.

   b. Baja (0,1 – 0,3): Cuando existe una baja probabilidad de que se manifieste un impacto.

   c. Moderada (0,3 – 0,6): Cuando es probable de que se manifieste un impacto.

   d. Alta (0,6 – 0,9): Cuando existe una alta probabilidad de que se manifieste un impacto.

   e. Cierta (0,9 – 1,0): Cuando existe una muy alta probabilidad de que se manifieste un impacto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

3. **Extensión**: Este criterio indica la distribución o cobertura espacial del impacto. Se califica en:

   a. Reducida (0): Cuando el impacto se manifiesta sólo en el sector donde se ubica la fuente.

   b. Media (1): Cuando el impacto se manifiesta en un entorno inmediato de la fuente. Esto corresponde al área de influencia directa, lo cual depende de cada componente ambiental.

   c. Amplia (2): Cuando el impacto se manifiesta fuera del entorno inmediato de la fuente o en diferentes sectores del área de influencia (directa e indirecta).

4. **Intensidad**: Este criterio refleja el grado de alteración de una componente ambiental. Se clasifica en:

   a. Muy Baja (0): Cuando el grado de alteración es pequeño y puede considerarse que la condición basal se mantiene.

   b. Baja (1): Cuando el grado de alteración implica cambios notorios, pero no significativos respecto de la condición basal.

   c. Moderada (2): Cuando el grado de alteración implica cambios significativos respecto a la condición basal, pero dentro de rangos aceptables.

   d. Alta (3): Cuando el grado de alteración respecto a la condición basal es altamente significativo, y en algunos casos puede considerarse inaceptable.

5. **Duración**: Este criterio indica por cuanto tiempo se manifestará el impacto. Se califica en:

   a. Temporal (0): Impacto que se manifiesta sólo mientras dura la acción que lo genera, y ésta es de corta duración (hasta 2 años).

   b. Mediano Plazo (1): Impacto que se manifiesta mientras dura y luego de un tiempo de finalizada la acción que lo genera (en un rango de 2 a 5 años).

   c. Largo Plazo (2): Impacto que se manifiesta permanentemente luego de finalizada la acción que lo genera (por más de 5 años).



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

6. **Reversibilidad**: Este criterio indica la posibilidad que la componente ambiental afectada recupere su condición basal. Se califica en:

a. Naturalmente reversible (0): 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.

b. Reversible (1): Cuando el impacto no se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera, pero que puede ser totalmente revertido mediante acciones correctivas.

c. Parcialmente reversible (2): 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 parcialmente mediante acciones correctivas.

d. Irreversible (3): Impacto que no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera, y que tampoco puede ser revertido mediante acciones correctivas.

Además se evalúan cualitativamente las siguientes características:

1. **Tipo de impacto**: Los impactos se han clasificado en:

- Primario (Pr): El impacto es una consecuencia directa de la construcción u operación del Proyecto.
- Secundario (Sc): El impacto es consecuencia indirecta de la construcción u operación del Proyecto.
- Acumulativo (Ac): Impactos individuales que como consecuencia de la construcción u operación del Proyecto dan lugar a otros de mayor magnitud.
- Sinérgico (Sn): Impactos individuales que como consecuencia de la construcción u operación del Proyecto se potencian con otros impactos.

2. **Ocurrencia**: Los impactos se han clasificado de acuerdo al momento en que se manifiestan:

- Corto plazo (C): Aparece inmediatamente o dentro de los 6 meses posteriores a la construcción (o desarrollo) de la obra (o actividad) que ocasiona el impacto.
- Mediano plazo (M): Aparece entre 6 meses y 5 años después de la construcción (o desarrollo) de la obra (o actividad) que ocasiona el impacto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

- Largo plazo (L): Se manifiesta 5 o más años después de la construcción (o desarrollo) de la obra (o actividad) que ocasiona el impacto.

### 6.5.2 Resultados

Las tablas siguientes muestran la valoración efectuada para cada uno de los impactos ambientales en las fases de Construcción y Operación del proyecto.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 6-9: Valorización de Impactos Ambientales Generados - Fase de Construcción.**

| Medio/Componente | Impacto Ambiental Potencial | Carácter (+, -, +/-) | Probabilidad (P:0-1) | Extensión ( E: 0-2) | Intensidad (I: 0-3) | Duración (D: 0-2) | Reversibilidad (R: (0-3) | Magnitud | Relevancia | Valor Impacto Ambiental | Tipo de impacto | Ocurrencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FISICO Hidrogeología** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 2 | 0 | 0 | 2 | -0,4 | 5 | -2 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | -3 | 5 | -15 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 2 | 0 | 0 | 2 | -0,4 | 5 | -2 | Pr | C |
| **FISICO Hidrología** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 0 | 1 | -0,3 | 8 | -2.4 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 2 | -2 | 8 | -16 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 0 | 1 | -0,3 | 8 | -2.4 | Pr | C |
| **FISICO Calidad del Agua** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 0 | 1 | 0 | 0 | -1 | 8 | -0,8 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 1 | 1 | 0 | -2 | 8 | -1.6 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | -8 | Pr | C |
| **FISICO Calidad del Aire** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,3 | 1 | 1 | 0 | 0 | -0,6 | 5 | -3 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,3 | 1 | 1 | 0 | 0 | -0,6 | 5 | -3 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -0,1 | 5 | -0,5 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 0,3 | 1 | 1 | 0 | 0 | -0,6 | 5 | -3 | Pr | C |
| **FISICO Ruido** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -0,2 | 3 | -0,6 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | -3 | 3 | -9 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -0,2 | 3 | -0,6 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | 3 | -3 | Pr | C |
| **BIOTICO Flora y Vegetación** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Medio/Componente | Impacto Ambiental Potencial | Carácter (+, -, +/-) | Probabilidad (P:0-1) | Extensión ( E: 0-2) | Intensidad (I: 0-3) | Duración (D: 0-2) | Reversibilidad (R: (0-3) | Magnitud | Relevancia | Valor Impacto Ambiental | Tipo de impacto | Ocurrencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **BIOTICO Fauna** | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| **BIOTICO Limnología** | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| **PERCEPTUAL Paisaje** | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 3 | -0,3 | 9 | -2,7 | Pr | C |
| | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | -3 | 3 | -9 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -0,1 | 3 | -0,3 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -0,1 | 3 | -0,3 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -0,1 | 3 | -0,3 | Pr | C |
| **HUMANO Dimensión Socioeconómica** | Construcción de pozas de evaporación | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 8 | 24 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 8 | 24 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 8 | 24 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 8 | 24 | Pr | C |
| **Patrimonio Cultural** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 0,1 | 0 | 3 | 0 | 3 | -0,6 | 0 | 0 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 3 | 0 | 3 | -0,6 | 0 | 0 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 3 | 0 | 3 | -0,6 | 0 | 0 | Pr | C |
| **CONSTRUIDO Red Vial** | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -2 | 8 | -16 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -2 | 8 | -16 | Pr | C |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

| Medio/Componente | Impacto Ambiental Potencial | Carácter (+, -, +/-) | Probabilidad (P:0-1) | Extensión ( E: 0-2) | Intensidad (I: 0-3) | Duración (D: 0-2) | Reversibilidad (R: (0-3) | Magnitud | Relevancia | Valor Impacto Ambiental | Tipo de impacto | Ocurrencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONSTRUIDO Turismo** | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -2 | 8 | -16 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | -3 | 8 | -24 | Pr | C |
| | Construcción de pozas de evaporación | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | Pr | C |
| | Perforación de pozos de extracción de salmuera | -1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | -3 | 10 | -30 | Pr | C |
| | Instalación de tuberías de transporte de salmuera | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 10 | -10 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -5 | 10 | -40 | Pr | C |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

**Tabla 6-10: Valorización de Impactos Ambientales Generados - Fase de Operación.**

| Medio/Componente | Impacto Ambiental Potencial | Carácter (+, -, +/-) | Probabilidad (P:0-1) | Extensión ( E: 0-2) | Intensidad (I: 0-3) | Duración (D: 0-2) | Reversibilidad (R: (0-3) | Magnitud | Relevancia | Valor Impacto Ambiental | Tipo de impacto | Ocurrencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FISICO Hidrogeología** | Bombeo de salmuera | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | -8 | 5 | -40 | Pr | C |
| **FISICO Hidrología** | Bombeo de salmuera | -1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | -6 | 8 | -48 | Pr | C |
| **FISICO Calidad de Agua** | Bombeo de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 0 | -0,4 | 3 | -1,2 | Pr | C |
| **FISICO Calidad de Aire** | Bombeo de salmuera | -1 | 0,3 | 1 | 1 | 2 | 0 | -1,2 | 5 | -6 | Pr | C |
| | Operación de pozas de evaporación | -1 | 0,3 | 1 | 1 | 2 | 0 | -1,2 | 5 | -6 | Pr | C |
| | Procesamiento de sales de litio | -1 | 0,3 | 1 | 1 | 2 | 0 | -1,2 | 5 | -6 | Pr | C |
| | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | -1 | 0,3 | 2 | 1 | 2 | 0 | -1,5 | 5 | -7,5 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 0,3 | 1 | 1 | 2 | 0 | -1,2 | 5 | -6 | Pr | C |
| **FISICO Ruido** | Bombeo de salmuera | -1 | 0,1 | 0 | 0 | 2 | 0 | -0,2 | 3 | -0,6 | Pr | C |
| | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | -1 | 0,1 | 2 | 0 | 2 | 0 | -0,4 | 3 | -1,2 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 0,1 | 2 | 0 | 2 | 0 | -0,4 | 3 | -1,2 | Pr | C |
| **BIOTICO Flora y Vegetación** | Bombeo de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 1 | -0,5 | 9 | -4,5 | Pr | C |
| **BIOTICO Fauna** | Bombeo de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 2 | -0,6 | 9 | -5,4 | Pr | C |
| **BIOTICO Limnología** | Bombeo de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 2 | -0,6 | 9 | -5,4 | Pr | C |
| | Bombeo de salmuera | -1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 1 | -0,5 | 3 | -1,5 | Pr | C |

| Medio/Componente | Impacto Ambiental Potencial | Carácter (+, -, +/-) | Probabilidad (P:0-1) | Extensión ( E: 0-2) | Intensidad (I: 0-3) | Duración (D: 0-2) | Reversibilidad (R: (0-3) | Magnitud | Relevancia | Valor Impacto Ambiental | Tipo de impacto | Ocurrencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PERCEPTUAL Paisaje** | Operación de pozas de evaporación | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 3 | 12 | Pr | C |
| | Procesamiento de sales de litio | -1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | -5 | 3 | -15 | Pr | C |
| | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | -1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | -4 | 3 | -12 | Pr | C |
| | Transporte de insumos y personal | -1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | -4 | 3 | -12 | Pr | C |
| **HUMANO Dimensión Socioeconómica** | Bombeo de salmuera | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 8 | 16 | Pr | C |
| | Operación de pozas de evaporación | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 8 | 32 | Pr | C |
| | Procesamiento de sales de litio | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 8 | 32 | Pr | C |
| | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 8 | 32 | Pr | C |
| **Patrimonio Cultural** | Transporte de insumos y personal | -1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | -5 | 0 | 0 | Pr | C |
| | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | -1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | -5 | 0 | 0 | Pr | C |
| **CONSTRUIDO Red Vial** | Transporte de insumos y personal | -1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | -5 | 8 | -40 | Pr | C |
| | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | -1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | -5 | 8 | -40 | Pr | C |
| **CONSTRUIDO Turismo** | Transporte de insumos y personal | -1 | 0.4 | 2 | 1 | 2 | 0 | -2 | 10 | -20 | Pr | C |
| | Transporte de salmuera concentrada a Planta La Negra | -1 | 0.4 | 2 | 1 | 2 | 0 | -2 | 10 | -20 | Pr | C |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

### 6.5.3 Conclusión de la Evaluación de Impactos Ambientales

La metodología utilizada para la evaluación de impactos ambientales concluye en la categorización de los niveles de significancia de los impactos evaluados, a partir de los valores numéricos obtenidos en el proceso de dicha evaluación, estos niveles son: no significativo (0 - 20), significancia menor (21-40), medianamente significativo (41-60), significativo (61-80), muy significativo (80 -100). Aquellos impactos negativos que resultaran con niveles significativos o muy significativos, deben considerarse como impactos relevantes que requieren de medidas de mitigación, compensación y/o reparación.

A partir de la evaluación de impacto ambiental realizada para el proyecto Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama, se concluye que éste no genera impactos ambientales negativos significativos ni muy significativos, por lo que no se requieren medidas de mitigación, compensación y/o reparación. Sin perjuicio de lo anterior, el proyecto considera la implementación de medidas de mitigación consistentes en seguimiento, reportes y aplicación de mejores prácticas tanto para la fase de construcción como de operación.

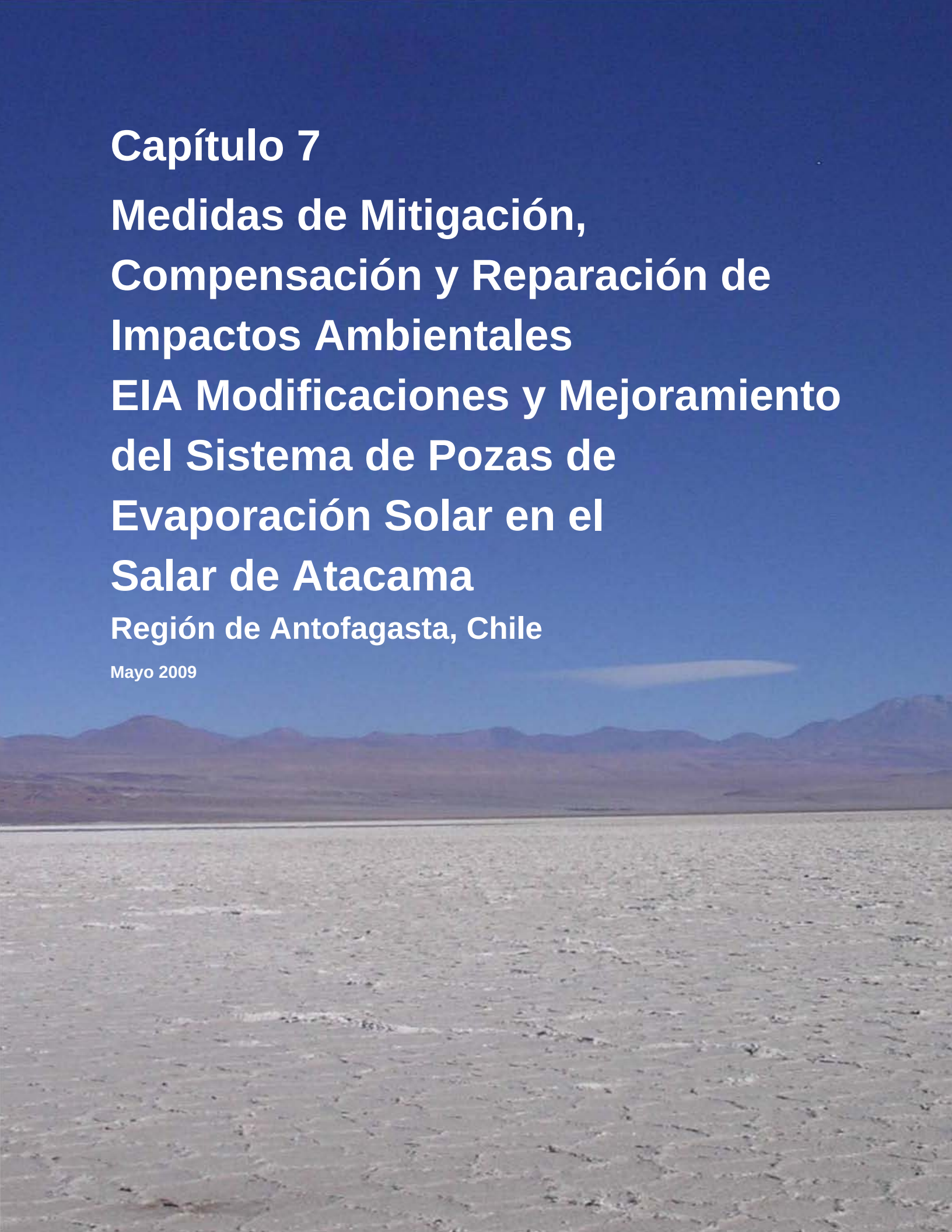
Por otra parte, se destacan los impactos positivos sobre la socioeconomía causados por la generación de empleo en la fase de construcción y en la fase de operación de dicho proyecto.

Adicionalmente, al impacto producido por la generación de nuevas fuentes de trabajo directas e indirectas, es importante destacar que existe una estrecha relación de cooperación entre SCL y la comunidad de Peine, lo que se traduce en una cantidad apreciable de proyectos beneficiosos para la comunidad, realizados hasta la fecha en conjunto con ellos y la autoridad comunal.

Esta política de trabajo y cooperación con la comunidad, ha resultado muy exitosa, lo que se manifiesta en que nunca ha existido conflicto alguno con la comunidad desde los inicios de las operaciones de SCL en el área en el año 1982.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl



# Capítulo 7

# Medidas de Mitigación, Compensación y Reparación de Impactos Ambientales

# EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

Mayo 2009

# ÍNDICE

**7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN, COMPENSACION Y REPARACION DE IMPACTOS AMBIENTALES 7-1**

7.1. Introducción ..... 7-1
7.2. Plan de Mitigación, Compensación y Reparación ..... 7-2
7.2.1 Medidas de Mitigación Propuestas por el Titular ..... 7-2
7.2.1.1 Monitoreo de niveles de salmuera y agua dulce ..... 7-3
7.2.1.2 Monitoreo de la calidad físico-química de la salmuera y del agua de los sistemas La Punta y La Brava ..... 7-4
7.2.1.3 Imágenes satelitales ..... 7-4
7.2.1.4 Batimetrías ..... 7-4
7.3. Plan de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes ..... 7-5
7.3.1 Medidas Generales de Prevención de Riesgos ..... 7-5
7.3.1.1 Cumplimiento de Normativa Aplicable ..... 7-5
7.3.1.2 Programas Internos de Control de Riesgos y Prevención de Accidentes ..... 7-6
7.3.1.3 Medidas Ambientales Incorporadas por el Proyecto ..... 7-6
7.3.2 Medidas Generales de Prevención y Minimización de Riesgos Aplicables al Proyecto ..... 7-7
7.3.2.1 Etapa de Construcción ..... 7-7
7.3.2.2 Etapa de Operación ..... 7-7
7.3.3 Identificación de Riesgos y Medidas Contempladas por el Proyecto ..... 7-8
7.3.3.1 Etapa de Construcción ..... 7-8
Riesgos de Accidentes de Tránsito ..... 7-8
Riesgos de Accidentes de Trabajadores ..... 7-9
Riesgos de Incendio ..... 7-9
Riesgos Naturales ..... 7-10
7.3.3.2 Etapa de Operación ..... 7-11
Riesgos por Eventos Naturales ..... 7-12
Riesgos por Intervención Humana ..... 7-12
Riesgos propios de la Operación ..... 7-12
7.4. Plan de Contingencias ..... 7-13
7.4.1 Para la Etapa de Construcción ..... 7-13
7.4.1.1 Eventos por Accidentes de Tránsito ..... 7-13
7.4.1.2 Eventos por Accidentes de Trabajadores ..... 7-14
7.4.1.3 Eventos de Incendio ..... 7-15
7.4.1.4 Eventos Naturales ..... 7-16
7.4.2 Etapa de Operación ..... 7-16
7.4.2.1 Eventos Naturales ..... 7-17
7.4.2.2 Eventos por riesgos propios de la Operación ..... 7-17



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7.1. Medidas de mitigación..... 7-2



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

# 7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN, COMPENSACION Y REPARACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

## 7.1. Introducción

El presente capítulo contiene las medidas de mitigación, reparación y/o compensación que indica el artículo 12, letra h), del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Reglamento del SEIA, Decreto Supremo Nº 95/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia), contempladas por el proyecto **"Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama"** cuya evaluación de impactos ambientales se entrega en el Capítulo 6 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

Según lo anterior, en este capítulo se consideran los siguientes planes:

- Plan de Mitigación, Reparación y Compensación de Impactos Ambientales;
- Plan de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes;
- Plan de Contingencias.

Tradicionalmente, el Plan de Mitigación, Reparación y Compensación de Impactos Ambientales considera las medidas recomendadas para evitar, eliminar o minimizar los efectos que pudieran generar la construcción, operación y/o cierre-abandono del Proyecto. También, normalmente incluye medidas de reparación y/o compensación que correspondan, en caso que resulte imposible o muy dificultoso la mitigación de algunos de los impactos previstos.

El Plan de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes contiene las medidas operacionales y criterios de diseño destinados a evitar o minimizar la ocurrencia de situaciones accidentales de riesgo para el medio ambiente.

El Plan de Contingencias contiene las medidas a adoptar para controlar y minimizar los impactos en la eventualidad que el Plan de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes se vea superado.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 7.2. Plan de Mitigación, Compensación y Reparación

A pesar de la relativa cercanía del proyecto (7 km) a las lagunas La Brava, La Punta, Salada, Saladita e Interna, definidas como zonas de acuíferos que alimentan vegas de la II Región de Antofagasta en virtud de la Resolución DGA 87/2006, no se prevén impactos de la ejecución del proyecto sobre dichas lagunas. En efecto, de acuerdo a la evaluación realizada en el capitulo 6, y dado que no se contempla la explotación de dichos recursos hídricos, ni la extracción de agua dulce, se concluye que no hay impactos significativos sobre las lagunas. Sin perjuicio de lo anterior, es posible que la extracción de salmuera pudiera tener un efecto en dichas lagunas provocando fluctuaciones de niveles de éstas. Por consiguiente el titular adoptará medidas de mitigación que se referirán a un monitoreo de los niveles de salmuera y agua dulce, y a un monitoreo de la calidad físico-química de la salmuera y del agua de las lagunas. Por otro lado, el titular propone realizar un seguimiento de la cobertura de las lagunas, a través de imágenes satelitales y batimetrías (Ver anexo 7.1 Plan de Monitoreo). Todo lo anterior, también recoge la intención del titular de hacerse cargo de la presencia del proyecto en una ZOIT y de esa manera resguardar los atributos de las lagunas como zonas de valor ecológico y paisajístico, que definen la existencia de dicha ZOIT.

### 7.2.1 Medidas de Mitigación Propuestas por el Titular

Se ha elaborado un completo plan de monitoreo y control de todas las variables que permiten describir el estado de las lagunas y su entorno hídrico. Estas actividades de monitoreo se concentrarán en el núcleo y en el sistema de lagunas La Punta y La Brava (Ver detalle en el anexo 7.1).

Adicionalmente a estas medidas planteadas por el titular, se agregan aquellas relacionadas con las lagunas Salada, Saladita e Interna, que corresponden a obligaciones contraídas por SCL a raíz de presentaciones hechas y aprobadas anteriormente por la autoridad. Estas medidas consisten en el monitoreo de los niveles y calidad de agua del sistema de lagunas Salada- Saladita e Interna.

**Tabla 7.1. Medidas de mitigación**

| Medio/ Componente Ambiental | Fase del Proyecto | Impacto Ambiental | Medida de mitigación |
|---|---|---|---|
| **FÍSICO**<br>**Hidrogeología** | Operación | Variación de nivel de salmuera en el núcleo y variación de nivel de agua subterránea en acuíferos de Tilopozo y Tucúcaro | Seguimiento y reporte de niveles de salmuera y agua dulce en pozos de muestreo definidos por el titular (Ver anexo 7.1). |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.

Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Medio/ Componente Ambiental | Fase del Proyecto | Impacto Ambiental | Medida de mitigación |
|---|---|---|---|
| **FÍSICO Hidrología** | Operación | Cambio en la morfología de las lagunas | Seguimiento y reporte de niveles de agua de las lagunas La Punta, La Brava, Salada, Saladita e interna.<br><br>Seguimiento y reporte de la cobertura de las lagunas La Punta y La Brava a través de imágenes satelitales y batimetrías. |
| **FÍSICO Calidad de Agua** | Operación | Alteración parámetros físico-químicos salmuera y lagunas La Punta y La Brava | Seguimiento y reporte de la calidad de agua de salmuera en pozos de muestreo definidos por el titular y en puntos de muestreo definidos en las lagunas La Punta La Brava, Salada, Saladita e interna. |

A continuación se resume un detalle de las medidas adquiridas por el titular, la información completa se encuentra descrita en el Anexo 7.1.

### *7.2.1.1 Monitoreo de niveles de salmuera y agua dulce*

Los puntos de control propuestos para este monitoreo se ubican en líneas, partiendo desde las zonas de bombeo de SCL hacia las lagunas, con espaciamiento variable, entre 1.5 y 5.5 km. En el anexo 7.1 está el detalle y las figuras donde se puede visualizar la red de monitoreo propuesta. Se propone efectuar un monitoreo mensual de niveles de salmuera en los 10 puntos elegidos (7 pozos nuevos + 3 pozos existentes: S-1, S-3 y Cl-6). Además de 2 puntos de control del agua dulce (Tucúcaro y Tilopozo, ver figuras en Anexo 7.1).

Complementariamente, se contemplan mediciones mensuales en 8 puntos ubicados en las lagunas (ver figuras en Anexo 7.1). Las posiciones definitivas se fijarán en terreno, eligiendo puntos que habitualmente se encuentren con agua y en los cuales se pueda incorporar un sistema de medición adecuado (estaca, regleta u otro).

La información levantada será entregada a la autoridad pertinente.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

### *7.2.1.2 Monitoreo de la calidad físico-química de la salmuera y del agua de los sistemas La Punta y La Brava*

Se realizará un muestreo bimensual de la salmuera de cada pozo de la grilla propuesta y de los 8 puntos ubicados en las lagunas.

En relación a la calidad de agua, se analizará los siguientes parámetros: densidad, temperatura, Li, K, Mg, Ca, $SO_4$, Na, pH, conductividad, salinidad (Cl y B) y oxígeno disuelto.

En el anexo 7.1 se puede consultar la justificación de la elección de parámetros.

### *7.2.1.3 Imágenes satelitales*

Las imágenes satelitales del área del proyecto serán utilizadas para obtener un seguimiento de la cobertura de las lagunas, esto se hará con una periodicidad semestral.

### *7.2.1.4 Batimetrías*

Las batimetrías tienen como objetivo levantar información sobre la morfología y profundidad de las lagunas.

Para el seguimiento de la morfología se realizará un levantamiento topográfico anual, en la misma época del año, que consistirá en un recorrido de todos los sectores tomando puntos en una grilla de 25 a 30 metros por parte de dos cuadrillas de alarifes. Dicho levantamiento será luego representado cartográficamente y enviado a la autoridad.

En relación a la profundidad, se han instalado alrededor de todas y cada una de las lagunas, estacas de hierro con una placa identificadora. En total se han instalado 75 estacas en el sector de Lagunas La Punta y La Brava, las que están empotradas aproximadamente 1 m en la costra. En cada laguna y frente a cada punto monumentado se medirá el nivel de agua anualmente, en la misma época del año. Estas mediciones serán representadas gráficamente y presentadas anualmente a la autoridad.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 7.3. Plan de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes

El presente punto contiene el plan de prevención de riesgos y control de accidentes que indica el artículo 12, la letra e), de la Ley sobre Bases del Medio Ambiente (Ley Nº 19.300/94), el cual también es especificado por el artículo 12, letra h), del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Supremo Nº 95/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia).

Los antecedentes que se presentan tienen por objetivo detallar los riesgos y definir los planes de control de los mismos (planes de prevención de riesgos y planes de contingencia) que permitirán una construcción, operación y cierre del Proyecto de forma segura.

### 7.3.1 Medidas Generales de Prevención de Riesgos

#### *7.3.1.1 Cumplimiento de Normativa Aplicable*

SCL está consciente que la primera medida a adoptar en la prevención de riesgos y control de accidentes, es asegurar el cabal cumplimiento de la normativa vigente aplicable en esta materia, la que se encuentra contenida básicamente a los siguientes cuerpos legales:

- Código Sanitario (Decreto Fuerza de Ley Nº 725/1968 del Ministerio del Interior), que señala que las condiciones sanitarias y ambientales existentes en lugares de trabajo deberán ajustarse a las condiciones que establezca la normativa correspondiente (Artículos 90 a 93).

- Ley de Accidentes y Enfermedades Profesionales (Ley Nº 16.744/1968), que regula los aspectos relacionados con los accidentes y enfermedades profesionales.

- Reglamento Sobre Prevención de Riesgos (Decreto Supremo Nº 40/1996 y sus modificaciones, emitido por el Ministerio del Trabajo), que regula los aspectos relativos a la prevención de riesgos profesionales.

- Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités de Higiene y Seguridad (Decreto Supremo Nº 54/1969 del Ministerio del Trabajo), que regula los aspectos relativos a la formación y funcionamiento de los Comités Paritarios en lugares de trabajo.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

- Código del Trabajo (Decreto Fuerza de Ley Nº 1/1994 del Ministerio del Trabajo), que regula todos los aspectos relacionados con la salud, seguridad e higiene en lugares de trabajo (Artículos 153 a 157).

- Reglamento Sobre Condiciones Básicas en los Lugares de Trabajo (Decreto Supremo Nº 594/1999 del Ministerio de Salud), que regula las condiciones sanitarias y ambientales en los lugares de trabajo, de tal forma de garantizar la salud y el bienestar de las personas involucradas.

En este contexto, SCL velará para que se cumpla a cabalidad cada una de las exigencias y condiciones que establecen los referidos cuerpos legales, aplicables a las etapas de construcción, operación y cierre del Proyecto.

El cumplimiento de esta normativa será exigible al contratista de la obra de construcción del Proyecto y sus subcontratistas en caso que existan.

### *7.3.1.2 Programas Internos de Control de Riesgos y Prevención de Accidentes*

En respuesta al Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en Lugares de Trabajo (Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud), SCL cuenta con un detallado Reglamento Interno de Higiene y Seguridad Industrial Aplicada a la Operación, el cual será utilizado en todas las etapas del desarrollo del Proyecto. Este Reglamento fue presentado en su oportunidad al Servicio de Salud de Antofagasta.

### *7.3.1.3 Medidas Ambientales Incorporadas por el Proyecto*

Gran parte de las medidas que permiten prevenir y minimizar los riesgos al medio ambiente durante la puesta en marcha del Proyecto, están directamente relacionadas con ciertas medidas o consideraciones de carácter ambiental asociadas a este tipo de Proyecto, que disminuyen la generación de riesgos de carácter ambiental. En este sentido se puede señalar:

- Los principales materiales a utilizar en la construcción de las pozas de evaporación, son geotextiles, membranas de PVC, tuberías de HDPE, los cuales no son materiales peligrosos, siendo trasladados hasta la localización de la obra según requerimiento.

- La etapa de construcción de las pozas de evaporación no produce residuos peligrosos de ningún tipo. Sólo se generarán residuos industriales sólidos (materiales de embalajes, plásticos, etc.; que en su mayoría serán reciclados en la misma instalación de SCL) y residuos sólidos domésticos (papeles, restos de alimentos, etc.), los cuales serán debidamente manejados y trasladados hasta los sitios de disposición autorizados con que cuenta SCL. Cabe indicar que SCL



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

dispone de un patio de salvataje aprobado por la autoridad sanitaria (Resolución Exenta Nº 5351, de fecha 20 de octubre de 2002 del entonces Servicio de Salud de Antofagasta). Asimismo, SCL cuenta con un sitio autorizado para la disposición final de residuos sólidos orgánicos y descartes industriales (Resolución Exenta Nº 3737, de fecha 26 de agosto de 1997, también del entonces Servicio de Salud de Antofagasta).

### 7.3.2 Medidas Generales de Prevención y Minimización de Riesgos Aplicables al Proyecto

#### *7.3.2.1 Etapa de Construcción*

A continuación se señalan algunas medidas consideradas por el Proyecto, tendiente a prevenir o minimizar los riesgos asociados a la etapa de construcción:

- Informar oportunamente de los trabajos a ejecutar a la I. Municipalidad de San Pedro de Atacama.

- El centro o base de operación de la construcción del Proyecto, que concentrará el acopio de materiales, pañol de herramientas, estacionamiento de vehículos, etc., utilizará las actuales instalaciones de la SCL en el Salar de Atacama, descartando la necesidad de contar con una instalación de faenas y otra infraestructura anexa para la ejecución de las obras de construcción de las pozas de evaporación, en otro lugar del Salar de Atacama.

#### *7.3.2.2 Etapa de Operación*

Las acciones que se contemplan son de tipo preventivo y correctivo ante fallas, en conformidad a lo señalado en la descripción del Proyecto (Capítulo 2 del presente EIA), y son las siguientes:

- Los equipos serán operados sólo por personal autorizado y debidamente capacitado para ello.

- Los equipos y herramientas serán revisados antes de comenzar cada turno de trabajo. En caso de detectarse alguna anomalía, ésta será informada y se evaluará la continuidad de la operación, paralizándose el trabajo de ser necesario.

- Se llevará a cabo una revisión y mantención periódica de los equipos, instalaciones y maquinaria, de modo de asegurar su correcto funcionamiento y conservación.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

### 7.3.3 Identificación de Riesgos y Medidas Contempladas por el Proyecto

#### *7.3.3.1 Etapa de Construcción*

Los principales riesgos que se identifican para esta etapa del Proyecto, corresponden a:

- Riesgos de accidentes de tránsito;
- Riesgos de accidentes de trabajadores;
- Riesgos de incendio;
- Riesgos naturales

A continuación se describen las principales medidas consideradas por el Proyecto, para afrontar los riesgos antes señalados.

#### *Riesgos de Accidentes de Tránsito*

Los equipos, maquinaria, materiales que se utilizarán en la construcción del Proyecto, como también el personal que laborará en las mismas faenas, deberán ser transportados a las áreas o frentes de trabajo. El transporte se realizará en camiones (caso de los materiales de construcción) y buses desde y hacia las localidades de Peine (en el caso de los trabajadores). Estas actividades tienen asociado un cierto nivel de riesgo de accidentes de tránsito.

Las siguientes medidas mínimas de seguridad se establecerán para minimizar dicho riesgo, las que quedarán estipuladas en los contratos respectivos:

- El personal a contratar para conducir los camiones, maquinarias y vehículos en general, será personal calificado, con licencia de conducir al día. Se exigirá licencia Clase A (A1 y A2, según el tipo de vehículo) y un mínimo de 5 años de experiencia.
- Los camiones y maquinaria a utilizar en el Proyecto deberán contar con sus revisiones técnicas y de gases vigentes, como también con su permiso de circulación al día, tal como establece la normativa vigente en nuestro país, aplicable a vehículos motorizados.
- Los vehículos que transporten maquinaria y materiales al área de trabajo contarán con las señalizaciones exigidas por la normativa vigente y tendrán una antigüedad no superior a 5 años.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

- El peso de los camiones cargados con equipos o materiales no deberá exceder los máximos permitidos por la normativa vigente, en función de las rutas de tránsito a utilizar.

### *Riesgos de Accidentes de Trabajadores*

Toda obra donde se desempeñen personas tiene asociado un nivel de riesgo por accidentes personales. SCL posee un Reglamento Interno de Higiene y Seguridad Industrial aplicado a la Operación, cuyas medidas serán exigibles a todos los trabajadores que participen en la obra, incluyendo eventuales subcontratistas que se requieran para ejecutar actividades específicas.

El responsable de seguridad SCL tendrá la responsabilidad de supervisar el cumplimiento de las normas de seguridad que se aplicarán en la faena.

Será responsabilidad de SCL proveer al personal de los elementos de seguridad que permitan la protección de la salud y la vida de los trabajadores. Estos elementos (certificados) corresponden a cascos, lentes de seguridad, cinturones de seguridad, guantes, ropa de seguridad, protectores auditivos (personal que lo requiera), zapatos de seguridad u otros que determine el experto de seguridad o prevencionista de riesgo de la faena.

Las exigencias de seguridad para el personal que laborará en faenas, transporte de materiales u otras actividades asociadas al Proyecto, regirán para todos y cada uno de trabajadores y eventuales subcontratistas que participen en la faena constructiva.

La operación de la maquinaria y equipos a utilizar en la construcción, será realizada por personal altamente capacitado, entrenado y con experiencia comprobada en el desarrollo de las actividades involucradas en la ejecución del Proyecto.

Con el objeto de reducir el riesgo de fallas técnicas en la maquinaria y equipos a utilizar en la construcción, se establecerá un estricto programa de mantención mecánica preventiva para tal equipamiento, que deberá ser realizado por personal debidamente capacitado, entrenado y con experiencia en este tipo de funciones.

### *Riesgos de Incendio*

Las siguientes medidas de seguridad permitirán minimizar el riesgo asociado a incendios:

- Todos los trabajadores y eventuales subcontratistas se regirán por las medidas y obligaciones establecidas por SCL, para minimizar el riesgo de incendio.

- Las áreas de trabajos contarán con los elementos básicos requeridos para combatir cualquier amago de fuego o incendio, según lo establecido por la normativa vigente en esta materia.

- Se prohibirá estrictamente la quema al aire libre o fogatas en el área del Proyecto.

### *Riesgos Naturales*

Se reconoce que Chile, por su posición geográfica, al margen de la zona de subducción de placas tectónicas, y por las características del medio natural definidas por su extensión latitudinal y montañoso relieve, es un país constantemente afectado por fenómenos naturales extremos, tanto en intensidad, magnitud, y frecuencia, los que pueden suceder por un incremento excepcional e inusitado de energía en el sistema natural, o por la liberación de ésta sobre algún componente sistémico, causando efectos adversos sobre elementos humanos, culturales y económicos. Por lo tanto, la prevención de estos fenómenos requiere de un tratamiento en donde se puedan identificar las áreas con probabilidades de ocurrencia de este tipo de manifestaciones catastróficas, siendo éstos clasificados como riesgos de origen natural, o específicamente riesgos geofísicos.

Los posibles riesgos asociados a los fenómenos geofísicos catalogados como peligrosos para la actividad humana, pueden ser clasificados según su origen y características en procesos morfodinámicos (producidos por agentes externos) y en procesos geodinámicos (generados por agentes internos). También se considera el posible efecto que puedan generar las actividades humanas, sobretodo en la alteración del sistema natural bajo análisis.

Por otro lado, la zona geográfica en que se encuentra ubicada SCL tiene una baja probabilidad de lluvia, lo que no quiere decir que no ocurra, por el contrario, en el último tiempo se han hecho algo más frecuente que lo que indican los antecedentes históricos de la zona. Las situaciones de emergencia por este motivo pueden tener efectos de gran magnitud, debido a las especiales condiciones del suelo del Salar.

Por lo anteriormente expuesto, los riesgos naturales identificados para el área del Proyecto son los siguientes:

- Procesos geodinámicos (riesgo sísmico);

- Procesos morfodinámicos (deslizamientos, solifluxión, volcanismo, inundaciones y hundimientos);

- Lluvias.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.

Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

En base a los antecedentes antes indicados, SCL ha considerado las siguientes medidas asociadas a los riesgos naturales:

*Sismos o Hundimientos*

- El diseño de ingeniería del Proyecto contempla los riesgos señalados. Entre otros, el Proyecto dará cabal cumplimiento a la normativa vigente en el país, en lo referente al diseño y construcción de instalaciones asísmicas.

- Hasta donde técnicamente ha sido posible, en la definición del área de emplazamiento del Proyecto, SCL seleccionó el lugar tratando de reducir o minimizar alguno de los riesgos señalados (deslizamientos, inundaciones, hundimientos).

- Los trabajadores y eventuales subcontratistas que participen en la faena constructiva serán capacitados para el correcto actuar en caso de sismos que, entre otros, contempla la definición de zonas de seguridad, con el fin de mantener un orden y hacer más fácil la comunicación entre los trabajadores.

*Lluvias*

- En presencia de indicios de lluvia constante, se debe detener las actividades y trasladar al personal de terreno a zonas de resguardo. Estas zonas corresponden a la localidad de Peine específicamente y/u otras que la empresa así las tenga estipuladas.

- Todas las máquinas que se encuentren expuestas deben, en lo posible, ser tapadas para evitar que se mojen.

- Todo el personal debe ser evacuado y trasladado en los medios de transporte que la empresa posee para ello, hacia el campamento y la localidad de Peine, según corresponda.

### *7.3.3.2 Etapa de Operación*

Los riesgos asociados a la etapa de operación del Proyecto, pueden clasificarse en:

- Riesgos por eventos naturales;

- Riesgos por intervención humana voluntaria o involuntaria; y

- Riesgos propios de la operación.

A continuación se describen tales riesgos y las medidas preventivas contempladas por el Proyecto para evitar o reducir la tasa de ocurrencia de los mismos.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

### *Riesgos por Eventos Naturales*

Corresponden principalmente a eventos sísmicos, hundimientos, lluvias, etc., que puedan causar deterioro total o parcial de las pozas de evaporación y/o en sus instalaciones anexas. Al respecto, el Proyecto contempla las siguientes medidas preventivas:

- El diseño de ingeniería y la construcción de las pozas, obedecen a normas o estándares nacionales e internacionales para instalaciones del tipo contempladas por el Proyecto. En su diseño se han considerado las características físicas, sísmicas y climáticas del área de emplazamiento del Proyecto.

- El emplazamiento del proyecto se seleccionó de modo de reducir y minimizar los riesgos de deslizamientos, inundaciones y hundimientos.

### *Riesgos por Intervención Humana*

Corresponden a riesgos derivados de acciones de terceras personas, tales como, acciones terroristas o actos vandálicos que pudiesen afectar las instalaciones. Las medidas contempladas para prevenir estos riesgos, son las siguientes:

- Limitar el acceso a las instalaciones de tal forma de evitar la entrada de terceros o personas extrañas a puntos claves de la instalación.

- Se contará con un sistema de vigilancia de todas las pozas de evaporación e instalaciones anexas, de la misma forma que las actuales instalaciones de SCL en el Salar de Atacama.

- La operación y mantención de las pozas de evaporación será realizada por personal idóneo de SCL, debidamente capacitado y entrenado para ejercer esta función.

### *Riesgos propios de la Operación*

Por las características del Proyecto, se descarta la existencia de riesgos de operación que puedan afectar la estructura física de las pozas de evaporación y/o de sus instalaciones anexas. En el caso de los trabajadores, se identifican los siguientes tipos de riesgos en esta etapa:

- Exposición al sol, con el riesgo de sufrir quemaduras por la radiación U.V.

- Vista expuesta a salpicaduras de salmuera y a la refracción de los rayos U.V.

- Posible irritación de la piel por contacto con la salmuera.

- Riesgos con las maniobras de maquinaria pesada.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

- Golpes y lesiones sufridas por los trabajadores con los equipos de las pozas de evaporación y con las herramientas para desarrollar dichas funciones.

Las medidas de seguridad que se realizarán para evitar o reducir la ocurrencia de estos riesgos son las siguientes:

- Se entregará a los trabajadores todos los elementos de protección personal apropiados para sus funciones. Además, reciben constantemente capacitación sobre su uso, manipulación y preservación.

- Los trabajadores que realizan operaciones de mantención y reparación de los equipos de las pozas deben hacerlo con los implementos de seguridad adecuados.

- Los operadores de maquinarias pesadas están debidamente capacitados, en cuanto a la conducción de las mismas, medidas de seguridad y uso de implementos de seguridad personal, también sobre primeros auxilios. Los documentos de conducción y de la maquinaria pesada deben estar al día.

## 7.4. Plan de Contingencias

### 7.4.1 Para la Etapa de Construcción

Los principales riesgos que se identifican para esta etapa del Proyecto, corresponden a:

- Riesgos de accidentes de tránsito;

- Riesgos de accidentes de trabajadores;

- Riesgos de incendio;

- Riesgos naturales.

A continuación se describen las principales medidas consideradas por el Proyecto, para afrontar las eventuales contingencias que se produzcan de ocurrir los eventos listados anteriormente.

#### *7.4.1.1 Eventos por Accidentes de Tránsito*

Todo accidente debe ser informado por el trabajador en forma inmediata a su jefe directo, el cual informara a Prevención de Riesgos la gravedad, lugar, especialidad,



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

necesidad de atención medica, etc.

En caso de accidentes leves debe cumplirse con lo establecido en la ley de transito en cuanto a estacionamiento y señalización, en ningún caso se debe dejar el vehículo abandonado, y dar aviso inmediato vía frecuencia radial al supervisor directo.

En caso de accidentes menos graves se debe colocar una barrera o obstáculos de emergencia a 20 metros de distancia del vehículo, dar aviso inmediato vía frecuencia radial al supervisor directo o jefe de turno, quien coordinara el envió oportuno de un para-médico y personal mecánico adicional si es necesario.

En caso de accidentes graves, se deberá informar inmediatamente a:

- Jefe de turno o supervisor directo del área involucrada
- Paramédico
- Departamento de Prevención de riesgos

A todos ellos se debe indicar:

1. Lugar del accidente.
2. Cantidad de lesionados.
3. Tipos de lesiones.
4. Nombre y cargo.

Si en el accidente hubiera personas involucradas se debe proceder de la siguiente manera:

Mantener la calma, comunicarse en forma inmediata vía radial o través de un segundo testigo, con un jefe de turno o supervisor directo, indicando:

- Lugar del accidente.
- Cantidad de lesionados.
- Tipo de lesiones.
- Su nombre y cargo.

En caso de accidentes graves o con resultados fatales se debe llamar a carabineros tomando en cuenta el no alterar el sitio del suceso.

### *7.4.1.2 Eventos por Accidentes de Trabajadores*

Todo accidente debe ser informado por el trabajador en forma inmediata a su jefe directo, el cual informara a Prevención de Riesgos la gravedad de la lesión, lugar, especialidad, necesidad de atención médica, etc.

Si la lesión es menor, el accidentado será atendido con botiquín de primeros auxilios ubicado en la instalación de faenas. Si la gravedad de la lesión requiere de atención médica, el accidentado debe ser derivado a la mutualidad que corresponda. El





Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

accidentado tendrá como plazo máximo 24 hrs. para su denuncia, pasado este plazo se entenderá que el accidente no ha ocurrido en la faena.

En caso de sufrir un accidente de trabajo en el trayecto desde su hogar al trabajo o de éste a su hogar, será responsabilidad del trabajador reunir los antecedentes necesarios para que éste sea considerado de trayecto. Para ello debe realizar la respectiva denuncia a carabineros y entregar un comprobante de atención en Posta, Hospital, etc. y presentar nombres de testigos del accidente.

Recomendaciones Generales ante la Ocurrencia de Accidentes:

Todo el personal que detecte o presencie un accidente, debe mantener la calma, comunicarse en forma inmediata vía radial o través de un segundo testigo, con un jefe de turno o supervisor directo, indicando:

- Lugar del accidente.
- Cantidad de lesionados.
- Tipo de lesiones.
- Su nombre y cargo.

En caso de accidentes serios queda estrictamente prohibido mover al accidentado hasta que reciba ayuda de personal especialmente entrenado. Sólo se moverá si existe una condición de riesgo vital inminente. El paramédico será el responsable de atender al accidentado.

El jefe de turno o supervisor directo del área donde se produce el accidente coordinará las comunicaciones necesarias para el manejo de la emergencia, dependiendo de la gravedad.

Una vez prestada la atención de primeros auxilios y de acuerdo a la evaluación del paramédico, el accidentado podrá ser trasladado a la Mutual de Seguridad de Calama.

### *7.4.1.3 Eventos de Incendio*

Todo el personal que detecte un amago de incendio o presencie el desarrollo de un incendio, debe mantener la calma y proceder a ubicar la estación con los materiales para combatir el fuego más cercana y procurar apagarlo haciendo uso de dichos materiales. Si ello no es posible, debe comunicarse en forma inmediata vía radial o través de un segundo testigo, con un jefe de turno o supervisor directo, indicando:

- Lugar del incendio.
- Áreas, sectores o edifícios afectados.
- Si hay personas involucradas
- Si hay lesionados.
- Tipo de lesiones.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.

Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

- Su nombre y cargo.

#### *7.4.1.4 Eventos Naturales*

*Sismos*

En caso de sismos se deberá actuar de la siguiente manera:

- Conservar la calma. Pensar con claridad es lo más importante en esos momentos. "No se deje dominar por el pánico". Un fuerte temblor durará menos de un minuto, probablemente 30 segundos.
- Evaluar su situación. Si está dentro de un edificio, permanezca ahí, a menos que haya cerca una salida libre y esté seguro que no corre peligro afuera. Si está fuera, permanezca allí y vaya a refugiarse en la zona de seguridad definida para esos efectos. No correr hacia ese lugar
- Avisar a las personas a su alrededor que se cubran. Cuídese de los objetos que puedan caer.
- Refugiarse debajo de un escritorio, mesa de madera u otro mueble fuerte si está en una oficina. Si no hay muebles, diríjase a la esquina de una oficina pequeña o pasillo.
- Colocarse en cuclillas o sentado, agarrado del mueble, cubriéndose la cabeza y el rostro. Los marcos de las puertas no son necesariamente los lugares más seguros por el movimiento de abre y cierra de éstas y el hecho de que no sean tan fuertes como se esperaba.
- Evitar acercase a paredes, ventanas, anaqueles, escaleras y al centro de salones grandes.
- Buscar un lugar seguro. Si es una persona con impedimentos en silla de ruedas, poner el freno a las ruedas.

*Lluvias*

Si a pesar de las medidas de prevención, la lluvia sorprende a un grupo de trabajadores se debe actuar de acuerdo con lo que se indica en el plan de emergencia del la Planta El Salar de SCL.

### 7.4.2 Etapa de Operación

Los riesgos asociados a la etapa de operación del Proyecto, pueden clasificarse en:

- Riesgos por eventos naturales;
- Riesgos por intervención humana voluntaria o involuntaria; y
- Riesgos propios de la operación.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

A continuación se describen las acciones a emprender en caso que se generen esas contingencias.

### *7.4.2.1 Eventos Naturales*

Al respecto se procederá a realizar las mismas medidas dispuestas para la etapa de construcción.

### *7.4.2.2 Eventos por riesgos propios de la Operación*

- Quemaduras por la radiación U.V.

Se procederá a llevar al afectado a la posta de Peine.

- Afectación de ojos por salpicaduras de salmuera y por la refracción de los rayos U.V.

Se procederá a llevar al afectado a la posta de Peine

- Irritación de la piel por contacto con la salmuera.

Se procederá a llevar al afectado a la posta de Peine

- Accidentes por trabajos con maquinaria pesada.

Se procederá de acuerdo con los procedimientos de SCL aprobados por el Sernageomin y el Servicio de Salud.

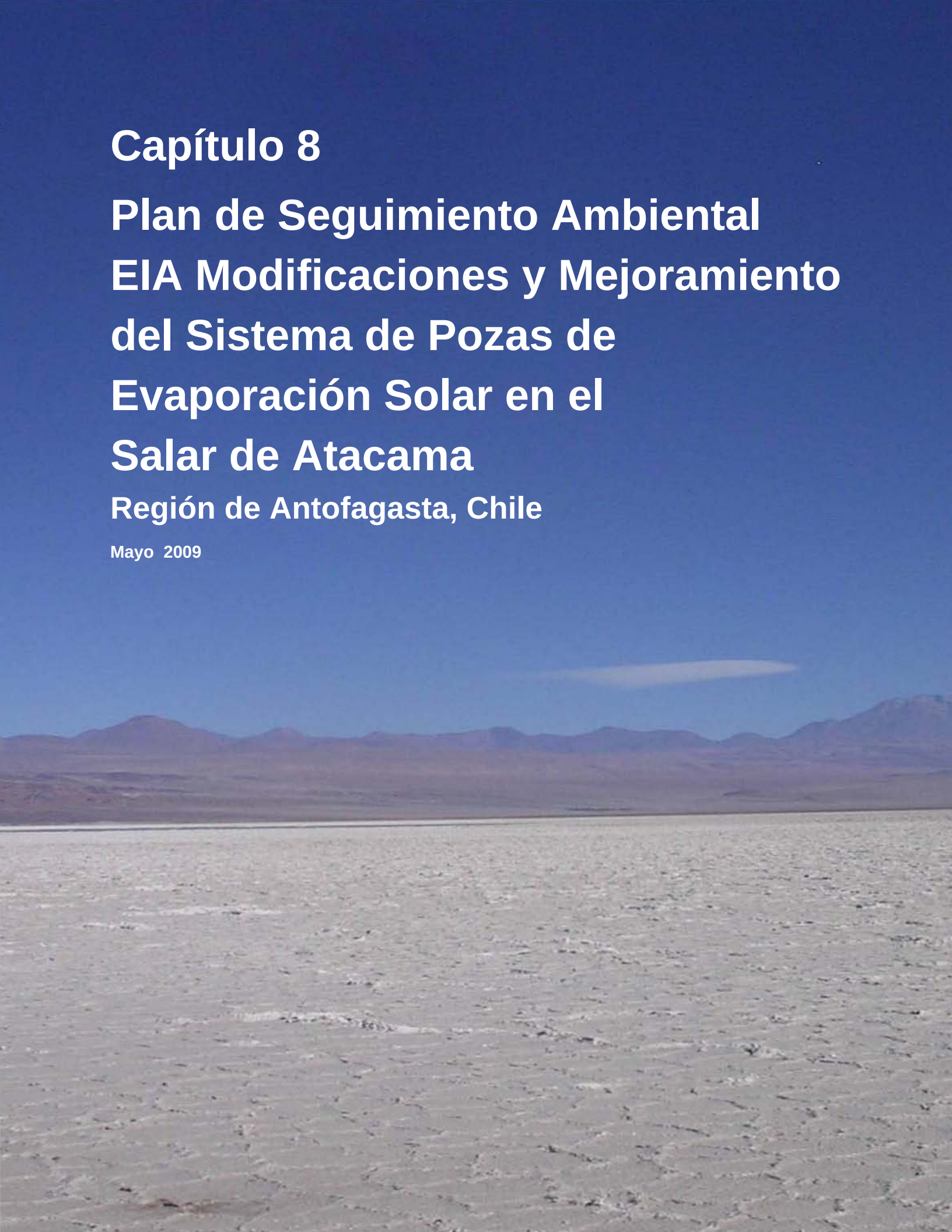
- Golpes y lesiones sufridas por los trabajadores con los equipos de las pozas de evaporación y con las herramientas para desarrollar dichas funciones.

Se procederá de acuerdo con los procedimientos de SCL aprobados por el Sernageomin y el Servicio de Salud.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.

Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl



# Capítulo 8

# Plan de Seguimiento Ambiental EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

**Mayo 2009**

## ÍNDICE

**8. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL ..... 8-1**

8.1. Introducción ..... 8-1
8.2. Plan de Seguimiento ..... 8-1
8.3. Compromisos asumidos por el titular ..... 8-2

## ÍNDICE

Tabla 8.1. Compromisos de seguimiento voluntario asumidos por el titular ..... 8-3



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 8. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

## 8.1. Introducción

Este capítulo presenta el Plan de Seguimiento del Proyecto. La finalidad de este plan es asegurar que las variables ambientales relevantes que dieron origen al Estudio de Impacto Ambiental evolucionan según lo establecido en la documentación que forma parte de la evaluación realizada.

El Plan de Seguimiento contempla los siguientes aspectos:

- Seguimiento de los Impactos Ambientales
- Seguimiento del Cumplimiento de Normativas Ambientales
- Compromisos voluntarios asumidos por el titular

## 8.2. Plan de Seguimiento

Normalmente, los planes de seguimiento se establecen para todos aquellos impactos que han sido evaluados, al menos, como significativos y muy significativos. El seguimiento de cada impacto comienza de forma conjunta con el inicio de cada fase del Proyecto en el cual se generan dichos impactos. En el caso del proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama” no se han identificado impactos ambientales de caracter significativo o muy significativo. Sin perjuicio de lo anterior, el titular propone un plan voluntario de seguimiento ambiental sobre aquellas medidas del mismo carácter establecidas en el capitulo 7 del presente EIA.

El Plan Voluntario de Seguimiento de los Impactos Ambientales especifica los siguientes aspectos:

- Componente ambiental: Corresponde a los elementos constituyentes del medio ambiente que serán monitoreados, para caracterizar el estado y evolución del mismo.
- Fase del Proyecto: Indica la fase en la cual el componente ambiental será objeto de medición y monitoreo.
- Impacto ambiental: Indica el impacto ambiental que ha sido identificado y que da origen al monitoreo.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

- Monitoreo: Describe en qué consistirá el monitoreo.
- Duración y Frecuencia: Indica la extensión de tiempo en que se efectuarán las mediciones, tomas de muestras y análisis de cada parámetro y su periodicidad.
- Entrega de información: Se establecen las frecuencias y plazos para la entrega de los informes del Programa a los organismos competentes.

## 8.3. Compromisos asumidos por el titular

El plan de seguimiento ambiental se realizará en función de aquellos compromisos adquiridos por el titular, definidos en el capitulo 7 del presente estudio. En la siguiente tabla se presenta el seguimiento ambiental considerado por el titular.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 8.1. Compromisos de seguimiento**

| Componente Ambiental | Fase del Proyecto | Impacto Ambiental Potencial | Monitoreo | Parámetro | Niveles o limites comprometidos | Procedimiento de Medición | Duración y frecuencia | Entrega de Información |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FÍSICO Hidrogeología** | Operación | Variación de nivel de salmuera en el núcleo y variación de nivel de agua subterránea en acuíferos de Tilopozo y Tucúcaro | Monitoreo de niveles de salmuera y agua dulce en pozos de muestreo definidos por el titular (Ver Anexo 7.1) | Nivel de salmuera y de agua subterránea | Se realizarán mediciones de niveles en los pozos de observación existentes y en los nuevos que estarán orientados hacia el seguimiento de las lagunas. Si se registrara un descenso mayor a 25 cms. respecto del menor valor medido durante el primer año en el pozo más cercano a las lagunas, se disminuirá el bombeo de salmuera desde los pozos más cercanos a las lagunas. | Mediciones en pozos de acuerdo al anexo 7.1 | Medición mensual y reporte trimestral | COREMA, DGA |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Componente Ambiental | Fase del Proyecto | Impacto Ambiental Potencial | Monitoreo | Parámetro | Niveles o limites comprometidos | Procedimiento de Medición | Duración y frecuencia | Entrega de Información |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FÍSICO Hidrología** | Operación | Cambios en la morfología de las lagunas | Monitoreo de niveles de agua de las lagunas La Punta, La Brava, Salada, Saladita e interna Cobertura de las lagunas La Punta y La Brava a través de imágenes satelitales y batimetrías | Características de las lagunas | Mantención de los niveles dentro de su variación histórica. | Mediciones de campo y análisis de imágenes satelitales | Seguimiento imágenes satelitales con frecuencia semestral, y batimetrías anuales | COREMA, DGA |
| **FÍSICO Calidad de Agua** | Operación | Alteración parámetros físico-químicos salmuera y lagunas La Punta y La Brava | Calidad de agua de salmuera en pozos de muestreo definidos por el titular y en puntos de muestreo definidos en las lagunas La Punta La Brava | Parámetros de calidad de agua, densidad, temperatura, oxigeno disuelto, Li, K, Mg, Ca, SO4 y Na | Mantención de los niveles dentro de su variación histórica. | Mediciones de campo y análisis de laboratorio | Medición mensual y reporte trimestral | COREMA, DGA |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

Del mismo modo, se realizará el seguimiento ambiental de las medidas asumidas por el titular relacionadas con las lagunas Salada, Saladita e Interna, descritas en el capitulo 7. Estas medidas consisten en el seguimiento y reporte de los niveles y calidad de agua del sistema de lagunas Salada- Saladita e Interna con una frecuencia mensual, cuyo reporte se entregará trimestralmente a COREMA y DGA regional.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.

Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl



# Capítulo 9

# Fichas Resumen de los Contenidos del EIA

# EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

Mayo 2009

## ÍNDICE

**9. FICHAS RESUMEN DE LOS CONTENIDOS DEL EIA ..... 9-1**

9.1. Introduccion ..... 9-1
9.2. Ficha de Descripción de Proyecto ..... 9-1
9.3. Ficha de Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable ..... 9-24
9.4. Fichas de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación de Impactos ..... 9-42
9.5. Ficha de Plan de Seguimiento Ambiental ..... 9-55

## ÍNDICE

Tabla 9.1. Ficha resumen descripción de proyecto ..... 9-2
Tabla 9.2. Ficha resumen de las principales emisiones y descargas al ambiente ..... 9-17
Tabla 9.3. Ficha resumen Normativa Ambiental de Carácter General Aplicable Al Proyecto ..... 9-25
Tabla 9.4. Ficha resumen normativa ambiental de carácter específico aplicable al Proyecto ..... 9-27
Tabla 9.5. Ficha resumen Permisos Ambientales Sectoriales Requeridos por el Proyecto ..... 9-37
Tabla 9.6. Resumen de seguimiento de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto ..... 9-43
Tabla 9.7. Ficha resumen Identificación de Riesgos y Medidas Contempladas por el Proyecto ..... 9-46
Tabla 9.8. Resumen de las principales medidas consideradas por el Proyecto ..... 9-51
Tabla 9.9. Ficha resumen compromisos de seguimiento ambiental asumidos por el titular ..... 9-56



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 9. FICHAS RESUMEN DE LOS CONTENIDOS DEL EIA

## 9.1. Introduccion

El presente capítulo incluye las fichas señaladas en el artículo 12 letra j) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Reglamento del SEIA, Decreto Supremo Nº 95/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia), contempladas por el proyecto **"Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporacion Solar en el Salar de Atacama"**, cuyo titular es la empresa Sociedad Chilena de Litio Ltda.

Este conjunto de fichas corresponde a los contenidos a que se refiere el Artículo 12, en las letras c) Descripción de Proyecto; d) Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable; h) Plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación; e i) Plan de seguimiento de las variables ambientales.

## 9.2. Ficha de Descripción de Proyecto

La ficha correspondiente al capítulo de Descripción de Proyecto (Capítulo 2 del presente EIA) identifica, para cada fase del Proyecto, las obras y acciones que se contemplan ejecutar; la forma, lugar y oportunidad de su ejecución.

La ficha que resume este aspecto se encuentra en la Tabla 9.1 y Tabla 9.2.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.1. Ficha resumen descripción de proyecto**

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Principales Obras y Actividades Constructivas | - Enrase del terreno, nivelación y trazado de pozas.<br>- Construcción de los pretiles con cloruro de sodio.<br>- Colocación de una capa de arcilla sobre los taludes internos y en el piso de la poza.<br>- Colocación de una membrana de PVC sobre la capa de arcilla.<br>- Verificación de la impermeabilidad de la membrana visualmente y por conductividad eléctrica.<br>- Colocación del geotextil en los taludes internos de las pozas de evaporación, con el objeto de proteger la membrana de la radiación solar.<br>- Colocación de una capa de sal para proteger el geotextil y el PVC. | Las actividades se realizan en las áreas comprendidas dentro de la propiedad de SCL ubicadas en el Salar de Atacama, provincia de El Loa, II Región de Antofagasta. | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 11 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Materiales e Insumos Requeridos | En la Tabla 2.5 se detallan el listado de materiales e insumos a utilizar en el Proyecto entre los cuales se encuentran: Geotextil, Membrana de PVC, Arcilla, cloruro de sodio, Tubería y fitting de PVC y Polietileno | El geotextil, tubería, membrana de PVC, fitting de PVC y Polietileno, serán adquiridos a empresas proveedoras, de preferencia con centros de distribución localizados en la II Región.<br>La arcilla será extraída desde un sector de material de empréstito ubicado en el Llano de la Paciencia, de propiedad de SCL mientras que el cloruro de sodio será extraído de acopios generados por la operación, ubicados en zonas cercanas al área del Proyecto. | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 12 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Instalación de Faena | El Proyecto no contempla la instalación de infraestructura de apoyo siendo utilizadas las instalaciones existentes de SCL en el Salar.<br>Asimismo, el Proyecto no contempla la instalación o habilitación de campamento. | Instalaciones existentes de SCL en el Salar de Atacama.<br>El personal a contratar tendrá principalmente residencia en San Roque de Peine, localidad que se localiza a 27 km al oriente del área del Proyecto. | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 12 |
| Maquinarias | Los equipos de mayor envergadura requeridos durante la etapa de construcción del Proyecto, son principalmente los siguientes: bulldozer, retroexcavadoras, camiones y cargadores frontales. Estos equipos trabajan normalmente en las instalaciones de SCL, en el Salar de Atacama. | Dentro de las obras desarrolladas en el Proyecto, Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 13 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Prueba y Puesta en Marcha | Se llevarán a cabo todas las pruebas necesarias que permitan establecer el buen funcionamiento de las instalaciones del Proyecto y así poder ponerlo en marcha. | Dentro de las obras desarrolladas en el Proyecto, Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 13 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Requerimiento y Abastecimiento de Agua | La empresa cuenta con un sistema particular de agua potable, aprobado por la autoridad sanitaria (Resolución Exenta Nº 3739, de fecha 26 de agosto de 1997) que consiste en el tratamiento de agua a través de una planta de osmosis inversa. Asimismo, en el caso del campamento de SCL en San Roque de Peine, el respectivo sistema particular de agua potable también se encuentra aprobado por la autoridad sanitaria (Resolución Exenta Nº 4167, de fecha 11 de septiembre de 2002).<br>El suministro de agua potable cumplirá con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud. En cuanto a la calidad del agua potable, ésta cumplirá con lo establecido en la Norma Oficial Chilena NCh 409/1 Of. 84. Se estima un consumo de agua potable cercano a 120 $m^3$/mes (considerando 100 litros/día-persona y una dotación promedio de 40 personas en cada etapa de construcción). En esta etapa no se requerirá de agua de tipo industrial. | Instalaciones de faenas y lugar de ejecución de las obras, Planta SCL, Salar de Atacama<br>. | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 13 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Requerimientos Sanitarios | Se utilizará el sistema particular de alcantarillado, de tipo evapo-transpiración, existente en la planta de SCL, autorizado por la autoridad sanitaria (Resolución Exenta Nº 3740, de fecha 26 de agosto de 1997, del entonces Servicio de Salud de Antofagasta) y también de algunos baños químicos en los frentes de trabajo. | Campamento y Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 13 |
| Requerimiento de Electricidad | La utilización de energía eléctrica se limita al uso de pequeñas herramientas mecánicas | Ejecución de las obras, Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 14 |
| Requerimiento de Combustible | Se utilizará petróleo Diesel, cuyo consumo durante la primera etapa se estima en aproximadamente 20 $m^3$/mes durante un período estimado de 14 meses y 10 $m^3$/mes para la segunda etapa del Proyecto, la cual tendría una duración estimada de 10 meses. | Ejecución de las obras para el abastecimiento de vehículos, maquinaria y camiones utilizados en la faena constructiva. Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 14 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Requerimientos de Transporte | El transporte se efectuará producto del traslado de los materiales de construcción, tales como cloruro de sodio, arcilla, membranas de PVC y geotextil, así como también del personal necesario para la obra.<br>Los flujos vehiculares estimados para las etapas de construcción se presentan en la Tabla 2.5.3 | Planta la Negra (Antofagasta) - Planta SCL | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 14 |
| Requerimiento de Recurso Humano | Se estima que se requerirá la contratación de aproximadamente 40 personas en cada etapa de construcción del Proyecto. | Se privilegiará que el personal a contratar sea de la zona, con residencia en San Roque de Peine y/o de la comuna de San Pedro de Atacama. | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 15 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Medidas de Seguridad | Toda la maquinaria y herramientas que se utilicen durante la construcción del Proyecto, contarán con la debida protección en sus partes móviles, transmisiones y puntos de operación para minimizar el eventual riesgo que puedan tener.<br>SCL velará por el cabal cumplimiento de las exigencias en esta materia, contenidas en el Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud. | Para todas las obras y acciones contempladas en el Proyecto. | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 15 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Proceso de Producción | El proceso de producción de salmueras concentradas de Litio, consiste en:<br>- Bombeo de salmuera de los pozos de extracción.<br>- Evaporación solar en las pozas.<br>- Cosecha de sales precipitadas en las pozas. | Las salmueras son bombeadas a las pozas de evaporación.<br>Las salmueras concentradas en litio son almacenadas en reservorios construidos de igual forma que las pozas de evaporación. Desde ahí se cargan los camiones aljibe que transportan la salmuera a la planta química ubicada en el sector de La Negra, en Antofagasta. | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 16 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Antecedentes Operacionales | Las tortas de acopio de sales son estables frente a la acción del viento debido a su contenido de humedad.<br>En el eventual caso de generarse algún problema de erosión en los taludes o en el piso de sales, éste será de fácil y rápida reparación.<br>Las medidas de prevención que serán utilizadas para detectar eventuales filtraciones de salmuera durante la etapa de operación del Proyecto, serán aquellas que históricamente y de manera exitosa ha implementado SCL en sus instalaciones. | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 16 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Requerimiento y Abastecimiento de Agua | Los requerimientos de agua durante la etapa de operación están dados por:<br>- Consumo de agua potable para los trabajadores.<br>- Consumo de agua industrial para el proceso.<br>El requerimiento del agua potable utilizada por los 12 trabajadores durante la etapa de operación del Proyecto se estima en 1.200 litros/día.<br>El agua cumplirá con los requisitos señalados en el Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud, y con la Norma Oficial Chilena NCh 409/1 Of. 84.<br>En cuanto al agua industrial, se requerirá aumentar el consumo en aproximadamente 2 litros/segundo. | El agua se obtendrá de los pozos existentes con que cuenta SCL, de los cuales posee los respectivos derechos de agua constituidos | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 17 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Requerimientos Sanitarios | El Proyecto contempla usar el actual sistema de alcantarillado particular de SCL, el cual consiste en un sistema de evapo-transpiracióneste autorizado por la autoridad sanitaria de la II Región.<br>Se dará cabal cumplimiento a la normativa vigente en esta materia, contenida en el DS Nº 594/99 del Ministerio de Salud. | Campamento y Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 17 |
| Requerimientos de Electricidad | Durante la etapa de operación no será requerida energía eléctrica adicional para el funcionamiento de las pozas de evaporación solar. | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 18 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Requerimiento de Combustible | Se utilizará petróleo Diesel, el cual será utilizado principalmente en el abastecimiento de vehículos en general.<br>SCL cuenta con un estanque propio de 200 $m^3$ de capacidad, el cual cumple con la normativa vigente para el almacenamiento de combustibles líquidos destinados a consumos propios (Decreto Supremo Nº 379/86 del Ministerio de Economía). | SCL cuenta en el Salar con suministro de combustible en planta, operado por una empresa autorizada. | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 18 |
| Requerimiento de Transporte | El transporte en la etapa de operación está asociado al traslado de salmuera desde el Salar de Atacama hasta la Planta La Negra, en Antofagasta, además del transporte de insumos y personal. En la Tabla 2.6.1 se resumen los requerimientos de transporte asociados a las etapas de operación del Proyecto. | Desde el Salar de Atacama hasta Planta La Negra en Antofagasta. | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 18 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Requerimiento de Recurso Humano | La mano de obra que se va a contratar se estima en 12 personas y serán trabajadores principalmente de la comuna de San Pedro de Atacama, con residencia en la localidad de San Roque de Peine. | Se contratarán trabajadores principalmente de la comuna de San Pedro de Atacama, con residencia en la localidad de San Roque de Peine. | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 19 |
| Medidas de Seguridad | Toda la maquinaria y herramientas contarán con la debida protección en sus partes móviles, transmisiones y puntos de operación para minimizar el eventual riesgo que puedan tener.<br>SCL velará por el cabal cumplimiento de las exigencias en esta materia, contenidas en el Decreto Supremo Nº 594/99 del Ministerio de Salud. | Para todas las obras y acciones contempladas en el Proyecto | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 19 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Eventual cierre de Proyecto | Las construcciones e instalaciones contempladas por el Proyecto tienen una vida útil de 30 años y formarán parte de las actuales instalaciones existentes en la Planta de SCL, ubicadas en el Salar de Atacama.<br><br>Consistente con lo anterior, el eventual cierre del Proyecto coincidirá con el abandono de las otras instalaciones de SCL existentes en el Salar de Atacama.<br><br>SCL presentó en el mes de febrero de 2009 al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) el respectivo Plan de Cierre de Faenas Mineras, a que se refiere el Decreto Supremo Nº 72/85 del Ministerio de Minería, Reglamento de Seguridad Minera, modificado posteriormente por el Decreto Supremo Nº 132/2002 del mismo ministerio. | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Cierre | Capitulo 2<br><br>Página 20 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.2. Ficha resumen de las principales emisiones y descargas al ambiente**

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Emisiones Atmosféricas | Las principales emisiones atmosféricas corresponderán básicamente a material particulado y gases de combustión generados por la maquinaria y camiones a utilizar. En la Tabla 2.8.1 se presenta una estimación de las emisiones las cuales no revisten importancia desde el punto de vista ambiental. No obstante a que el Proyecto no generará emisiones atmosféricas relevantes durante su construcción, SCL ha estimado oportuno comprometer la implementación de las siguientes medidas tendientes a evitar o minimizar las emisiones de polvo durante esta etapa:<br>- Humectación con salmuera de bischofita en los frentes de trabajo y áreas no pavimentadas por donde transitan los vehículos vinculados con la ejecución de la obra.<br>- Transporte de los materiales en camiones con carga cubierta.<br>- Control de velocidad al interior de la obra (máximo 50 km/hora). | Ejecución de las obras. Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 21 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Emisiones Atmosféricas | Durante la etapa de operación del Proyecto, se generarán emisiones de gases y material particulado producto de las emisiones de combustión interna generadas por los camiones y buses que transportarán los insumos y productos desde y hacia la Planta La Negra, en Antofagasta, y los trabajadores desde y hasta sus hogares. En la Tabla 2.8.2 se presenta la estimación de las emisiones atmosféricas mencionadas. | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 22 |
| Efluentes Líquidos | El Proyecto generará únicamente aguas servidas producto del desarrollo de faena de la obra. El Proyecto contempla el uso del actual sistema particular de aguas servidas de la planta (autorizado por la autoridad sanitaria regional) y también de algunos baños químicos en los frentes de trabajo. | Ejecución de las obras. Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 23 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Efluentes Líquidos | En la etapa de operación sólo se generarán aguas servidas domésticas cuyo manejo y disposición de será de la misma forma en que se eliminan actualmente, mediante el sistema de evapo-transpiración que se encuentra autorizado por la autoridad sanitaria.<br>El Proyecto no generará residuos industriales líquidos. | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 23 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Residuos Sólidos | Los principales residuos sólidos generados por el Proyecto, serán los siguientes:<br>- Residuos sólidos industriales, los cuales corresponden a materiales de embalaje, plásticos, etc., generados durante la ejecución de la obra, los que serán reciclados en la misma instalación de SCL.<br>- Residuos sólidos domésticos ligados esencialmente a la faena (restos de comidas, papeles, cartones, etc.).<br>En la Tabla 2.8.3 se resume las cantidades de residuos sólidos que generará el Proyecto durante la etapa de construcción, como también el sistema de almacenamiento en el predio de la instalación y el destino final de cada uno de ellos. | Ejecución de las obras. Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 24 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Residuos Sólidos | Durante la operación del Proyecto los residuos sólidos domésticos se incrementarán en el equivalente a 12 personas.<br><br>Debido a las características del Proyecto, el único residuo sólido de carácter industrial a generar es el cloruro de sodio el cual se almacenará en acopios que serán compactados mediante el tránsito de maquinaria pesada durante su formación. La humedad natural de las sales permite la formación de pilas estables, donde en 25 años SCL no ha observado impactos ambientales, lo que avala la hipótesis que estas sales no constituyen sustancias contaminantes.<br><br>En la Tabla 2.8.4 se indica la generación diaria de residuos sólidos domésticos e industriales durante la etapa de operación del Proyecto. | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br><br>Página 25 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Ruido | En la etapa de construcción se generarán emisiones sonoras producto del uso de maquinaria y vehículos en la obra.<br>En la Tabla 2.8.5 se indica los resultados de la proyección de los niveles de ruido en un radio de 100 metros alrededor de la faena para algunos tipos de maquinaria utilizada, los cuales se encuentran bajo el límite máximo permisible que establece el Decreto Supremo Nº 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. | Ejecución de las obras. Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Construcción | Capítulo 2<br>Página 26 |
| Ruido | En la etapa de operación, el Proyecto no realizará actividades que generen niveles de ruido relevantes. En efecto, el funcionamiento del sistema de manejo de la salmuera en las pozas de evaporación se realiza principalmente por gravedad y puntualmente por bombas. | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 27 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Obras o acciones que se contemplan ejecutar | Forma | Lugar | Oportunidad de su ejecución | Referencia de la página del EIA donde se describe detalladamente dicha obra o acción |
|---|---|---|---|---|
| Emisión lumínica | Durante la etapa de construcción, el Proyecto no generará emisiones lumínicas. Las faenas constructivas se desarrollarán exclusivamente en horario diurno. | Ejecución de las obras. Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de construcción | Capítulo 2<br>Página 27 |
| Emisión lumínica | Durante la etapa de operación, el Proyecto no generará emisiones lumínicas adicionales en horario nocturno, debido a que los trabajos sólo se realizarán durante el día. Sin perjuicio de lo anterior la luminaria a instalar dará cumplimiento a la normativa aplicable en esta materia (Decreto Supremo Nº 686/99 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción). | Planta SCL, Salar de Atacama | Etapa de Operación | Capítulo 2<br>Página 27 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 9.3. Ficha de Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable

Esta ficha tiene por objeto identificar la normativa ambiental aplicable al Proyecto (Capítulo 3 del presente EIA), como así también los permisos ambientales sectoriales relacionados; identificando la componente ambiental involucrada; la forma en que se dará cumplimiento a las obligaciones contenidas en dichas normas, y el organismo de administración del Estado competente en su fiscalización. Por las características de los aspectos involucrados en materia ambiental, se han preparado 3 fichas; una de ellas con la normativa ambiental general aplicable al Proyecto, segunda referida a la normativa ambiental específica y una tercera ficha resumen que detalla los permisos ambientales sectoriales correspondientes al Proyecto, todo ello a acorde a lo señalado por el Reglamento del SEIA.

Las fichas que resumen los aspectos mencionados se encuentran en las Tabla 9.3, Tabla 9.4 y Tabla 9.5.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.3. Ficha resumen Normativa Ambiental de Carácter General Aplicable Al Proyecto**

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA. |
|---|---|---|---|
| Constitución Política de la República de Chile | El Proyecto se ajustará a las disposiciones constitucionales, ejerciendo los derechos y cumpliendo las obligaciones que le corresponden y respetando las normas legales que regulan la actividad económica bajo evaluación ambiental. | La fiscalización es ejercida por los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental en el ámbito propio de sus atribuciones sectoriales, así como de las obligaciones surgidas de la resolución de calificación ambiental, en tanto que la aplicación de sanciones por infracciones a esta resolución, así como a la normativa ambiental, corresponde a la CONAMA Regional | Capitulo 3<br>Página 1 |
| Ley Nº 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente | El titular da cumplimiento a estas exigencias, mediante el sometimiento del Proyecto Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama al SEIA a través del presente EIA. El cumplimiento de la normativa ambiental aplicable se hará en los términos que se indican en cada caso en este mismo capítulo. | CONAMA Regional y los servicios públicos con competencia ambiental. | Capitulo 3<br>Página 2 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA. |
|---|---|---|---|
| Decreto Supremo Nº 95/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. | El titular da cumplimiento a estas exigencias, mediante el sometimiento del Proyecto al SEIA, a través del presente EIA. El cumplimiento de la normativa ambiental aplicable se hará en los términos que se indican en cada caso en este mismo capítulo. | CONAMA Regional y servicios públicos con competencia ambiental. | Capitulo 3<br>Página 3 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.4. Ficha resumen normativa ambiental de carácter específico aplicable al Proyecto**

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Componente Aire** | | | |
| DS MINSAL 144/1961, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes de Cualquier Naturaleza | Las emisiones atmosféricas, tanto en la etapa de construcción como operación se refieren fundamentalmente a material particulado y gases de combustión, los que se encuentran asociados al funcionamiento de motores Diesel de la maquinaria y los camiones de la obras, como asimismo al movimiento de maquinaria.<br>En cuanto a los gases de combustión, se dará cumplimiento a las normas de emisión establecidas para este tipo de fuente emisoras. En cuanto a las emisiones de material particulado, se implementarán diferentes medidas durante el período de construcción. | Autoridad Sanitaria | Capitulo 3<br>Página 3 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Biodiversidad** | | | |
| DS MINSEGPRES 757/2004 Procedimiento Clasificación de Especies | En el área de influencia del proyecto se identificaron 9 especies en categoría de conservación, ya sea de acuerdo a los listados oficiales instruidos por CONAMA o según listados disponibles en la literatura especializada. Dichos listados fueron considerados para determinar los efectos sobre la biodiversidad según se expone en el capítulo 4 de este EIA, y se concluye que ellas no se verán afectadas por ninguna obra asociada al proyecto. | Servicio Agrícola Ganadero | Capitulo 3<br>Página 4 |
| Ley 4.601 sobre Caza y DS Agricultura 05/1998, Reglamento de la Ley de Caza | En el área de influencia del proyecto se identificaron 9 especies en categoría de conservación de acuerdo al listado de la ley de caza, los cuales fueron considerados para determinar los efectos sobre la biodiversidad según se expone en el capítulo 4 de este EIA, y se concluye que ellas no se verán afectadas por ninguna obra asociada al proyecto | Servicio Agrícola y Ganadero. | Capitulo 3<br>Página 5 |
| Resolución DGA 87/2006, Modifica Resolución DGA Nº 529 de 2003 en el Sentido de Actualizar Identificación y Delimitación de Acuíferos que Alimentan Vegas y Bofedales de la II Región de Antofagasta | El Proyecto se ubica próximo a la Laguna Brava, La Punta, Salada, Saladita e Interna, acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la Región de Antofagasta, identificadas por la Resolución DGA 87/2006.<br>Sin perjuicio del anterior, no se prevén efectos adversos significativos con ocasión del desarrollo del proyecto | Dirección General de Aguas. | Capitulo 3<br>Página 6 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Componente Ruido** | | | |
| D.S. Nº 146, Reglamento Sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas | Durante la etapa de construcción, el ruido se encontrará asociado al uso de maquinaria y vehículos en obra. Se estima que los niveles de ruido serán los característicos de una faena constructiva, cumpliéndose el estándar ambiental establecido en la norma para zonas rurales. No obstante lo anterior, se adoptarán las medidas de control de ruidos que aconsejan las mejores prácticas y técnicas constructivas.<br><br>Durante la etapa de construcción, atendida la naturaleza y ubicación del proyecto, no se preveen emisiones de ruidos molestos significativos. | Autoridad Sanitaria | Capitulo 3<br><br>Página 6 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Suelo** | | | |
| DFL 458/1976 MINVU Ley General de Urbanismo y Construcciones y DS 47/1992 MINVU Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones | De acuerdo al Plan Regulador Comunal de San Pedro de Atacama, aprobado por medio de Resolución Nº 25/1998 del Gobierno Regional de Antofagasta, el proyecto se emplaza fuera del límite urbano, por lo que requiere del permiso ambiental sectorial identificado en el artículo 96 del Reglamento del SEIA, cuyos antecedentes se presentan en el Anexo 3.2 (Cambio de Uso de Suelo-PAS 96). | I. Municipalidad de San Pedro de Atacama. | Capitulo 3<br>Página 7 |
| **Derechos Indígenas** | | | |
| Decreto Supremo Ministerio RREE Nº 236/2008, promulga el Convenio Nº 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo. | Si bien los tratados internacionales no establecen obligaciones para particulares, cabe hacer presente que el señalado Convenio aún no ha entrado en vigencia, lo cual ocurrirá en septiembre de 2009. No obstante ello, el proyecto ha considerado los criterios contenidos en este instrumento internacional. | Obliga al Estado de Chile, por lo tanto los organismos públicos deberán cumplir la normativa que se dicte en función a este Convenio. | Capitulo 3<br>Página 8 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| Ley 19.253 sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas. | El área más cercana es la localidad de Peine donde habita la Comunidad Indígena Lickan Antai (atacameña). Asimismo, el proyecto se ubica dentro del Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande, declarada por medio del DS MIDEPLAN Nº 70/1997. No obstante, cabe hacer presente que las instalaciones de SCL son previas a dicha declaración y en este sentido formaron parte de los antecedentes que la autoridad tuvo en consideración en su oportunidad. Además, atendida las características del proyecto y la circunstancia que se emplaza dentro de las instalaciones de SCL, no se preven impactos relevantes. | CONADI. | Capitulo 3<br>Página 9 |
| **Patrimonio Cultural** | | | |
| Ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales y su Reglamento el DS 484/1990 del Ministerio de Educación | Si bien dentro del área de influencia no se identificaron Monumentos Nacionales, en caso que durante las excavaciones asociadas a diversas obras del proyecto se encuentren objetos de interés patrimonial de aquellos a que se refiere la Ley 17.288 se denunciará oportunamente a la Autoridad a fin de implementar las medidas que correspondan. | Consejo de Monumentos Nacionales | Capitulo 3<br>Página 10 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Residuos Sólidos** | | | |
| Código Sanitario | Los residuos sólidos asociados al proyecto que no sean reutilizados serán dispuestos dentro de las instalaciones de SCL, según las autorizaciones vigentes con las que cuenta la planta.<br>El único residuo sólido industrial que general el proyecto es cloruro de sodio (halita), el cual será dispuesto en acopios que serán compactados mediante el tránsito de maquinaria pesada durante su construcción. Los antecedentes requeridos para el otorgamiento del Permiso Ambiental Sectorial del artículo 93 del Reglamento del SEIA se presentan en el Anexo 3.1 (Almacenamiento de Residuos-PAS 93) | Autoridad Sanitaria. | Capitulo 3<br>Página 11 |
| **Residuos Industriales Sólidos** | | | |
| DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Basicas en los Lugares de Trabajo | Los residuos industriales que generará el proyecto corresponden a asimilables a domésticos, por lo que serán dispuestos dentro de las instalaciones de SCL, según las autorizaciones vigentes de la Planta. | Autoridad Sanitaria. | Capitulo 3<br>Página 12 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Residuos Mineros** | | | |
| DS MINERIA 72/1935, Reglamento de Seguridad Minera | Se generará cloruro de sodio (halita), el cual será dispuesto en acopios que serán compactados mediante el tránsito de maquinaria pesada durante su construcción. Los antecedentes requeridos por el artículo 88 del Reglamento del SEIA para el permiso ambiental sectorial asociado a estas obras se presentan en el Anexo 3.3 (Apilamiento Minero-PAS 88). En el plan de cierre que se presente oportunamente a SERNAGEOMIN se incorporaran los criterios ambientales para estas obras en la presente evaluación ambiental. | Servicio Nacional de Geología y Minería. | Capitulo 3<br>Página 12 |
| **Residuos Peligrosos** | | | |
| DS MINSAL 148/2003, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos | Los residuos peligrosos asociados al proyecto se almacenaran en las instalaciones actuales de SCL, las cuales cuentan con las autorizaciones respectivas | Autoridad Sanitaria. | Capitulo 3<br>Página 13 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Residuos líquidos** | | | |
| Código Sanitario | Los residuos líquidos del proyecto se encuentran asociados a aguas servidas, las cuales serán tratadas dentro de las instalaciones de SCL, donde se encuentran autorizadas plantas de tratamiento con la capacidad suficiente para recibir el aumento en la generación de aguas servidas que implicará el proyecto. | Autoridad Sanitaria. | Capitulo 3<br>Página 13 |
| DS MINSAL 594/1999 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo | Los residuos líquidos del proyecto se encuentran asociados a aguas servidas, las cuales serán tratadas dentro de las instalaciones de SCL, donde se encuentran autorizadas plantas de tratamiento con la capacidad suficiente para recibir el aumento en la generación de aguas servidas que implicará el proyecto. | Autoridad Sanitaria. | Capitulo 3<br>Página 14 |
| **Sustancias Peligrosas** | | | |
| DS MINECON 379/1986 Reglamento sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo, Destinados a Consumos Propios | El proyecto dará estricto cumplimiento a las medidas de seguridad establecidas en la normativa asociada al almacenamiento y manipulación de combustibles, y se declarará oportunamente a SEC los estanques de combustible | Superintendencia de Electricidad y Comsbutibles (SEC). | Capitulo 3<br>Página 15 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| DS MINECON 90/1996 Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo | El proyecto dará estricto cumplimiento a las medidas de seguridad establecida y documentación requeridas por el DS MINECON 90/1996, y se declarará oportunamente a SEC los estanques de combustible. | Superintendencia de Electricidad y Comsbutibles (SEC). | Capitulo 3 Página 15 |
| DS MINECON 1314/1955 (NCh 387 Of. 55) Establece medidas de seguridad en el empleo y manejo de materias inflamables | El empleo y manejo de materias inflamables se realizará con estricto cumplimiento de la norma. | Superintendencia de Electricidad y Comsbutibles (SEC). | Capitulo 3 Página 16 |
| DS MINECON 1314/1955 (NCh 388 Of. 55) Establece las medidas de seguridad que deben adoptarse para prevenir o extinguir incendios y explosiones en depósitos de materias inflamables y explosivas. | El empleo y manejo de materias inflamables se realizará con estricto cumplimiento de la norma. | Superintendencia de Electricidad y Comsbutibles (SEC). | Capitulo 3 Página 16 |
| DS MOP 1164/1974 (NCh 389 Of. 74 Establece medidas generales de seguridad que deben adoptarse en el almacenamiento de sustancias inflamables que se encuentren en estado sólido, líquido o gaseoso. | El proyecto dará estricto cumplimiento a la norma referida. | Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). | Capitulo 3 Página 17 |
| DS MTT 90/1993 (NCh 2190 Of. 93). Establece disposiciones sobre los distintivos de seguridad con que deben identificarse los riesgos que presentan las sustancias peligrosas. | La identificación de las sustancias peligrosas que se manejen y generen durante las diversas etapas del proyecto se realizará con estricto cumplimiento de las especificaciones establecidas en esta norma. | Carabineros de Chile, Inspectores Fiscales y Municipales. | Capitulo 3 Página 17 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Normativa | Acción de Cumplimiento | Fiscalización | Página del EIA |
|---|---|---|---|
| **Infraestrucura Vial** | | | |
| Ley 18.290 de Tránsito, DFL MOP 850/1997 | En caso que sea necesario el titular solicitará oportunamente a la Dirección Regional de Vialidad las autorizaciones para transportar equipos con sobre dimensión y/o sobrepeso. | Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, Carabineros de Chile. | Capitulo 3<br>Página 18 |
| **Contaminación Lumínica** | | | |
| DS MINECON 686/1998 Establece Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica | El proyecto no requerirá luminaria adicional, por cuanto los trabajos se realizarán en horario diurno. No obstante lo anterior, cabe hacer presente que las actuales instalaciones de SCL dan estricto cumplimiento a la norma. | Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Municipalidades | Capitulo 3<br>Página 18 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.5. Ficha resumen Permisos Ambientales Sectoriales Requeridos por el Proyecto**

| Identificación de los Permisos Señalados en el D.S. 95/01. | Autoridad que lo Otorga | Relación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Artículo 68.- En el permiso para arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo o sus derivados o residuos, aguas de relaves de minerales u otras materias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que ocasionen daños o perjuicios en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, y en puertos, ríos y lagos, a que se refiere el artículo 142 del D.L. 2.222/78, Ley de Navegación. | DIRECTEMAR | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 69.- En los permisos para efectuar vertimientos en aguas sometidas a jurisdicción nacional o en alta mar, desde naves, aeronaves, artefactos navales, construcciones y obras portuarias, a que se refieren los artículos 108 y 109 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. | DIRECTEMAR | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 70.- En el permiso para emplazar instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas en puertos y terminales marítimos del país, a que se refiere el artículo 113 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. | DIRECTEMAR | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 71.- En el permiso para descargar en aguas sometidas a la jurisdicción nacional, aguas que contengan mezclas oleosas, provenientes de una planta de tratamiento de instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas, a que se refiere el artículo 116 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. | DIRECTEMAR | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 72.- En los permisos para instalar y operar un terminal marítimo y las cañerías conductoras para el transporte de sustancias contaminantes o que sean susceptibles de contaminar, a que se refiere el artículo 117 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. | DIRECTEMAR | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 73.- En el permiso para introducir o descargar en aguas sometidas a la jurisdicción nacional, materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que no ocasionen daños o perjuicios en las aguas, la flora o la fauna, a que se refiere el artículo 140 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. | DIRECTEMAR | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 74.- En los permisos para realizar actividades de cultivo y producción de recursos hidrobiológicos, a que se refiere el Título VI de la Ley Nº 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado se contiene en el D.S. Nº 430, de 1992, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. | SERNAP | No aplica a este Proyecto. |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Identificación de los Permisos Señalados en el D.S. 95/01. | Autoridad que lo Otorga | Relación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Artículo 75.- En los permisos para realizar trabajos de conservación, reparación o restauración de Monumentos Históricos; para remover objetos que formen parte o pertenezcan a un Monumento Histórico; para destruir, transformar o reparar un Monumento Histórico, o hacer construcciones en sus alrededores; o para excavar o edificar si el Monumento Histórico fuere un lugar o sitio eriazo, a que se refieren los artículos 11 y 12 de la Ley Nº 17.288, sobre Monumentos Nacionales[1]. | CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 76.- En los permisos para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antropo-arqueológico, a que se refieren los artículos 22 y 23 de la Ley Nº 17.288, sobre Monumentos Nacionales, y su Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas, aprobado por D.S. 484/90, del Ministerio de Educación. | CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 77.- En el permiso para hacer construcciones nuevas en una zona declarada típica o pintoresca, o para ejecutar obras de reconstrucción o de mera conservación, a que se refiere el artículo 30 de la Ley Nº 17.288, sobre Monumentos Nacionales. | CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 78.- En el permiso para iniciar trabajos de construcción o excavación, o para desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar el estado natural de un Santuario de la Naturaleza, a que se refiere el artículo 31 de la Ley Nº 17.288, sobre Monumentos Nacionales. | CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 79.- En el permiso para efectuar exploraciones de aguas subterráneas en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten áreas de vegas y de los llamados bofedales, en las Regiones de Tarapacá y Atacama, a que se refiere el inciso tercero del artículo 58 del D.F.L. 1.122/81, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas. | DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 80.- En el permiso para realizar nuevas explotaciones o mayores extracciones de aguas subterráneas que las autorizadas, en zonas de prohibición, a que se refiere el artículo 63 del D.F.L. 1.122/81, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas. | DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 81.- En el permiso para el emplazamiento, construcción, puesta en servicio, operación, cierre y desmantelamiento, en su caso, de las instalaciones, plantas, centros, laboratorios, establecimientos y equipos nucleares, a que se refiere el artículo 4 de la Ley Nº18.302, Ley de Seguridad Nuclear. | Ministerio de Minería y Energía | No aplica a este proyecto |
| Artículo 82.- En el permiso para centrales nucleares de potencia, plantas de enriquecimiento, plantas de reprocesamiento y depósitos de almacenamiento permanente de desechos calientes de larga vida, a que se refiere el artículo 4 de la Ley Nº 18.302, Ley de Seguridad Nuclear. | Ministerio de Minería y Energía | No aplica a este Proyecto. |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Identificación de los Permisos Señalados en el D.S. 95/01. | Autoridad que lo Otorga | Relación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Artículo 83.- En el permiso para el transporte de materiales radiactivos en todas las modalidades de transporte por vía terrestre, acuática o aérea, mientras tales materiales radiactivos no formen parte integrante del medio de transporte, a que se refiere el artículo 1 del D.S. 12/85 del Ministerio de Minería, que aprueba Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos. | Ministerio de Minería y Energía. | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 84.- En el permiso para emprender la construcción de tranques de relave, a que se refiere el artículo 47 del D.S. Nº 86/70 del Ministerio de Minería, Reglamento de Construcción y Operación de Tranques de Relaves. | SERNAGEOMIN | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 85.- En el permiso para ejecutar labores mineras dentro de una ciudad o población, en cementerios, en playas de puertos habilitados y en sitios destinados a la captación de las aguas necesarias para un pueblo; a menor distancia de cincuenta metros (50 m), medidos horizontalmente, de edificios, caminos públicos, ferrocarriles, líneas eléctricas de alta tensión, andariveles, conductos, defensas fluviales, cursos de agua y lagos de uso público, y a menor distancia de doscientos metros (200 m), medidos horizontalmente, de obras de embalse, estaciones de radiocomunicaciones, antenas e instalaciones de telecomunicaciones, a que se refiere el artículo 17 Nº 1 de la Ley Nº 18.248, Código de Minería. | SERNAGEOMIN | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 86.- En el permiso para ejecutar labores mineras en lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales, a que se refiere el artículo 17 Nº2 de la Ley Nº 18.248, Código de Minería. | SERNAGEOMIN | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 87.- En el permiso para ejecutar labores mineras en covaderas o en lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico, a que se refiere el artículo 17, Nº 6, de la Ley Nº 18.248, Código de Minería. | SERNAGEOMIN | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 88.- En el permiso para **establecer un apilamiento de residuos mineros** a que se refiere el inciso 2º del artículo 233 y botaderos de estériles a que se refiere el artículo 318, ambos del D.S. Nº 72/85 del Ministerio de Minería, Reglamento de Seguridad Minera. | SERNAGEOMIN | **Si aplica**. Los antecedentes se encuentran en el Anexo 3.3 del presente EIA |
| Artículo 89.- En el permiso para la extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros, a que se refiere el artículo 11 de la Ley Nº 11.402. | MOPTT | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 90.- En el permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros, a que se refiere el artículo 71 letra b) del D.F.L. 725/67, Código Sanitario. | AUTORIDAD SANITARIA | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 91.- En el permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza, a que se refiere el artículo 71 letra b) del D.F.L. Nº 725/67, Código Sanitario. | AUTORIDAD SANITARIA | No aplica a este Proyecto. |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Identificación de los Permisos Señalados en el D.S. 95/01. | Autoridad que lo Otorga | Relación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Artículo 92.- En el permiso para ejecutar labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares o en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar el caudal o la calidad natural del agua, a que se refiere el artículo 74 del D.F.L. Nº 725/67, Código Sanitario. | AUTORIDAD SANITARIA | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 93.- En los permisos para **la construcción, modificación y ampliación** de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase; o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, a que se refieren los artículos 79 y 80 del D.F.L. Nº 725/67, Código Sanitario. | AUTORIDAD SANITARIA | **Si aplica**. Los antecedentes se encuentran en el Anexo 3.1 del presente EIA |
| Artículo 94.- En la calificación de los establecimientos industriales o de bodegaje a que se refiere el artículo 4.14.2. del D.S. Nº 47/92, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. | AUTORIDAD SANITARIA | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 95.- En los permisos para realizar pesca de investigación que sea necesaria para el seguimiento de la condición de poblaciones de especies hidrobiológicas en la aplicación del primer año del plan de seguimiento ambiental, a que se refiere el Título VII de la Ley Nº 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado se contiene en el D.S. Nº 430, de 1992, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. | SERNAPESCA | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 96.- En el permiso para **subdividir y urbanizar terrenos rurales** para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento a algún sector rural, o habilitar un balneario o campamento turístico; o para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones, fuera de los límites urbanos, a que se refieren los incisos 3º y 4º del artículo 55 del D.F.L. Nº 458/75 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. | MINVU | **Si aplica** Los antecedentes se encuentran en el Anexo 3.2 del presente EIA |
| Artículo 97.- En el permiso para la instalación de un cementerio, o de un crematorio, a que se refiere el artículo 5º del D.S. Nº 357/70 del Ministerio de Salud, Reglamento General de Cementerios. | MINSAL | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 98.- En el permiso para la recolección de huevos y crías con fines científicos o de reproducción, a que se refiere el artículo 5º de la Ley Nº 4.601, sobre Caza. | MINAGRI | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 99.- En el permiso para la caza o captura de los ejemplares de animales de las especies protegidas, a que se refiere el artículo 9º de la Ley Nº 4.601, sobre Caza. | MINAGRI | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 100.- En el permiso para la introducción en el territorio nacional de ejemplares vivos de especies exóticas de la fauna silvestre, semen, embriones, huevos para incubar y larvas, a que se refiere el artículo 25º de la Ley Nº 4.601, sobre Caza. | MINAGRI | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 101.- En el permiso para la construcción de las obras a que se refiere el artículo 294 del D.F.L. Nº 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas. | MOPTT | No aplica a este Proyecto. |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Identificación de los Permisos Señalados en el D.S. 95/01. | Autoridad que lo Otorga | Relación con el Proyecto |
|---|---|---|
| Artículo 102.- En el permiso para corta o explotación de bosque nativo, en cualquier tipo de terrenos, o plantaciones ubicadas en terrenos de aptitud preferentemente forestal, a que se refiere el artículo 21 del Decreto Ley Nº 701, de 1974, sobre Fomento Forestal, cuya corta o explotación sea necesaria para la ejecución de cualquier Proyecto o actividad de las señaladas en el artículo 3 del presente Reglamento, con excepción de los Proyectos a que se refiere el literal m.1. | MINAGRI | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 103.- En el permiso para la corta o explotación de la especie vegetal de carácter forestal denominada Alerce -Fitzroya cupressoides (Mol.) Johnston -, cuando ésta tenga por objeto la habilitación de terrenos para la construcción de obras públicas, a que se refiere el Decreto Supremo Nº 490, de 1976, del Ministerio de Agricultura. | MINAGRI | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 104.- En el permiso para la corta o explotación de la especie vegetal de carácter forestal denominada Pehuén -Araucaria araucana (Mol.) K. Koch-, cuando ésta tenga por objeto la habilitación de terrenos para la construcción de obras públicas, a que se refiere el Decreto Supremo Nº 43, de 1990, del Ministerio de Agricultura. | MINAGRI | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 105.- En el permiso para la corta o explotación de Queule -Gomortega keule (Mol.) Baillon-, Pitao -Pitauia punctata (Mol.)-, Belloto del Sur -Beilschmiedia berteroana (Gay) Kostern-, Ruil -Nothofagus alessandrii Espinoza-, Belloto del Norte -Beilschmiedia miersii (Gay) Kostern-, cuando ésta tenga por objeto habilitar terrenos para la construcción de obras públicas, a que se refiere el Decreto Supremo Nº 13, de 1995, del Ministerio de Agricultura. | MINAGRI | No aplica a este Proyecto. |
| Artículo 106.- En el permiso para las obras de regularización y defensa de cauces naturales, a que se refiere el segundo inciso del artículo 171 del D.F.L. Nº 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas. | DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS | No aplica a este Proyecto. |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 9.4. Fichas de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación de Impactos

Esta ficha está asociada a la descripción de las medidas de mitigación, reparación o compensación y de prevención de riesgos o control de accidentes, propuestas por el Proyecto; como también la forma de implementación de las mismas.

A pesar de la relativa cercanía del proyecto (7 km) a las lagunas La Brava, La Punta, Salada, Saladita e Interna, definidas como zonas de acuíferos que alimentan vegas de la II Región de Antofagasta en virtud de la Resolución DGA 87/2006, no se prevén impactos de la ejecución del proyecto sobre dichas lagunas. En efecto, de acuerdo a la evaluación realizada en el capitulo 6, y dado que no se contempla la explotación de dichos recursos hídricos, ni la extracción de agua dulce, se concluye que no hay impactos significativos sobre las lagunas. Sin perjuicio de lo anterior, es posible que la extracción de salmuera pudiera tener un efecto en dichas lagunas provocando fluctuaciones de niveles de éstas. Por consiguiente el titular adoptará medidas de mitigación que se referirán a un monitoreo de los niveles de salmuera y agua dulce, y a un monitoreo de la calidad físico-química de la salmuera y del agua de las lagunas. Por otro lado, el titular propone realizar un seguimiento de la cobertura de las lagunas, a través de imágenes satelitales y batimetrías (Ver anexo 7.1 Plan de Monitoreo). Todo lo anterior, también recoge la intención del titular de hacerse cargo de la presencia del proyecto en una ZOIT y de esa manera resguardar los atributos de las lagunas como zonas de valor ecológico y paisajístico, que definen la existencia de dicha ZOIT.

Las fichas que resumen este aspecto se encuentra en la Tabla 9.6.Por otra parte la Tabla 9.7 resume la Identificación de riesgos y medidas contempladas por el Proyecto, las cuales son consideras por el titular a traves de sus medidas de contingencia presentadas en la Tabla 9.8.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.6. Resumen de seguimiento de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto**

| Etapa | Medio | Impacto Ambiental Potencial | Medidas de Mitigación/ Compensación | Forma de implementación | Indicador | Oportunidad y lugar | Página EIA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Operación | FÍSICO Hidrogeología | Variación de nivel de salmuera en el núcleo y variación de nivel de agua subterránea en acuíferos de Tilopozo y Tucúcaro | Seguimiento y reporte de niveles de salmuera y agua dulce en pozos de muestreo definidos por el titular (Ver anexo 7.1). | Mediciones en pozos de acuerdo al anexo 7.1<br><br>Los puntos de control propuestos para este monitoreo se ubican en líneas, partiendo desde las zonas de bombeo de SCL hacia las lagunas, con espaciamiento variable, entre 1.5 y 5.5 km.<br><br>Las posiciones definitivas se fijarán en terreno, eligiendo puntos que habitualmente se encuentren con agua y en los cuales se pueda incorporar un sistema de medición adecuado (estaca, regleta u otro). | Variación de los niveles en los pozos. Una vez construidos se reportarán a la autoridad los niveles registrados en dichos pozos | Las mediciones serán de carácter Mensual.<br><br>La información levantada será entregada a la autoridad pertinente con periodicidad trimestral (COREMA, DGA) | Capitulo 7<br><br>Página 2<br><br>Capitulo 8<br><br>Pagina 2 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Etapa | Medio | Impacto Ambiental Potencial | Medidas de Mitigación/ Compensación | Forma de implementación | Indicador | Oportunidad y lugar | Página EIA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Operación | FÍSICO Hidrología | Cambio en la morfología de las lagunas . | Seguimiento y reporte de niveles de agua de las lagunas La Punta, La Brava, Salada, Saladita e interna.<br><br>Seguimiento y reporte de la cobertura de las lagunas La Punta y La Brava a través de imágenes satelitales y batimetrías. | Mediciones de campo y análisis de imágenes satelitales<br><br>Las imágenes satelitales del área del proyecto serán utilizadas para obtener un seguimiento de la cobertura de las lagunas, esto se hará con una periodicidad semestral.<br><br>Las batimetrías tienen como objetivo levantar información sobre la morfología y profundidad de las lagunas. Para el seguimiento de la morfología se realizará un levantamiento topográfico anual, en la misma época del año, que consistirá en un recorrido de todos los sectores tomando puntos en una grilla de 20 a 25 metros por parte de dos cuadrillas de alarifes. Dicho levantamiento será luego representado cartográficamente y enviado a la autoridad.<br>En relación a la profundidad, se han instalado alrededor de todas y cada una de las lagunas, estacas de hierro con una placa identificadora. | Morfología y Profundidad | Seguimiento imágenes satelitales con frecuencia semestral, y batimetrías anuales<br><br>La información será debidamente entregada a la autoridad. (COREMA, DGA) | Capitulo 7<br><br>Página 2<br><br>Capitulo 8<br><br>Pagina 2 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Etapa | Medio | Impacto Ambiental Potencial | Medidas de Mitigación/ Compensación | Forma de implementación | Indicador | Oportunidad y lugar | Página EIA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Operación | FÍSICO Calidad de Agua | Alteración parámetros físico-químicos salmuera y lagunas La Punta y La Brava | Seguimiento y reporte de la calidad de agua de salmuera en pozos de muestreo definidos por el titular y en puntos de muestreo definidos en las lagunas La Punta La Brava, Salada, Saladita e interna. | En relación a la calidad de agua, se realizara monitoreo mensual en pozos de salmuera y en puntos definidos en el capitulo 7. (Anexo 7.1) | Parámetros de calidad de agua, densidad, temperatura, oxigeno disuelto, Li, K, Mg, Ca, SO4 y Na<br><br>Los niveles mínimos y máximos se reportaran a la autoridad | El monitoreo será mensual y sus resultados serán entregados a la autoridad competente de manera trimestral (COREMA, DGA) | Capitulo 7<br>Página 3<br><br>Capitulo 8<br>Pagina 2 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.7. Ficha resumen Identificación de Riesgos y Medidas Contempladas por el Proyecto**

| Fase del Proyecto | Identificación tipo de Riesgo | Descripción del riesgo | Medidas de Prevención | Pagina EIA |
|---|---|---|---|---|
| Construcción | Riesgos de Accidentes de Tránsito | Los equipos, maquinaria, materiales que se utilizarán en la construcción del Proyecto, como también el personal que laborará en las mismas faenas, deberán ser transportados a las áreas o frentes de trabajo.<br><br>Estas actividades tienen asociado un cierto nivel de riesgo de accidentes de tránsito. | • El personal a contratar para conducir los camiones, maquinarias y vehículos en general, será personal calificado, con licencia de conducir al día. Se exigirá licencia Clase A (A1 y A2, según el tipo de vehículo) y un mínimo de 5 años de experiencia.<br>• Los camiones y maquinaria a utilizar en el Proyecto deberán contar con sus revisiones técnicas y de gases vigentes, como también con su permiso de circulación al día, tal como establece la normativa vigente en nuestro país, aplicable a vehículos motorizados.<br>• Los vehículos que transporten maquinaria y materiales al área de trabajo contarán con las señalizaciones exigidas por la normativa vigente y tendrán una antigüedad no superior a 5 años.<br>• El peso de los camiones cargados con equipos o materiales no deberá exceder los máximos permitidos por la normativa vigente, en función de las rutas de tránsito a utilizar. | Capitulo 7<br>Página 8 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Fase del Proyecto | Identificación tipo de Riesgo | Descripción del riesgo | Medidas de Prevención | Pagina EIA |
|---|---|---|---|---|
| Construcción | Riesgos de Accidentes de Trabajadores | Toda obra donde se desempeñen personas tiene asociado un nivel de riesgo por accidentes personales. SCL posee un Reglamento Interno de Higiene y Seguridad Industrial aplicado a la Operación, cuyas medidas serán exigibles a todos los trabajadores que participen en la obra, incluyendo eventuales subcontratistas que se requieran para ejecutar actividades específicas. | • La operación de la maquinaria y equipos a utilizar en la construcción, será realizada por personal altamente capacitado, entrenado y con experiencia comprobada en el desarrollo de las actividades involucradas en la ejecución del Proyecto.<br>• Con el objeto de reducir el riesgo de fallas técnicas en la maquinaria y equipos a utilizar en la construcción, se establecerá un estricto programa de mantención mecánica preventiva para tal equipamiento, que deberá ser realizado por personal debidamente capacitado, entrenado y con experiencia en este tipo de funciones. | Capitulo 7<br>Página 9 |
| Construcción | Riesgos de Incendio | Riesgos de incendio en áreas de trabajo. | • Todos los trabajadores y eventuales subcontratistas se regirán por las medidas y obligaciones establecidas por SCL, para minimizar el riesgo de incendio.<br>• Las áreas de trabajos contarán con los elementos básicos requeridos para combatir cualquier amago de fuego o incendio, según lo establecido por la normativa vigente en esta materia.<br>• Se prohibirá estrictamente la quema al aire libre o fogatas en el área del Proyecto. | Capitulo 7<br>Página 9 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Fase del Proyecto | Identificación tipo de Riesgo | Descripción del riesgo | Medidas de Prevención | Pagina EIA |
|---|---|---|---|---|
| Construcción | Riesgos Naturales | Los posibles riesgos asociados a los fenómenos geofísicos catalogados como peligrosos para la actividad humana, pueden ser clasificados según su origen y características en procesos morfodinámicos (producidos por agentes externos) y en procesos geodinámicos (generados por agentes internos). También se considera el posible efecto que puedan generar las actividades humanas, sobretodo en la alteración del sistema natural bajo análisis.<br><br>Los riesgos naturales identificados para el área del Proyecto son los siguientes:<br>• Procesos geodinámicos (riesgo sísmico);<br>• Procesos morfodinámicos (deslizamientos, solifluxión, volcanismo, inundaciones y hundimientos);<br>• Lluvias. | **Sismos o Hundimientos**<br>• El diseño de ingeniería del Proyecto contempla los riesgos señalados. Entre otros, el Proyecto dará cabal cumplimiento a la normativa vigente en el país, en lo referente al diseño y construcción de instalaciones asísmicas.<br>• Hasta donde técnicamente ha sido posible, en la definición del área de emplazamiento del Proyecto, SCL seleccionó el lugar tratando de reducir o minimizar alguno de los riesgos señalados (deslizamientos, inundaciones, hundimientos).<br>• Los trabajadores y eventuales subcontratistas que participen en la faena constructiva serán capacitados para el correcto actuar en caso de sismos que, entre otros, contempla la definición de zonas de seguridad, con el fin de mantener un orden y hacer más fácil la comunicación entre los trabajadores.<br>**Lluvias**<br>• En presencia de indicios de lluvia constante, se debe detener las actividades y trasladar al personal de terreno a zonas de resguardo. Estas zonas corresponden a la localidad de Peine específicamente y/u otras que la empresa así las tenga estipuladas.<br>• Todas las máquinas que se encuentren expuestas deben, en lo posible, ser tapadas para evitar que se mojen.<br>• Todo el personal debe ser evacuado y trasladado en los medios de transporte que la empresa posee para ello, hacia el campamento y la localidad de Peine, según corresponda. | Capitulo 7<br>Página 10 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Fase del Proyecto | Identificación tipo de Riesgo | Descripción del riesgo | Medidas de Prevención | Pagina EIA |
|---|---|---|---|---|
| Operación | Riesgos Naturales | Corresponden principalmente a eventos sísmicos, hundimientos, lluvias, etc., que puedan causar deterioro total o parcial de las pozas de evaporación y/o en sus instalaciones anexas. | • El diseño de ingeniería y la construcción de las pozas, obedecen a normas o estándares nacionales e internacionales para instalaciones del tipo contempladas por el Proyecto. En su diseño se han considerado las características físicas, sísmicas y climáticas del área de emplazamiento del Proyecto.<br>• El emplazamiento del proyecto se seleccionó de modo de reducir y minimizar los riesgos de deslizamientos, inundaciones y hundimientos. | Capitulo 7<br>Página 12 |
| Operación | Riesgos por Intervención Humana | Corresponden a riesgos derivados de acciones de terceras personas, tales como, acciones terroristas o actos vandálicos que pudiesen afectar las instalaciones. | • Limitar el acceso a las instalaciones de tal forma de evitar la entrada de terceros o personas extrañas a puntos claves de la instalación.<br>• Se contará con un sistema de vigilancia de todas las pozas de evaporación e instalaciones anexas, de la misma forma que las actuales instalaciones de SCL en el Salar de Atacama.<br>• La operación y mantención de las pozas de evaporación será realizada por personal idóneo de SCL, debidamente capacitado y entrenado para ejercer esta función. | Capitulo 7<br>Página 12 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Fase del Proyecto | Identificación tipo de Riesgo | Descripción del riesgo | Medidas de Prevención | Pagina EIA |
|---|---|---|---|---|
| Operación | Riesgos propios de la Operación | Por las características del Proyecto, se descarta la existencia de riesgos de operación que puedan afectar la estructura física de las pozas de evaporación y/o de sus instalaciones anexas.<br>• Exposición al sol, con el riesgo de sufrir quemaduras por la radiación U.V.<br>• Vista expuesta a salpicaduras de salmuera y a la refracción de los rayos U.V.<br>• Posible irritación de la piel por contacto con la salmuera.<br>• Riesgos con las maniobras de maquinaria pesada.<br>• Golpes y lesiones sufridas por los trabajadores con los equipos de las pozas de evaporación y con las herramientas para desarrollar dichas funciones. | Las medidas de seguridad que se realizarán para evitar o reducir la ocurrencia de estos riesgos son las siguientes:<br>• Se entregará a los trabajadores todos los elementos de protección personal apropiados para sus funciones. Además, reciben constantemente capacitación sobre su uso, manipulación y preservación.<br>• Los trabajadores que realizan operaciones de mantención y reparación de los equipos de las pozas deben hacerlo con los implementos de seguridad adecuados.<br>• Los operadores de maquinarias pesadas están debidamente capacitados, en cuanto a la conducción de las mismas, medidas de seguridad y uso de implementos de seguridad personal, también sobre primeros auxilios. Los documentos de conducción y de la maquinaria pesada deben estar al día. | Capitulo 7<br>Página 12 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.8. Resumen de las principales medidas consideradas por el Proyecto**

| Fase del Proyecto | Tipo de Evento | Medidas de Contingencia | Pagina EIA |
|---|---|---|---|
| Construcción | Eventos por Accidentes de Tránsito | Todo accidente debe ser informado por el trabajador en forma inmediata a su jefe directo, el cual informara a Prevención de Riesgos la gravedad de la lesión, lugar, especialidad, necesidad de atención médica, etc.<br><br>La lesión será atendida según la gravedad de ésta según se indica en el Capitulo 7.<br><br>En caso de sufrir un accidente de trabajo en el trayecto desde su hogar al trabajo o de éste a su hogar, será responsabilidad del trabajador reunir los antecedentes necesarios para que éste sea considerado de trayecto.<br><br>Todo el personal que detecte o presencie un accidente, debe mantener la calma, comunicarse en forma inmediata vía radial o través de un segundo testigo, con un jefe de turno o supervisor directo, indicando: Lugar del accidente, cantidad de lesionados, tipo de lesiones, su nombre y cargo.<br><br>Una vez prestada la atención de primeros auxilios y de acuerdo a la evaluación del paramédico, el accidentado podrá ser trasladado a la Mutual de Seguridad de Calama. | Capitulo 7<br>Página 13 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Fase del Proyecto | Tipo de Evento | Medidas de Contingencia | Pagina EIA |
|---|---|---|---|
| Construcción | Eventos de Incendio | Todo el personal que detecte un amago de incendio o presencie el desarrollo de un incendio, debe mantener la calma y proceder a ubicar la estación con los materiales para combatir el fuego más cercana y procurar apagarlo haciendo uso de dichos materiales.<br>Si ello no es posible, debe comunicarse en forma inmediata vía radial o través de un segundo testigo, con un jefe de turno o supervisor directo. | Capitulo 7 Página 14 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Fase del Proyecto | Tipo de Evento | Medidas de Contingencia | Pagina EIA |
|---|---|---|---|
| Construcción | Eventos Naturales | **Sismos**<br>• Conservar la calma.<br>• Evaluar su situación.<br>• Avisar a las personas a su alrededor que se cubran.<br>• Refugiarse debajo de un escritorio, mesa de madera u otro mueble fuerte si está en una oficina. Si no hay muebles, diríjase a la esquina de una oficina pequeña o pasillo.<br>• Colocarse en cuclillas o sentado, agarrado del mueble, cubriéndose la cabeza y el rostro.<br>• Evitar acercase a paredes, ventanas, anaqueles, escaleras y al centro de salones grandes.<br>• Buscar un lugar seguro.<br>**Lluvias**<br>• Si a pesar de las medidas de prevención, la lluvia sorprende a un grupo de trabajadores se debe actuar de acuerdo con lo que se indica en el plan de emergencia del la Planta El Salar de SCL. | Capitulo 7<br>Página 14 |
| Operación | Eventos Naturales | Al respecto se procederá a realizar las mismas medidas dispuestas para la etapa de construcción. | Capitulo 7<br>Página 14 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Fase del Proyecto | Tipo de Evento | Medidas de Contingencia | Pagina EIA |
|---|---|---|---|
| Operación | Eventos por riesgos propios de la Operación | **Quemaduras por la radiación U.V.**<br>Se procederá a llevar al afectado a la posta de Peine.<br><br>**Afectación de ojos por salpicaduras de salmuera y por la refracción de los rayos U.V.**<br>Se procederá a llevar al afectado a la posta de Peine<br><br>**Irritación de la piel por contacto con la salmuera.**<br>Se procederá a llevar al afectado a la posta de Peine<br><br>**Accidentes por trabajos con maquinaria pesada.**<br>Se procederá de acuerdo con los procedimientos de SCL aprobados por el Sernageomin y el Servicio de Salud.<br><br>**Golpes y lesiones sufridas por los trabajadores con los equipos de las pozas de evaporación y con las herramientas para desarrollar dichas funciones.**<br>Se procederá de acuerdo con los procedimientos de SCL aprobados por el Sernageomin y el Servicio de Salud. | Capitulo 7<br>Página 14 |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 9.5. Ficha de Plan de Seguimiento Ambiental

Esta ficha está asociada a la descripción del plan de seguimiento o monitoreo ambiental propuesto por el Proyecto. El plan de seguimiento ambiental se realizará en función de aquellas medidas de propestas por el titular, definidas en el capitulo 7 del presente estudio.

La ficha que resume este aspecto se encuentra en la Tabla 9.9.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

**Tabla 9.9. Ficha resumen compromisos de seguimiento ambiental asumidos por el titular**

| Componente Ambiental | Fase del Proyecto | Impacto Ambiental Potencial | Monitoreo | Parámetro | Niveles o limites comprometidos | Procedimiento de Medición | Duración y frecuencia | Entrega de Información |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FÍSICO Hidrogeología** | Operación | Variación de nivel de salmuera en el núcleo y variación de nivel de agua subterránea en acuíferos de Tilopozo y Tucúcaro | Seguimiento y reporte de niveles de salmuera y agua dulce en pozos de muestreo definidos por el titular (Ver Anexo 7.1) | Nivel de salmuera y de agua subterránea | Se realizarán mediciones de niveles en los pozos de observación existentes y en los nuevos que estarán orientados hacia el seguimiento de las lagunas. Si se registrara un descenso mayor a 25 cms. respecto del menor valor medido durante el primer año en el pozo más cercano a las lagunas, se disminuirá el bombeo de salmuera desde los pozos más cercanos a las lagunas | Mediciones en pozos de acuerdo al anexo 7.1 | Medición mensual y reporte trimestral | COREMA, DGA |

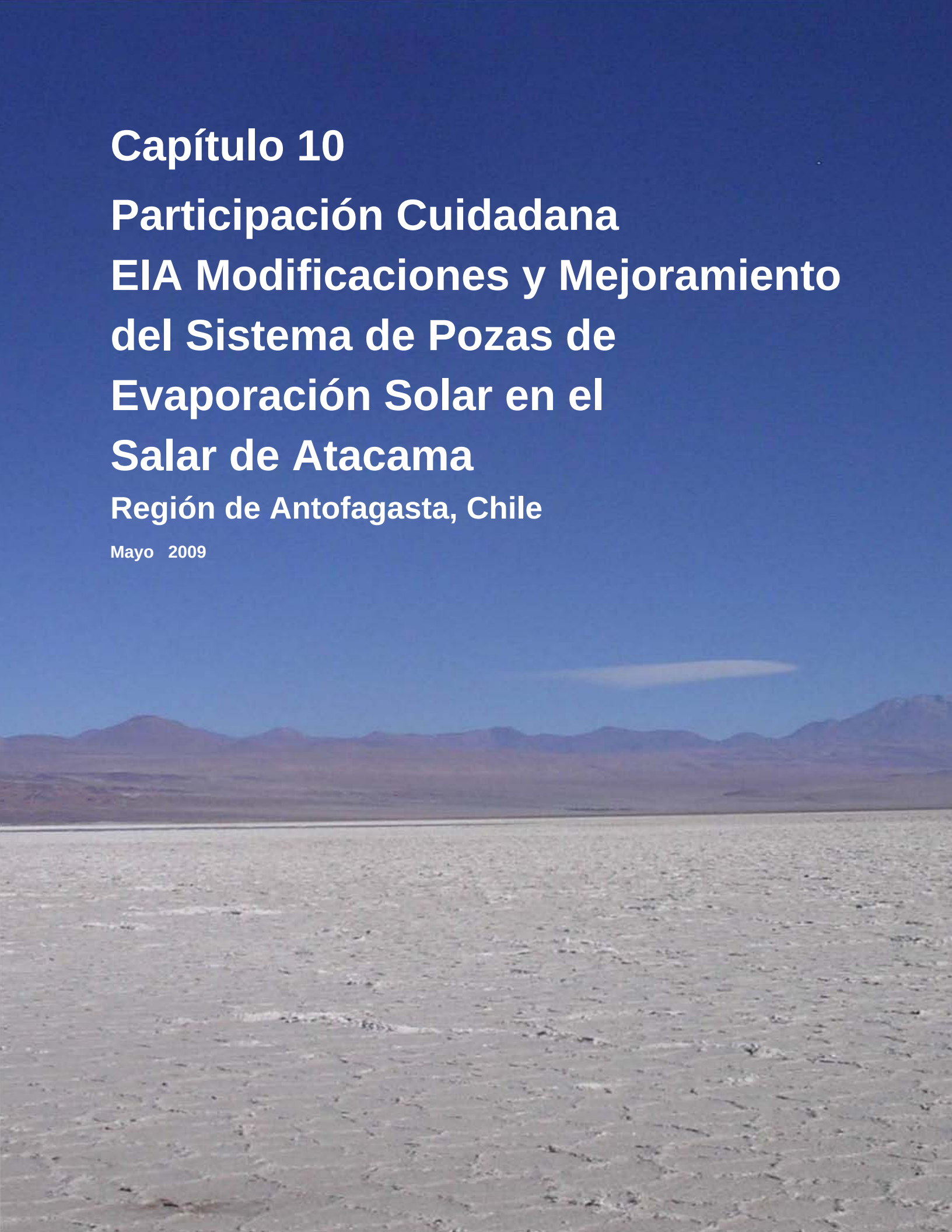


GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

| Componente Ambiental | Fase del Proyecto | Impacto Ambiental Potencial | Monitoreo | Parámetro | Niveles o limites comprometidos | Procedimiento de Medición | Duración y frecuencia | Entrega de Información |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FÍSICO Hidrología** | Operación | Cambio en la morfología de las lagunas | Seguimiento y reporte de niveles de agua de las lagunas La Punta, La Brava, Salada, Saladita e interna<br>Cobertura de las lagunas La Punta y La Brava a través de imágenes satelitales y batimetrías | Morfología y Profundidad | Mantención de los niveles dentro de su variación histórica. | Mediciones de campo y análisis de imágenes satelitales | Seguimiento imágenes satelitales con frecuencia semestral, y batimetrías anuales | COREMA, DGA |
| **FÍSICO Calidad de Agua** | Operación | Alteración parámetros físico-químicos salmuera y lagunas La Punta y La Brava | Seguimiento y monitoreo de calidad de agua de salmuera en pozos de muestreo definidos por el titular<br>y en puntos de muestreo definidos en las lagunas La Punta La Brava | Parámetros de calidad de agua, densidad, temperatura, oxigeno disuelto, Li, K, Mg, Ca, SO4 y Na | Mantención de los niveles dentro de su variación histórica. | Mediciones de campo y análisis de laboratorio | Medición mensual y reporte trimestral | COREMA, DGA |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl



# Capítulo 10

# Participación Cuidadana EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

**Mayo 2009**

# ÍNDICE

**10. PARTICIPACIÓN CUIDADANA ..... 10-1**

10.1. Introducción ..... 10-1
10.2. Participación Cuidadana Anticipada ..... 10-2
10.2.1 Reuniones con Autoridades ..... 10-2
10.2.2 Contacto con la Comunidad ..... 10-2
10.3. Participación Cuidadana Formal ..... 10-2
10.3.1 Publicación del Extracto del EIA ..... 10-2
10.3.2 Entrevistas con Vecinos, Organizaciones Sociales y Dirigentes ..... 10-3
10.3.3 Material Informativo de Apoyo ..... 10-3
10.4. Actividades posteriores a la aprobación del EIA ..... 10-4
10.4.1 Antes y Durante la Construcción del Proyecto ..... 10-4
10.4.2 Durante la Operación de las Pozas de Evaporación ..... 10-4



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 10. PARTICIPACIÓN CUIDADANA

## 10.1. Introducción

Este capítulo presenta antecedentes sobre la relación establecida con la comunidad local y el proceso de participación ciudadana, originados con la presentación del proyecto "**Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama"**. Lo anterior, en respuesta al artículo 12, letra k), del Reglamento del SEIA.

La información presentada incluye una descripción de las actividades realizadas o a desarrollar por el titular del Proyecto, Sociedad Chilena de Litio Ltda. (SCL), dentro del proceso de participación ciudadana, consistente en acciones destinadas a asegurar la participación de la comunidad y la percepción del Proyecto por parte de la comunidad. En general, el proceso de participación ciudadana busca generar instancias de comunicación entre el titular de un proyecto y las organizaciones ciudadanas y personas naturales directamente afectadas. Este proceso se divide en la participación ciudadana anticipada y la formal, correspondientes a las actividades anteriores y posteriores a la presentación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Como parte de la participación ciudadana formal también se incluye una proposición de extracto del EIA para ser publicado al momento que este estudio sea ingresado al SEIA a través de CONAMA II Región de Antofagasta.

Al obtener la aprobación del EIA y la respectiva Resolución de Calificación Ambiental (RCA) que autoriza la iniciación de las obras de construcción del Proyecto, SCL tiene contemplado desarrollar dos etapas de difusión, para de esta forma continuar con la implementación del plan de información a la comunidad y de participación ciudadana. Tales etapas se realizarán antes y durante la construcción del Proyecto y, posteriormente, durante la operación de las pozas de evaporación.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 10.2. Participación Cuidadana Anticipada

### 10.2.1 Reuniones con Autoridades

SCL ha utilizado canales de comunicación directos e indirectos para realizar la difusión del Proyecto. En este contexto, a la fecha ha sostenido una reunión con la DGA. (Junio 2008)[1]y planea sostener una segunda reunión con ella aparte de reunirse también con CONAF, Sernageomin y la Municipalidad de San Pedro de Atacama.

### 10.2.2 Contacto con la Comunidad

Con la comunidad donde se emplazará el Proyecto (Peine) se han establecido algunos contactos formales e informales.

A ellos se les informó sobre el Proyecto de SCL, indicando en qué consiste y cuáles son sus alcances, con el fin de entablar un canal de comunicación. También se les entrego un resumen del proyecto.

A través de este primer contacto quedó iniciado el canal de comunicación con la comunidad, en donde el titular del Proyecto manifestó estar abierto a cualquier consulta que tenga la comunidad local, como así también atentos a alguna futura reunión con todos los vecinos del sector.

## 10.3. Participación Cuidadana Formal

### 10.3.1 Publicación del Extracto del EIA

La Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley Nº 19.300/94) establece que las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMA) y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), según sea el caso, establecerán los mecanismos que aseguren instancias de participación informada por parte de la comunidad.

La referida ley establece que el titular del proyecto tiene un plazo de 10 días para publicar un extracto del proyecto, visado previamente por la COREMA respectiva, en el Diario Oficial y en un diario de la capital donde se emplazará el proyecto o en su defecto en un diario de circulación nacional. Este extracto debe contener información sobre el titular del proyecto, la ubicación del proyecto, el tipo de proyecto o actividad

[1] Participaron de la reunión, Eduardo Morales (SCL), Claudio Lam (Director Regional DGA), Arturo Beltrán (Ingeniero DGA)



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

de que se trata, el monto de la inversión estimada, los principales efectos ambientales y las medidas mitigadoras que se proponen.

Las organizaciones ciudadanas o personas naturales directamente afectadas podrán formular observaciones, por escrito, para lo que tendrán un plazo de 60 días desde la publicación del extracto por parte del titular del proyecto.

En el caso del Proyecto, SCL dará el estricto cumplimiento a este requerimiento indicado por la ley en cuestión. Se adjunta un borrador del extracto del EIA. El objeto de este borrador es que sea visado previamente por CONAMA II Región de Antofagasta, para luego ser publicado según lo establecido en el artículo 27º de la Ley Nº19.300/94.

### 10.3.2 Entrevistas con Vecinos, Organizaciones Sociales y Dirigentes

No obstante el contacto previo efectuado con representantes de la comunidad de Peine, como parte del Proceso de participación Ciudadana Anticipada, representantes de SCL iniciarán contactos directamente con los vecinos del área de emplazamiento del Proyecto y otras organizaciones sociales o comunales, una vez que el presente EIA ingrese a tramitación en la CONAMA II Región. En estos contactos, los representantes de SCL procederán a explicar a los propietarios, organizaciones y dirigentes, las características del Proyecto en cuanto a su construcción y operación, acogiendo y respondiendo a las observaciones y consultas que exprese la comunidad. Además de las entrevistas, se contempla realizar visitas a terreno al área de emplazamiento del Proyecto.

### 10.3.3 Material Informativo de Apoyo

Para apoyar las actividades de comunicación con las autoridades y la comunidad en general, el titular del Proyecto preparará los siguientes materiales de apoyo para ser distribuidos durante el proceso de participación ciudadana contemplado en la Ley Nº 19.300/94:

- Un documento con el Resumen Ejecutivo del EIA del Proyecto (Ver anexo 1).
- Una ficha para ser completada por la comunidad con sus observaciones y consultas, que serán respondidas por el titular.
- Un conjunto de transparencias para apoyar las reuniones en que se presentará el Proyecto a representantes de CONAMA y COREMA II Región, a la Municipalidad de San Pedro de Atacama y a las comunidades de Peine.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 10.4. Actividades posteriores a la aprobación del EIA

### 10.4.1 Antes y Durante la Construcción del Proyecto

Antes del inicio de las obras de construcción del Proyecto, el titular del Proyecto realizará un ciclo de reuniones con la comunidad de Peine y San Pedro de Atacama. También realizará reuniones informativas para dar a conocer a los vecinos las características del Proyecto, las medidas de seguridad y prevención de riesgos considerados durante el proceso de construcción y operación y, en caso de existir, acoger y responder a las observaciones, consultas y sugerencias de los vecinos.

Por otra parte, se diseñará señalética apropiada y acorde a las necesidades de información y seguridad de los vecinos y de la normativa de este tipo de proyectos.

### 10.4.2 Durante la Operación de las Pozas de Evaporación

En esta fase se responderá ante consultas específicas de la comunidad y se realizarán reuniones específicas, especialmente de ciertas organizaciones sociales de Peine, con el fin de dar a conocer las características del Proyecto, así también responder cualquier inquietud de la comunidad.



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl



# Capítulo 11
# Profesionales que Participaron en el EIA
# EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama

## Región de Antofagasta, Chile

**Mayo 2009**

## ÍNDICE

**11. PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN EL EIA ..... 11-1**

11.1. Consulta Ambiental: Gestión Ambiental Consultores S.A/ Ecology & Environmet Inc. ..... 11-1
11.2. Subcontratistas de Gestión Ambiental consultores/Ecology & Environment Inc. ..... 11-1
11.3. Otros Profesionales que Participaron en el Estudio ..... 11-2
11.4. Participantes de Sociedad Chilena de Litio Ltda. ..... 11-2

## ÍNDICE

Tabla 11.1. Profesionales de Consultora Ambiental: Gestión Ambiental Consultores S.A./Ecology & Environment Inc. ..... 11-1
Tabla 11.2. Subcontratistas de Gestión Ambiental Consultores/Ecology & Environment Inc. ..... 11-1
Tabla 11.3. Otros profesionales que participaron en el estudio. ..... 11-2
Tabla 11.4. Profesionales de SCL ..... 11-2



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES
ecology and environment inc.
Padre Mariano 103 Of. 307 · 7500499, Providencia · Chile · Fono: +56 2 236 0886 · Fax: +56 2 235 1100 · www.gac.cl

# 11. PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN EL EIA

## 11.1. Consulta Ambiental: Gestión Ambiental Consultores S.A/ Ecology & Environmet Inc.

**Tabla 11.1. Profesionales de Consultora Ambiental: Gestión Ambiental Consultores S.A./Ecology & Environment Inc.**

| Profesional | Especialidad | Área de Participación |
|---|---|---|
| Leonel Sierralta | Biólogo<br>M. Sc Biología | Director de Proyecto<br>Supervisión General y de Línea Base |
| Gabriel Fuenzalida | Ingeniero Forestal<br>M.Sc en Recursos Naturales | Coordinador Línea de Base |
| Carolina Christophers | Bióloga | Coordinador de Proyecto<br>Caracterización Línea Base Fauna |
| Javier Vergara | Abogado | Supervisión Aspectos Legales |
| Osvaldo de la Fuente | Abogado | Aspectos Legales |
| Paula Henríquez | Ingeniero en Recursos Naturales | Caracterización Medio Físico |
| Ander Uriarte | Ingeniero Forestal | Línea Base Flora y Vegetación |
| Sebastián Ramírez | Licenciado en Antropología | Medio Socioeconómico |
| Luciano Bastías | Químico Ambiental | Coordinador de Permisos Ambientales Sectoriales |
| Alejandra Escobar | Ingeniera Ambiental | Permisos Ambientales Sectoriales |

## 11.2. Subcontratistas de Gestión Ambiental consultores/Ecology & Environment Inc.

**Tabla 11.2. Subcontratistas de Gestión Ambiental Consultores/Ecology & Environment Inc.**

| Profesional | Especialidad | Área de Participación |
|---|---|---|
| Sebastian Abades | Biólogo, Phd. Ecología | Caracterización Limnología y Calidad de Agua |
| Guillermo Cabrera | Ingeniero Hidráulico | Supervisión general<br>Hidrología e Hidrogeología |
| Lem Mimica | Ingeniero Hidráulico | Caracterización Hidrología e Hidrogeología |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl

## 11.3. Otros Profesionales que Participaron en el Estudio

**Tabla 11.3. Otros profesionales que participaron en el estudio.**

| Profesional | Especialidad | Área de Participación |
|---|---|---|
| María Loreto Vargas | Licenciada en Antropología, mención Arqueología | Patrimonio Cultural |

## 11.4. Participantes de Sociedad Chilena de Litio Ltda.

**Tabla 11.4. Profesionales de SCL**

| Profesional | Especialidad | Área de Participación |
|---|---|---|
| Eduardo Morales | Ingeniero Químico | Supervisión general del EIA |
| Héctor Maya | Ingeniero Civil | Coordinador de proyecto |
| Carlos Sáez | Ingeniero Mecánico | Supervisión general del EIA |



GESTION AMBIENTAL CONSULTORES ecology and environment, inc.
Padre Mariano 103 Of. 307, Providencia, Santiago, Chile
Fono: (56-2) 236 0886 - Fax: (56-2) 235 1100 - www.gac.cl