

CAPÍTULO 2.4

LÍNEA DE BASE – MEDIO BIÓTICO

ÍNDICE

2.4	MEDIO BIÓTICO	2.4-1
2.4.1	Flora y Vegetación	2.4-1
2.4.1.1	Introducción	2.4-1
2.4.1.2	Definición Área de Influencia	2.4-1
2.4.1.3	Metodología	2.4-4
2.4.1.4	Resultados y Análisis	2.4-14
2.4.1.5	Conclusiones	2.4-48
2.4.1.6	Referencias Bibliográficas	2.4-50
2.4.2.	Fauna Terrestre	2.4-54
2.4.2.1.	Introducción	2.4-54
2.4.2.2.	Definición Área de Influencia	2.4-56
2.4.2.3.	Metodología	2.4-64
2.4.2.4.	Resultados y Análisis	2.4-70
2.4.2.5.	Conclusiones	2.4-101
2.4.2.6.	Referencias Bibliográficas	2.4-105
2.4.3	Limnología	2.4-108
2.4.3.1.	Introducción	2.4-108
2.4.3.2.	Definición Área de Influencia	2.4-108
2.4.3.3.	Metodología	2.4-110
2.4.3.4.	Resultados y Análisis	2.4-119
2.4.3.5.	Conclusiones	2.4-137
2.4.3.6.	Referencias Bibliográficas	2.4-139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.4-1. Tipos Biológicos y Porcentaje de Cobertura Vegetacional según Metodología COT	2.4-6
Tabla 2.4-2. Categorías de Recubrimiento del Suelo Utilizadas en el Proceso de Fotointerpretación y Validación de Terreno	2.4-6
Tabla 2.4-3. Estaciones de Muestreo de Flora y Vegetación – Tranque Talabre	2.4-8
Tabla 2.4-4. Estratificación por Tipos Biológicos y Codificación de Especies Dominantes	2.4-9
Tabla 2.4-5. Rango de Valores para la Altura de los Estratos Vegetales	2.4-9
Tabla 2.4-6. Rango de Valores para la Cobertura Vegetal	2.4-9
Tabla 2.4-7. Categorías de Grado de Artificialización Registradas para las Formaciones Relevadas	2.4-10
Tabla 2.4-8. Códigos de Abundancia Relativa de Acuerdo a Criterio de Braun – Blanquet .	2.4-11
Tabla 2.4-9. Clasificación de la Vegetación Natural de la Región de Antofagasta	2.4-16
Tabla 2.4-10. Clasificación Bioclimática y Vegetacional de la Región de Antofagasta	2.4-18
Tabla 2.4-11. Especies Reconocidas en el Área según Referencias Bibliográficas	2.4-22
Tabla 2.4-12. Formaciones Vegetales Registradas en el Área de Influencia Sector RT	2.4-24
Tabla 2.4-13. Especies Dominantes en el Área de Influencia Sector RT	2.4-24

Tabla 2.4-14. Formaciones Vegetales Registradas en el Área de Influencia sector Tranque Talabre	2.4-29
Tabla 2.4-15. Flora Vascular Registrada en Matorral Bajo Muy Abierto de <i>Adesmia atacamensis</i>	2.4-30
Tabla 2.4-16. Flora Vascular Registrada en Matorral Bajo Abierto de <i>Tessaria absinthioides</i>	2.4-31
Tabla 2.4-17. Flora Vascular Registrada en Matorral Bajo Abierto de <i>Tessaria absinthioides</i> con <i>Baccharis juncea</i>	2.4-32
Tabla 2.4-18. Flora Vascular Registrada en Vega de <i>Distichlis spicata</i> con <i>Lycium humile</i> ..	2.4-33
Tabla 2.4-19. Flora Vascular Registrada en Vega de <i>Scirpus americanus</i>	2.4-33
Tabla 2.4-20. Flora Vascular Sector RT	2.4-42
Tabla 2.4-21. Distribución de la Flora registrada en el Área de Influencia Sector Tranque Talabre	2.4-43
Tabla 2.4-22. Número de Géneros y Especies por Familias Registradas en el Área de Influencia sector Tranque Talabre	2.4-44
Tabla 2.4-23. Flora Vascular del Sector Tranque Talabre según Tipo Biológico y Origen ...	2.4-45
Tabla 2.4-24. Listado Taxonómico y Estado de Conservación de la Flora Vascular Registrada en el Sector Tranque Talabre	2.4-46
Tabla 2.4-25. Flora Vascular Sector Planta Desaladora – RT	2.4-47
Tabla 2.4-26. Coordenadas de Transectos y Trampas Sherman en Sector RT (Planta - Mina)	2.4-59
Tabla 2.4-27. Coordenadas de Transectos y Trampas en Sector RT (Canaleta Relaves) ...	2.4-59
Tabla 2.4-28. Coordenadas de Transectos y Trampas en Sector Tranque Talabre	2.4-61
Tabla 2.4-29. Coordenadas de Transectos y Trampas Sherman en Sector Planta Desaladora	2.4-62
Tabla 2.4-30. Coordenadas de Transectos y Trampas en Sector Planta Desaladora - RT ..	2.4-63
Tabla 2.4-31. Coordenadas que Indican los Puntos de Trampeo con Trampas Sherman	2.4-67
Tabla 2.4-32. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector RT (Planta-Mina)	2.4-71
Tabla 2.4-33. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector RT (Planta-Mina)	2.4-72
Tabla 2.4-34. Riqueza de Mamíferos Observados en el Sector RT (Planta-Mina) y su Estado de Conservación	2.4-73
Tabla 2.4-35. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en el Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere)	2.4-75
Tabla 2.4-36. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere)	2.4-76
Tabla 2.4-37. Riqueza de Mamíferos Observados y su Estado de Conservación en Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere)	2.4-78
Tabla 2.4-38. Roedores Capturados en Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere) y el Éxito de Captura Obtenido	2.4-79
Tabla 2.4-39. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en Área Sector Tranque Talabre	2.4-81
Tabla 2.4-40. Mamíferos Observados y su Estado de Conservación en Sector Tranque Talabre	2.4-82
Tabla 2.4-41. Densidad de Reptiles Observados por Hectárea en el Sector Planta Desaladora (km 14) y su Estado de Conservación Campañas Invierno y Primavera 2011	2.4-85
Tabla 2.4-42. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en los Transectos del Sector Planta Desaladora- Campañas Invierno y Primavera 2011	2.4-87

Tabla 2.4-43. Lista de Aves Observadas en los 3 Puntos de Censos en el Borde Costero de Sector. Planta Desaladora	2.4-88
Tabla 2.4-44. Mamíferos Detectados y su Estado de Conservación en Sector Planta Desaladora	2.4-89
Tabla 2.4-45. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector Planta Desaladora - RT	2.4-92
Tabla 2.4-46. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector Planta Desaladora - RT	2.4-93
Tabla 2.4-47. Especies de Aves Observadas en Flujo Aéreo Realizado en el Cruce del Río Loa y su Estado de Conservación.....	2.4-95
Tabla 2.4-48. Riqueza de Mamíferos Observados y su Estado de Conservación en Sector Impulsión de Agua, Cruce Río Loa	2.4-99
Tabla 2.4-49. Roedores Capturados en Sector Planta Desaladora - RT y Éxito de Captura Obtenido.....	2.4-100
Tabla 2.4-50. Ubicación de las Estaciones de Muestreo en Invierno de 2011 (Agosto).....	2.4-110
Tabla 2.4-51. Ubicación de las Estaciones de Muestreo en Primavera-Verano de 2011 (Diciembre).....	2.4-110
Tabla 2.4-52. Descripción de los Componentes Analizados.....	2.4-111
Tabla 2.4-53. Sistema de Clasificación del Tipo de Sustrato de Ríos	2.4-112
Tabla 2.4-54. Parámetros de Calidad de Agua medidos en Laboratorio y Metodología Utilizada	2.4-114
Tabla 2.4-55. Parámetros Físicos y Biológicos del Cauce medidos <i>in situ</i> , Agosto de 2011.....	2.4-119
Tabla 2.4-56. Parámetros Físicos y Biológicos medidos <i>in situ</i> , Diciembre de 2011	2.4-120
Tabla 2.4-57. Parámetros Físicos y Químicos <i>in situ</i> y Valores referenciales de la Norma Chilena NCh 1.333. Campaña de	2.4-124
Tabla 2.4-58. Metales y Metaloides Totales y Valores referenciales del Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para el Río Loa. Campaña de Invierno y Verano.....	2.4-125
Tabla 2.4-59. Metales y Metaloides Disueltos y Valores referenciales de la Norma Chilena NCh 1.333. Campaña de Invierno y Verano	2.4-126
Tabla 2.4-60. Parámetros Inorgánicos y Biológicos y Valores Referenciales de la Norma Chilena NCh 1.333. Campaña de Invierno y Verano	2.4-127
Tabla 2.4-61. Abundancia Promedio (cel/cm ²) y Parámetros Comunitarios del Fitobentos, registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto).....	2.4-128
Tabla 2.4-62. Abundancia Promedio (cel/cm ²) y Parámetros Comunitarios del Fitobentos, registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre).....	2.4-129
Tabla 2.4-63. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto).....	2.4-131
Tabla 2.4-64. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre).....	2.4-132
Tabla 2.4-65. Abundancia Promedio (ind/m ²) y Parámetros Comunitarios del Zoobentos registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto).....	2.4-133
Tabla 2.4-66. Abundancia Promedio (ind/m ²) y Parámetros Comunitarios del Zoobentos registrado en las Estaciones analizadas en Primavera-Verano de 2011 (Diciembre)	2.4-134
Tabla 2.4-67. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto).....	2.4-135
Tabla 2.4-68. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre).....	2.4-136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.4-1. Área de Influencia Flora y Vegetación	2.4-3
Figura 2.4-2. Zonas Vegetales de Chile. Schmithüsen (1956), según modificación presentada por Jürke Grau (1995)	2.4-15
Figura 2.4-3. Formaciones Vegetales (Gajardo, 1994) de la Región de Antofagasta	2.4-17
Figura 2.4-4. Pisos Vegetacionales (Luebert y Pliscof, 2006) de la Región de Antofagasta	2.4-19
Figura 2.4-5. Riqueza de Especies por Familia (en Orden Alfabético) presentes en el Área de Influencia sector Tranque Talabre	2.4-44
Figura 2.4-6. Número de Especies por Formación Vegetal	2.4-45
Figura 2.4-7. Área de Influencia del Proyecto	2.4-57
Figura 2.4-8. Riqueza de Especies Observadas en el Sector RT (Planta-Mina), Campaña de Invierno y Verano	2.4-70
Figura 2.4-9. Riqueza de Especies Observadas en el Sector Planta Desaladora	2.4-84
Figura 2.4-10. Riqueza de Especies Observadas en Sector Planta Desaladora - RT	2.4-91
Figura 2.4-11. Sitios de Nidificación de Gaviota Garuma	2.4-98
Figura 2.4-12. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)	2.4-128
Figura 2.4-13. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)	2.4-130
Figura 2.4-14. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)	2.4-131
Figura 2.4-15. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)	2.4-132
Figura 2.4-16. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)	2.4-133
Figura 2.4-17. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)	2.4-134
Figura 2.4-18. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)	2.4-136
Figura 2.4-19. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)	2.4-137

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.4-1. <i>Cistanthe salsoloides</i> en Escorrentía Artificial	2.4-25
Fotografía 2.4-2. Formación 1, <i>Cistanthe salsoloides</i> y <i>Adesmia atacamensis</i> en Escorrentía Natural	2.4-26
Fotografía 2.4-3. Manchones Aislados de <i>Adesmia atacamensis</i> y <i>Cistanthe salsoloides</i> en Quebradilla Aledaña al Área de la Canaleta de Relaves	2.4-26
Fotografía 2.4-4. Área Considerada como Zona Desnuda –ZD- (Sector RT)	2.4-27
Fotografía 2.4-5. Área Considerada como Zona Desnuda –ZD- (Sector RT)	2.4-27
Fotografía 2.4-6. Salar de Cere, Especie Dominante, <i>Distichlis Spicata</i> , Grama Salada	2.4-28
Fotografía 2.4-7. Detalle de una Planta de <i>Distichlis spicata</i> . Grama Salada	2.4-28
Fotografía 2.4-8. Fisonomía del Matorral Bajo Muy Abierto de <i>Adesmia atacamensis</i>	2.4-30
Fotografía 2.4-9. Fisonomía del Matorral Bajo Abierto de <i>Tessaria absinthioides</i>	2.4-31

Fotografía 2.4-10. Fisonomía del Matorral Bajo Abierto de <i>Tessaria absinthioides</i> con <i>Baccharis juncea</i>	2.4-32
Fotografía 2.4-11. Fisonomía Vegas Presentes en el Área de Influencia sector Tranque Talabre	2.4-34
Fotografía 2.4-12. Fisonomía Áreas con Escasa Vegetación Presentes en el Área de Influencia	2.4-34
Fotografía 2.4-13. <i>Eulychnia iquiquensis</i> , un Ejemplar en Mal Estado. Cerros detrás del Sector km 14.....	2.4-36
Fotografía 2.4-14. Sector km 14, Quebrada a unos 300 m de Altitud, sin Presencia de Vegetación	2.4-36
Fotografía 2.4-15. Vegetación en el Lecho del Río Loa. Centro Verde Oscuro: <i>Schoenoplectus americanus</i> , Batro; en la Periferia, <i>Atriplex atacamenis</i> , Cachiyuyo	2.4-37
Fotografía 2.4-16. Zonas sin Vegetación. Farellón Costero del Sector km 14.....	2.4-37
Fotografía 2.4-17. Sector Alto del Trazado, Planicies con Presencia Muy Escasa de <i>Huidobria fruticosa</i>	2.4-38
Fotografía 2.4-18. Sector Alto del Trazado, Planicies con Presencia Muy Escasa de <i>Cistanthe salsoloides</i>	2.4-38
Fotografía 2.4-19. <i>Cistanthe salsoloides</i>	2.4-39
Fotografía 2.4-20. Detalle de <i>Cistanthe salsoloides</i>	2.4-40
Fotografía 2.4-21. <i>Adesmia atacamensis</i>	2.4-40
Fotografía 2.4-22. Detalle de <i>Adesmia atacamensis</i>	2.4-41
Fotografía 2.4-23. Quebradilla con <i>Adesmia atacamensis</i> en Margen del Sector de Canaleta Planta Talabre	2.4-41
Fotografía 2.4-24. Ejemplares de <i>Eulychnia iquiquensis</i> , en Mal Estado en los Cerros Adyacentes al Sector km 14.....	2.4-46
Fotografía 2.4-25. <i>Huidobria fruticosa</i>	2.4-48
Fotografía 2.4-26. Detalle de <i>Huidobria fruticosa</i>	2.4-48
Fotografía 2.4-27. Trampa Sherman en Sector Impulsión de Agua.....	2.4-67
Fotografía 2.4-28. Uso de Detector de Ultrasonidos para Quirópteros.....	2.4-68
Fotografía 2.4-29. Trampas Cámara Instalada en Terreno y Detección de un Zorro Culpeo en una de ellas	2.4-68
Fotografía 2.4-30. Vista General Sector RT (Planta –Mina)	2.4-71
Fotografía 2.4-31. <i>Phyllotis limatus</i> Capturado en Área Mina.....	2.4-73
Fotografía 2.4-32. Vista General Sector RT (Canaleta Talabre).....	2.4-74
Fotografía 2.4-33. Vista General desde Salar de Cere	2.4-74
Fotografía 2.4-34. <i>Liolaemus constanzae</i> Adulta observada en Quebrada del Sector RT (Canaleta Talabre)	2.4-76
Fotografía 2.4-35. Crías de <i>Athene cunicularia</i> (Pequén) capturadas con Trampa Cámara en Salar de Cere	2.4-77
Fotografía 2.4-36. Vista General del Sector Tranque Talabre con Matorral Bajo muy Abierto.....	2.4-80
Fotografía 2.4-37. Vista General de las Vegas del Sector Tranque Talabre	2.4-80
Fotografía 2.4-38. Vista General de las Áreas Desérticas del Sector Tranque Talabre	2.4-80
Fotografía 2.4-39. <i>Agriorinis montana</i> en Área de Influencia.....	2.4-82
Fotografía 2.4-40. <i>Phyllotis xanthopygus</i>	2.4-83
Fotografía 2.4-41. <i>Lycalopex culpaeus</i> , (a) Fecas y Huella (b).....	2.4-83
Fotografía 2.4-42. Vista general Sector Planta Desaladora.....	2.4-84
Fotografía 2.4-43. <i>Microlophus quadrivittatus</i> (corredor de cuatro bandas) en Borde Costero del Sector km 14	2.4-86

Fotografía 2.4-44. Huevos de Salamaneja del Norte Grande (<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>) en Sector km 14	2.4-86
Fotografía 2.4-45. Trampa Sherman Instalada en el Sector Planta Desaladora	2.4-90
Fotografía 2.4-46. Vista General Cruce Río Loa, Zona Desierto Interior	2.4-91
Fotografía 2.4-47. <i>Microlophus theresioides</i> Adulto Observado en Sector Planta Desaladora - RT	2.4-92
Fotografía 2.4-48. <i>Tachuris rubrigastra</i> (siete colores) Observado en Cruce Río Loa	2.4-96
Fotografía 2.4-49. <i>Anas georgica</i> (pato jergón grande) con Crías en Río Loa	2.4-96
Fotografía 2.4-50. <i>Agrionis microptera</i> (Mero de Tarapacá) Observado en Río Loa	2.4-96
Fotografía 2.4-51. <i>Phalcoboenus megalopterus</i> (Carancho cordillerano) Inmaduro Observado en Río Loa	2.4-97
Fotografía 2.4-52. <i>Phyllotis limatus</i> Adulto Capturado en Río Loa	2.4-101
Fotografía 2.4-53. <i>Lycalopex culpaeus</i> (Zorro culpeo) Fotografiado por Trampa Cámara en Río Loa	2.4-101
Fotografía 2.4-54. Muestreo de Variables del Hábitat en los Sectores del río Loa. Variables Hidráulicas	2.4-112
Fotografía 2.4-55. Muestreo de Variables de Hábitat en los Sectores del Río Loa	2.4-113
Fotografía 2.4-56. Muestreo Fitobentos	2.4-117
Fotografía 2.4-57. Muestreo Fitoplancton	2.4-117
Fotografía 2.4-58. Muestreo Zoobentos	2.4-118
Fotografía 2.4-59. Muestreo Zooplancton	2.4-118
Fotografía 2.4-60. Muestreo Fauna Íctica	2.4-118
Fotografía 2.4-61. Río Loa en el Área del Cruce con el Acueducto. (Campaña Invierno) ..	2.4-121
Fotografía 2.4-62. Río Loa en el Área del Cruce con el Acueducto. (Campaña Primavera-Verano)	2.4-122

ANEXOS

- Anexo 2.4-1: Formaciones Vegetacionales
- Anexo 2.4-2: Plano Puntos de Muestreo
- Anexo 2.4-3: Permisos de Captura de Fauna
- Anexo 2.4-4: Registro Fotográfico
- Anexo 2.4-5: Riqueza de Especies
- Anexo 2.4-6: Permiso de Pesca de Investigación
- Anexo 2.4-7: Resultados Laboratorio Agosto
- Anexo 2.4-8: Resultados Laboratorio Diciembre

2.4 MEDIO BIÓTICO

2.4.1 Flora y Vegetación

2.4.1.1 Introducción

En esta sección se describe la presencia y distribución de la flora y vegetación, que se encuentra actualmente en el área asociada al “Proyecto RT Sulfuros”, ubicado en la región de Antofagasta. Se presentan sus características y representatividad a nivel nacional, en función de los requerimientos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Para ello se presenta:

- Los taxa observados
- La ubicación de los conjuntos de taxa en el área de influencia
- El estado de conservación de los taxa
- La riqueza florística y composición en el área asociada al proyecto
- Las formaciones vegetales presentes en el área de influencia

El objetivo general de este estudio es caracterizar la flora y vegetación de los sectores donde se emplazan las obras físicas del Proyecto, y los objetivos específicos son:

Vegetación

- Establecer y caracterizar el marco biogeográfico en el cual se inserta la vegetación presente en el área donde se emplazarán las obras físicas del proyecto.
- Identificar, delimitar y caracterizar las formaciones vegetacionales que se desarrollan en la actualidad en el en el área donde se emplazarán las obras físicas del proyecto.

Flora

- Caracterizar la riqueza y composición de la flora dominante del área de influencia.
- Identificar y caracterizar las especies que presenten problemas de conservación a nivel nacional, como así mismo aquellas de importancia ecológica y/o científica para los sectores involucrados en el área de influencia asociada al proyecto.

2.4.1.2. Definición Área de Influencia

Se define como área de influencia del proyecto:

1. Sector RT:

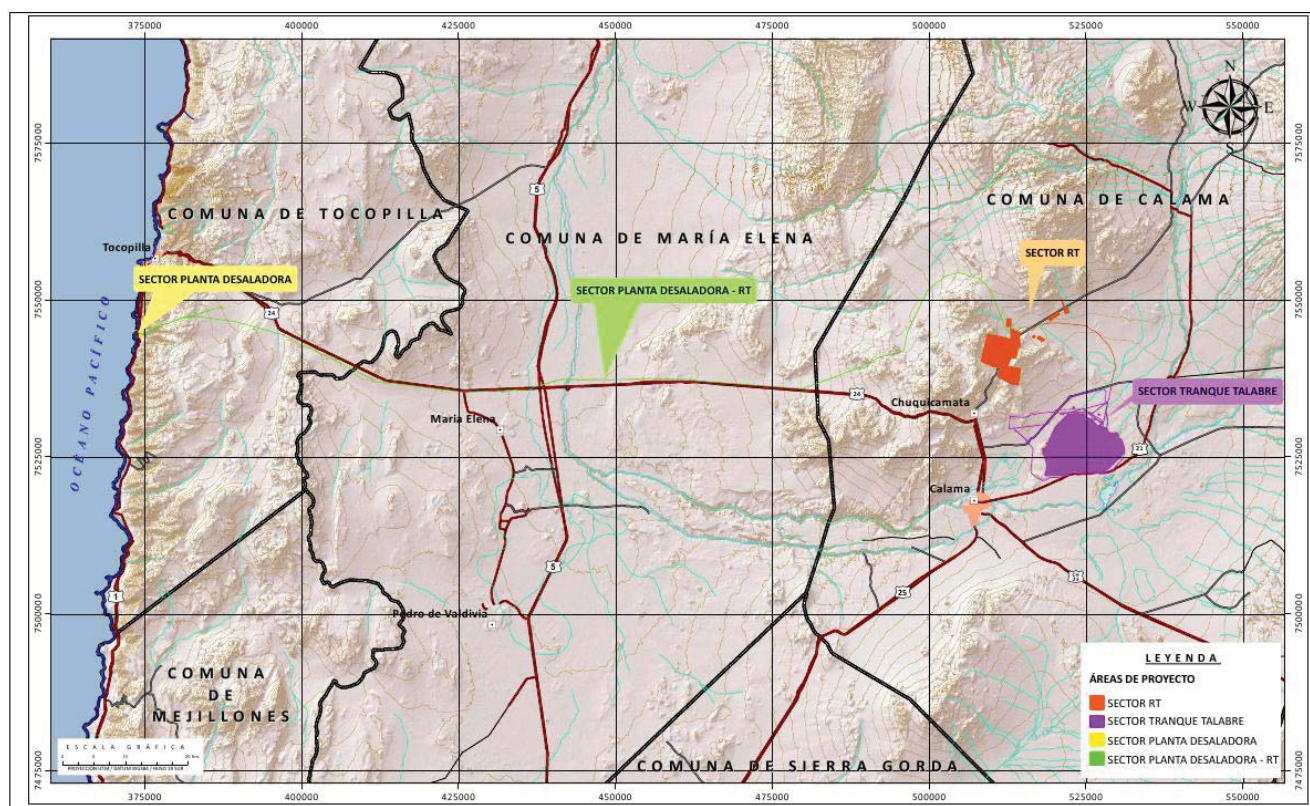
- a. área de emplazamiento de las obras asociadas a la operación minera y la nueva planta concentradora, incluyendo las instalaciones requeridas para su funcionamiento, y el buffer de 50 metros alrededor de dicha área.
- b. Área de emplazamiento de canaleta de relaves desde la planta concentradora hasta la Cámara RT y el buffer de 50 metros alrededor de esta área.
- c. Área de emplazamiento de obras de recirculación de aguas claras desde la sentina hasta la planta concentradora, y el buffer de 50 metros que rodea esta área.

2. Sector Tranque Talabre:

- a. Área destinada a la ampliación del tranque Talabre, sistema de recuperación de aguas de proceso desde el tranque Talabre e infraestructura necesaria para la implementación del sistema de relaves espesados, y el buffer de 50 metros que la rodea.
 - b. Área de mejoramiento vial en el cruce de las Rutas CH-21 y F-50 la cual corresponde a la superficie en la cual se emplazaran las obras.
3. Sector Planta Desaladora: Área destinada para el emplazamiento de la planta desaladora junto a la infraestructura requerida para su funcionamiento, y el buffer de 50 metros que la rodea.
4. Sector Planta Desaladora – RT: Área destinada para el emplazamiento del sistema de impulsión que transporta el agua desalada desde la nueva planta desaladora hasta el Sector RT, junto a la infraestructura requerida para su funcionamiento, y el buffer de 50 metros que la rodea.

El área de influencia para flora y vegetación se presenta en la Figura 2.4-1.

Figura 2.4-1. Área de Influencia Flora y Vegetación



2.4.1.3. Metodología

2.4.1.3.1. Estrategia General de Obtención de la Información

La información referida a la flora y vegetación del área de influencia se obtuvo mediante revisión bibliográfica y trabajo de terreno. La caracterización de la vegetación se realizó mediante COT, el sector de Tranque Talabre fue tratado por separado, por cuanto se aplicó una variación a la metodología para esta obra areal. El sector RT no fue caracterizado en su totalidad mediante COT dada la antropización del área.

Los métodos de caracterización de flora son comunes a todas las obras del proyecto.

2.4.1.3.2. Revisión Bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica sobre la vegetación presente en la región de Antofagasta; así como de la flora posible a ser registrada. Dicha revisión comprendió la compilación de la información de la vegetación de Chile y de regiones específicas, para lo cual se consideró, entre otros, los trabajos de Smithüsen (1956), Gajardo (1994), y Luebert y Pliscoff (2006), además de revisiones de informes específicos para la zona.

Adicionalmente, se analizó la información de coberturas que entrega el Catastro y evaluación de recursos vegetacionales de Chile, disponible en el sitio web del Sistema Nacional de Información Ambiental (<http://territorial.sinia.cl>), complementado con la información bibliográfica asociada (CONAF/CONAMA/BIRF, 1999) y las actualizaciones posteriores.

2.4.1.3.3. Campañas de Terreno

Las campañas a terreno se realizaron por sector y por estacionalidad, abarcando los sectores RT, Planta Desaladora y Planta Desaladora- RT y otra el sector Tranque Talabre, como se describe a continuación:

Para las obras lineales y areales pequeñas, caracterizadas por su puntual y escasa vegetación por corresponder a sitios de desierto, su descripción estará enfocada en describir las especies presentes y los sitios particulares que ocupan dentro de cada sector. Dada su distribución localizada y puntual, la presentación de una cartografía en base a polígonos provocaría una sobre-representación de la real cobertura vegetal existente. La representación de todos los ejemplares de plantas que crecen en las diferentes áreas excede ampliamente el marco de una línea de base, siendo para ello más apropiado indicar en el texto los sitios donde se encontró vegetación.

Por otra parte, para el sector Tranque Talabre, y que corresponden a obras areales relativamente extensas, se realizó una caracterización de las comunidades vegetales mediante la metodología de la elaboración de las Cartas de Ocupación de Tierra - COT (Etienne y Prado, 1982). El sector RT no fue caracterizado en su totalidad mediante COT dada la antropización del área.

Los métodos de caracterización de flora (descrita más adelante) son comunes a todas las obras del proyecto, excepto para el sector Tranque Talabre, donde se agrega además la estimación de abundancia relativa.

Sector RT, Planta Desaladora y Planta Desaladora – RT

Los trabajos de terreno fueron realizados a lo largo de los trazados lineales, en búsqueda de especies vegetales e inspecciones a pie en los terrenos proyectados para las plantas y obras anexas. Se completaron dos campañas estacionales:

Campaña de invierno. 16 al 21 de agosto de 2011.

Campaña de primavera. 15 al 17 de diciembre de 2011.

El área de influencia fue recorrida en su totalidad en cada una de estas campañas, a excepción de una pequeña superficie de aproximadamente 2 km ubicado en el farellón rocoso de la quebrada que drena en el Sector km 14 donde se localiza el sistema de impulsión de agua desalada, la cual se analizó mediante prismáticos. Cabe indicar que la flora de este tipo de ambientes está abordada en la bibliografía consultada.

Sector Tranque Talabre

El trabajo en terreno se realizó en dos campañas estacionales:

Campaña de primavera. 26 de septiembre 3 de octubre de 2011.

Campaña de verano. Entre el 18 y 22 de diciembre de 2011.

El área de influencia fue recorrida en su totalidad en cada una de estas campañas. Se describió y caracterizó la vegetación y flora localizada al norte de la cota 2.510 incluyendo el área de expansión del tranque (Ac). Bajo la cota 2.510 no se levantó información, debido a que el área se encuentra aprobada por la RCA 311/2005, que calificó ambientalmente favorable el Proyecto Mina Ministro Hales.

2.4.1.3.4. Caracterización de la Vegetación

Sector RT, Planta Desaladora y Planta Desaladora – RT

Dadas las peculiares características del área de Proyecto, caracterizada por su puntual y escasa vegetación, por corresponder a sitios de desierto, su descripción estará enfocada en describir las especies presentes y los sitios particulares que ocupan dentro de cada sector.

Dada su distribución localizada y puntual, la presentación de una cartografía en base a polígonos provocaría una sobrestimación de la real cobertura vegetal existente.

Sin embargo, se realizó una caracterización de las comunidades vegetales presentes en el Sector, por medio de la metodología de la elaboración de las Cartas de Ocupación de Tierra - COT (Etienne y Prado, 1982). Mediante ella se caracterizan las unidades de vegetación según criterios de cobertura, dominancia y fisonomía.

La abundancia (cobertura) de las especies se estima visualmente. Para el área de influencia, los tipos biológicos (fisonómicos) considerados son (ver Tabla 2.4-1):

Tabla 2.4-1. Tipos Biológicos y Porcentaje de Cobertura Vegetacional según Metodología COT

Tipo Biológico		Índice de Cubrimiento	
LB:	Leñoso bajo, para los arbustos cubrimiento n	1 – 5%	Muy escaso
S :	Suculento, para las especies leñosas presenten hojas o tallos suculentos que presenta	5 – 10%	Escaso
H :	Herbáceo, para las hierbas	10 – 25%	Muy Claro
		25 – 50%	Claro
		50 – 75%	Poco denso
		75 – 90%	Denso
		90 – 100 %	Muy denso

Fuente: Elaboración propia a partir de Etienne y Prado 1982

Sector Tranque Talabre

El estudio de la vegetación del área del proyecto se desarrolló considerando la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) propuesta por Etienne y Prado (1982).

Se realizó una fotointerpretación del área de influencia considerando el uso del suelo, el cual involucra todos los elementos del paisaje presentes (humedales, matorrales, pastizales y estepas, etc.). Para ello se usaron imágenes descargadas de Google Earth a través del software Stichmaps y posteriormente georreferenciadas en ambiente Global Mapper 9.0.

El trabajo de fotointerpretación se realizó en forma visual y directamente en formato digital con ArcGIS 9.3, a una escala mínima 1:3.000 dada la resolución de las imágenes disponibles. Lo anterior permitió generar cartografía a una escala adecuada donde se pueda visualizar la información catastrada en terreno.

La discriminación en la fotointerpretación se realizó en base a tono y color, textura y estructura (Etienne y Prado, 1982). Los polígonos generados y que dan cuenta de las unidades homogéneas de vegetación, fueron homologados a alguna de las categorías de recubrimiento del suelo que se resumen la siguiente tabla (Tabla 2.4-2):

Tabla 2.4-2. Categorías de Recubrimiento del Suelo Utilizadas en el Proceso de Fotointerpretación y Validación de Terreno

Recubrimiento del Suelo		Formación vegetal
1	Áreas urbanas e industriales	-
2	Matorrales	
	2.1	Matorral Abierto
	2.2	Matorral Semidenso
	2.3	Matorral Denso
3	Humedales	
	3.1	Vega alto andina
4	Cuerpos de Agua	
	4.1	Lagos, lagunas, embalses
	4.2	Ríos

Recubrimiento del Suelo		Formación vegetal
5	Áreas Desprovistas de Vegetación	
	5.1	Cajas de Río
	5.2	Afloramientos Rocosos

Las definiciones de estas categorías son las siguientes:

- Áreas urbanas e industriales: sectores ocupados por ciudades o instalaciones industriales.
- Matorral: formación vegetal donde el tipo biológico árbol es menor al 5%, el de arbustos puede variar entre 5 a más del 75% y las herbáceas pueden estar entre 0-100%. Se diferencian los matorrales según su cobertura “Muy Abierto”, “Abierto”, “Semidenso”, “Denso” y “Muy Denso”.
- Humedales: superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancado o corriente, dulce, salobre o salado, Incluye las siguientes categorías: vegas, bofedales y otros terrenos húmedos. Domina el tipo biológico herbáceo con coberturas que pueden alcanzar el 100%.
- Áreas desprovistas de vegetación: sectores donde la cobertura vegetal de toda la formación vegetal, sumando los tipos biológicos hierbas, arbustos y árboles no alcanza el 1%.

Desarrollo de Trabajos en Terreno mediante Muestreo

El trabajo en terreno se ejecutó en base a un tipo de muestreo preferencial, y dentro de éste al subtipo estratificado (Matteucci y Colma, 1982). Este tipo de muestreo preferencial se caracteriza por que las unidades muestrales se sitúan en unidades consideradas típicas o representativas, sobre la base de los criterios que definen la fotointerpretación realizada.

A su vez, la fotointerpretación permitió el ajuste al subtipo preferencial estratificado como el adoptado, el que comúnmente se emplea en zonas extensas y heterogéneas. En este sentido, la estratificación está dada por la división en unidades homogéneas de vegetación según cinco parámetros de clasificación: topografía, exposición, altitud, cobertura y estructura vegetal.

Este tipo de muestreo preferencial estratificado tiene una amplia ventaja sobre el muestreo aleatorio en términos que incrementa la precisión de las estimaciones. Además, es posible adecuar el tamaño de la muestra a la superficie ocupada por cada estrato que señala la COT y permite no sumar errores por sobremuestreo de los estratos pequeños o submuestreo de los estratos más grandes, tal como el tipo aleatorio.

Considerando lo anterior, el muestreo de terreno consideró visitar la mayor extensión posible del área de influencia, donde se identificó la vegetación presente y se verificó la información representada en la cartografía preliminar.

El trabajo consistió en una combinación de puntos georreferenciados de observaciones fisionómico-estructurales en las formaciones relevadas, y observaciones y registros generales a través de recorridos a lo largo del área de influencia del proyecto.

Cada formación relevada fue georreferenciada a través de coordenadas UTM Datum WGS 84. Esta información se encuentra en la siguiente Tabla 2.4-3:

Tabla 2.4-3. Estaciones de Muestreo de Flora y Vegetación – Tranque Talabre

Punto	Coord.UTM		Uso de Suelo	Formación
	Este	Norte		
TA01	522.191	522191	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA02	525.400	525400	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA03	525.445	525445	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA04	525.676	525676	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA05	525.061	525061	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA06	524.833	524833	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA07	524.867	524867	Matorrales	Matorral Abierto
TA08	526.389	526389	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA09	526.265	526265	Matorrales	Matorral Muy Abierto
TA10	526.104	526104	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA11	526.555	526555	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA12	527.957	527957	Matorrales	Matorral Muy Abierto
TA13	526.867	526867	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA14	527.588	527588	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA15	527.509	527509	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA16	527.881	527881	Matorrales	Matorral Muy Abierto
TA17	528.061	528061	Matorrales	Matorral Muy Abierto
TA18	528.305	528305	Matorrales	Matorral Abierto
TA19	528.604	528604	Matorrales	Matorral Abierto
TA20	526.001	526001	Áreas de Escasa Vegetación	Áreas de Escasa Vegetación
TA21	528.480	528480	Matorrales	Matorral abierto
TA22	528.786	528786	Matorrales	Matorral abierto
TA23	528.940	528940	Matorrales	Matorral Abierto
TA24	528.634	528634	Matorrales	Matorral Abierto
TA25	528.087	528087	Matorrales	Matorral abierto
TA26	528.233	528233	Humedales	Vega
TA27	529.502	529502	Humedales	Vega
TA28	529.047	529047	Matorrales	Matorral Abierto

Fuente: Elaboración Propia

En cada formación validada se caracterizó la vegetación presente, comparándola con el tipo de recubrimiento establecido preliminarmente en la cartografía generada por fotointerpretación en gabinete y registrando los ajustes necesarios en caso de existir.

Las formaciones observadas se caracterizaron en términos de su estratificación, cobertura y altura, grado de intervención y especies dominantes. Para la estratificación se utilizaron los 4 tipos biológicos definidos por Godron et al., (1968) como base. En éstos, la información de especies dominantes se codificó de acuerdo a la metodología de COT ya señalada (ver Tabla 2.4-4).

Tabla 2.4-4. Estratificación por Tipos Biológicos y Codificación de Especies Dominantes

Tipo Biológico	Género	Especie	Ejemplo
Herbáceo	Minúscula	Minúscula	<i>Distichis spicata</i> : ds
Leñoso Bajo	Mayúscula	Minúscula	<i>Adesmia atacamensis</i> : Aa
Leñoso Alto	Mayúscula	Mayúscula	<i>Prosopis chilensis</i> : PC
Suculento	Minúscula	Mayúscula	<i>Puya chilensis</i> : pC

La altura de los estratos se codificó de acuerdo a los valores señalados en la Tabla 2.4-5.

Tabla 2.4-5. Rango de Valores para la Altura de los Estratos Vegetales

Altura (m)	Categoría de Altura
0,0 – 0,5 (herbáceo / leñoso bajo)	0
0,5 – 1,0 (herbáceo / leñoso bajo)	1
1,0 – 2,0 (herbáceo / leñoso bajo)	2
> 2,0 (herbáceo alto - leñoso bajo)	3
< 2,0 (leñoso alto)	4
2,0 – 4,0 (leñoso alto)	5
4,0 – 8,0 (leñoso alto)	6

Fuente: Etienne y Prado 1982

En el caso de la vegetación arbustiva (leñoso bajo), se registró la presencia de especies, rangos de altura y porcentaje de cobertura. Los humedales, se describieron en base a la composición florística dominante. La Tabla 2.4-6 resume la codificación de las medidas de cobertura de acuerdo a la metodología propuesta.

Tabla 2.4-6. Rango de Valores para la Cobertura Vegetal

Cobertura %	Densidad	Código	Índice
1 – 5	Muy escasa	me	1
5 – 10	Escasa	e	2
10 – 25	Muy abierto	ma	3
25 – 50	Abierto	a	4
50 – 75	Semidenso	sd	5
75 – 90	Densa	d	6
90 - 100	Muy Densa	md	7

Junto con lo anterior, se recopiló información respecto del grado de artificialización del punto de muestreo representativo de la formación vegetal, para lo cual se utilizaron las categorías que se indican en la Tabla 2.4-7.

Tabla 2.4-7. Categorías de Grado de Artificialización Registradas para las Formaciones Relevadas

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

Como complemento al registro de información en base a formularios de terreno, cada formación vegetal caracterizada fue fotografiada.

2.4.1.3.5. Caracterización de la Flora

Sectores RT, Planta Desaladora y Planta Desaladora- RT

El registro de la flora vascular terrestre se realizó por observación directa de ella en los sectores de Planta Desaladora y Planta Desaladora - RT. Para cumplir con el objetivo de establecer su riqueza y su composición, la identificación de la mayoría de las especies se hizo en terreno a partir de la experiencia de los investigadores; también se fotografió y colectó material de las especies que no se pudo identificar en terreno y se determinó en gabinete, con la ayuda de la literatura pertinente.

La nomenclatura científica de las especies sigue a Marticorena & Quezada (1985), Marticorena & Rodríguez (1995, 2001, 2003, 2005, 2011) y Zuloaga et al (2009). Se presenta una lista completa de la flora vascular terrestre, donde a cada especie se le asigna la familia, el nombre vulgar según Baeza (1930) y Gajardo (1994), la forma de crecimiento, el origen geográfico y la categoría de conservación.

Para el análisis de las formas de crecimiento de las plantas se consideraron los siguientes tipos:

- Árboles: Especies leñosas, con un pie basal único, ramificadas desde cierta altura, frecuentemente con altura superior a 2 m.
- Arbustos: Especies leñosas, con varios fustes delgados, ramificadas desde la base, de hasta 2 m de altura.
- Trepadora leñosa: plantas leñosas que crecen trepadas a los árboles que les sirven de apoyo.
- Parásita: Plantas que viven a expensas, parcial o totalmente de otra especie de planta vascular.
- Suculentas: Corresponden a especies con hojas o tallos suculentos (ej. bromeliáceas).

- Hierbas perennes: Se incluyen las especies cuyos individuos poseen órganos de resistencia subterráneos y rebrotan en primavera.
- Hierbas anuales: Se incluyen las especies que sobreviven a la estación desfavorable sólo mediante sus semillas.

La asignación de origen geográfico a las especies incluye las siguientes categorías:

- Nativas: especies que se encontraban en Chile a la llegada de los españoles. Se las puede clasificar, a su vez, en dos grupos: nativas endémicas, cuya área de distribución no sobrepasa los límites del país y nativas no endémicas, cuando su distribución natural alcanza a otros países.
- Alóctonas asilvestradas: especies transportadas por el hombre desde otros países que actualmente se han vuelto silvestres.
- Alóctonas cultivadas: especies exóticas que han sido introducidas para cultivo u ornamento. En el área de proyecto se trata de árboles antiguos que se mantienen gracias a la presencia de afloramientos o napas de agua.

Sector Tranque Talabre

Para el caso de las formaciones herbáceas se establecieron transectos de 50 m y para las formaciones arbustivas, transectos de 100 m; para cada transecto se consideró un ancho de 2 m y posteriormente fue georreferenciado y asociado a la formación vegetal específica a la que corresponde.

En cada transecta se procedió a inventariar la flora presente, registrando el nombre científico de la planta, forma de crecimiento y la abundancia, por medio de la metodología Braun-Blanquet.

Los rangos de Braun - Blanquet indican la dominancia de las especies (densidad y cobertura) y son básicamente rangos de cobertura, excepto los rangos r y + que indican valores bajos de cobertura y además de densidad (ver Tabla 2.4-8).

Tabla 2.4-8. Códigos de Abundancia Relativa de Acuerdo a Criterio de Braun – Blanquet

Código	Abundancia Relativa en Área de Muestreo
R	1 individuo
+	2 – 4 individuos
1	5 – 20%
2	20 – 40%
3	40 – 60%
4	60 – 80%
5	80 – 100%

Para las especies que no se lograron identificar en terreno, el material recolectado se analizó en gabinete, para lo cual se utilizó la literatura pertinente. La nomenclatura de las especies identificadas se basó en Marticorena y Quezada (1989) y literatura taxonómica más reciente.

Cada especie registrada se fotografió para su posterior verificación taxonómica en gabinete.

2.4.1.3.6. Estado de Conservación

De acuerdo a los antecedentes recopilados se elaboró un listado de especies presentes en el área de influencia del proyecto con indicación de estados de conservación. Estos se precisaron de acuerdo a los siguientes estándares:

Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación (RCE) (D.S. N° 29, año 2012) y procesos 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7° y 8° de clasificación de especies, decretos D.S. 151/2007, D.S. 50/2008, D.S. 51/2008, DS 23/2009, DS 33/2012, DS 41/2012, DS 42/2012, DS 19/2013.

El RCE utiliza las categorías que establece la Ley 19.300 (artículo 37) modificada por la Ley 20.417 para la clasificación de las especies nativas de flora y fauna, según su estado de conservación. Algunas de éstas son equivalentes a categorías de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), en cuyos casos se utilizan los criterios de la UICN versión 3.1 para clasificar. Dichas categorías se listan a continuación:

- Extinta (E): cuando prospecciones exhaustivas en su hábitat conocido y/o esperado, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado algún individuo en estado silvestre.
- En Peligro de Extinción (P): cuando enfrente un riesgo muy alto de extinción.
- Vulnerable (V): cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría “En Peligro de Extinción”, enfrente un riesgo alto de extinción.
- Insuficientemente Conocida (I): cuando existiendo presunciones fundadas de riesgo, no haya información suficiente para asignarla a una de las categorías de conservación anteriores.
- Fuera de Peligro (F): cuando haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas anteriormente y, en la actualidad, se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que la amenaza que existía ha cesado.
- Rara (R)¹: cuando sus poblaciones ocupen un área geográfica pequeña, o estén restringidas a un hábitat muy específico que, en sí, sea escaso en la naturaleza. También se considerará “Rara” aquella especie que en forma natural presente muy bajas densidades poblacionales, aunque ocupe un área geográfica mayor.

Por su parte, las categorías establecidas por la UICN se listan a continuación:

- Extinto (EX): Un taxón está Extinto cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.
- Extinto en Estado Silvestre (EW): Un taxón está “Extinto” en Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizada

¹ Para los propósitos de este reglamento, las especies clasificadas como “Raras” podrán también ser clasificadas en alguna de las categorías anteriormente definidas, de acuerdo a la información disponible.

¹ Descrito en Sección 5 de Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN.

completamente fuera de su distribución original. Se presume que un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

- En Peligro Crítico (CR): Un taxón está “En Peligro Crítico” cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para En Peligro Crítico² y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
- En Peligro (EN): Un taxón está “En Peligro” cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
- Vulnerable (VU): Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
- Casi Amenazado (NT): Un taxón está “Casi Amenazado” cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
- Preocupación Menor (LC): Un taxón se considera de “Preocupación Menor” cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.
- Datos Insuficientes (DD): Un taxón se incluye en la categoría de “Datos Insuficientes” cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos Insuficientes no es por lo tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información, y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenazada pudiera ser apropiada. Es importante hacer un uso efectivo de cualquier información disponible. En muchos casos habrá que tener mucho cuidado en elegir entre Datos Insuficientes y una condición de amenaza. Si se sospecha que la distribución de un taxón está relativamente circunscrita, y si ha transcurrido un período considerable de tiempo desde el último registro del taxón, entonces la condición de amenazado puede estar bien justificada.
- No Evaluados (NE): Un taxón se considera “No Evaluado” cuando todavía no ha sido clasificado en relación a estos criterios.

A las plantas leñosas y a las monocotiledóneas que han sido clasificadas al nivel nacional y no presentan amenazas se les denominó “no amenazadas”; las especies herbáceas no clasificadas se consideran como “no evaluadas” y las alóctonas asilvestradas como “no aplica”.

Adicionalmente, se revisó el D.S N° 68/2009 para determinar si la formación vegetal corresponde a una formación xerofítica.

2.4.1.4. Resultados y Análisis

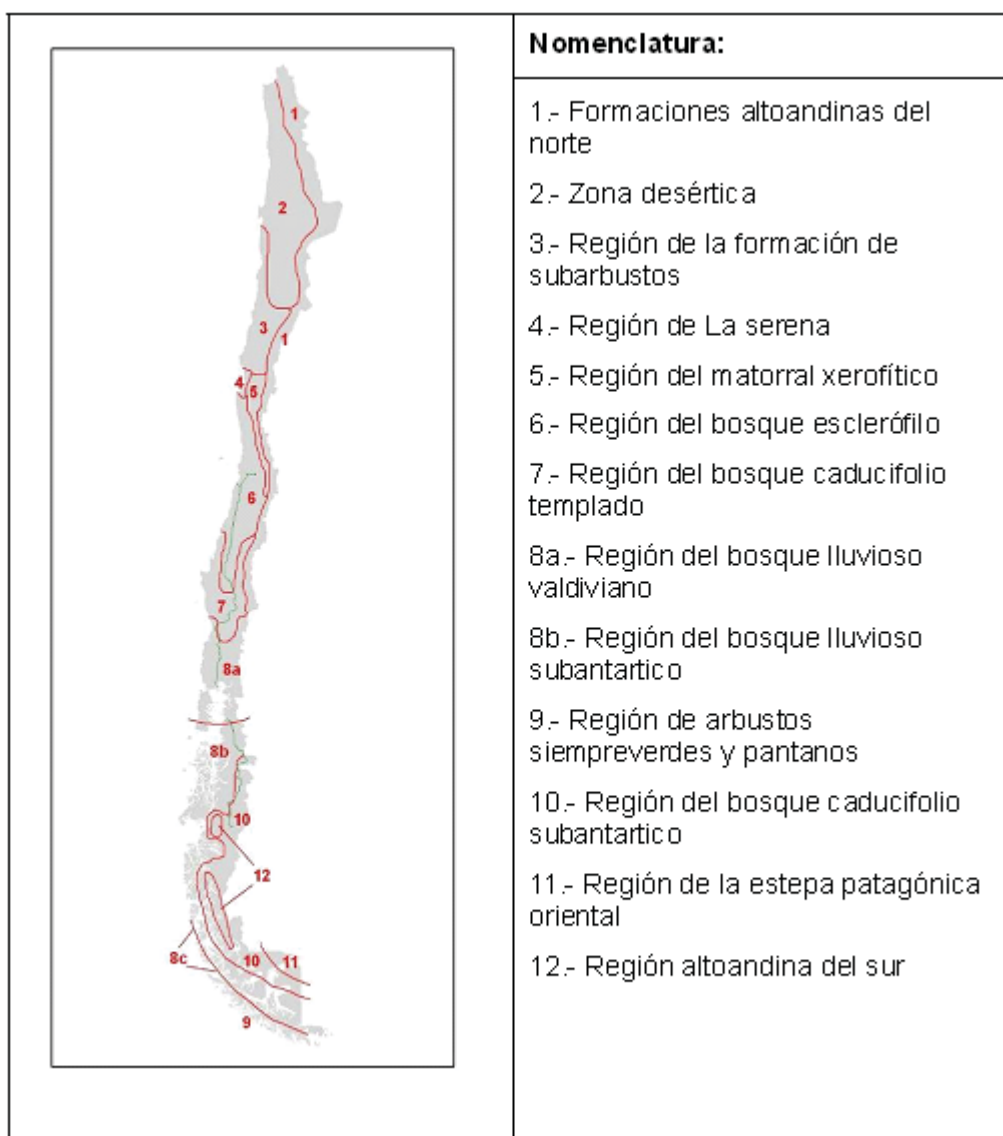
2.4.1.4.1. Revisión Bibliográfica

2.4.1.4.1.1. Marco Biogeográfico de la Vegetación Potencial de la Región de Antofagasta

Desde el punto de vista biogeográfico, los sistemas vegetacionales presentes en la región se insertan en el Reino Neotropical, Dominio Andino Patagónico, Provincia Alto andina (Cabrera y Willink, 1973), en la región Andina, Subregión Páramo-Puneña, Provincia de la Puna (Morrone, 2001 y 2002).

En términos generales, de acuerdo a Schmithüsen (1956), la vegetación presente en la región de Antofagasta está definida por Formaciones alto andinas del norte, Zonas desérticas y Región de la formación de subarbustos (Figura 2.4-2).

Figura 2.4-2. Zonas Vegetales de Chile. Schmithüsen (1956), según modificación presentada por Jürke Grau (1995)



Fuente: Schmithüsen (1956)

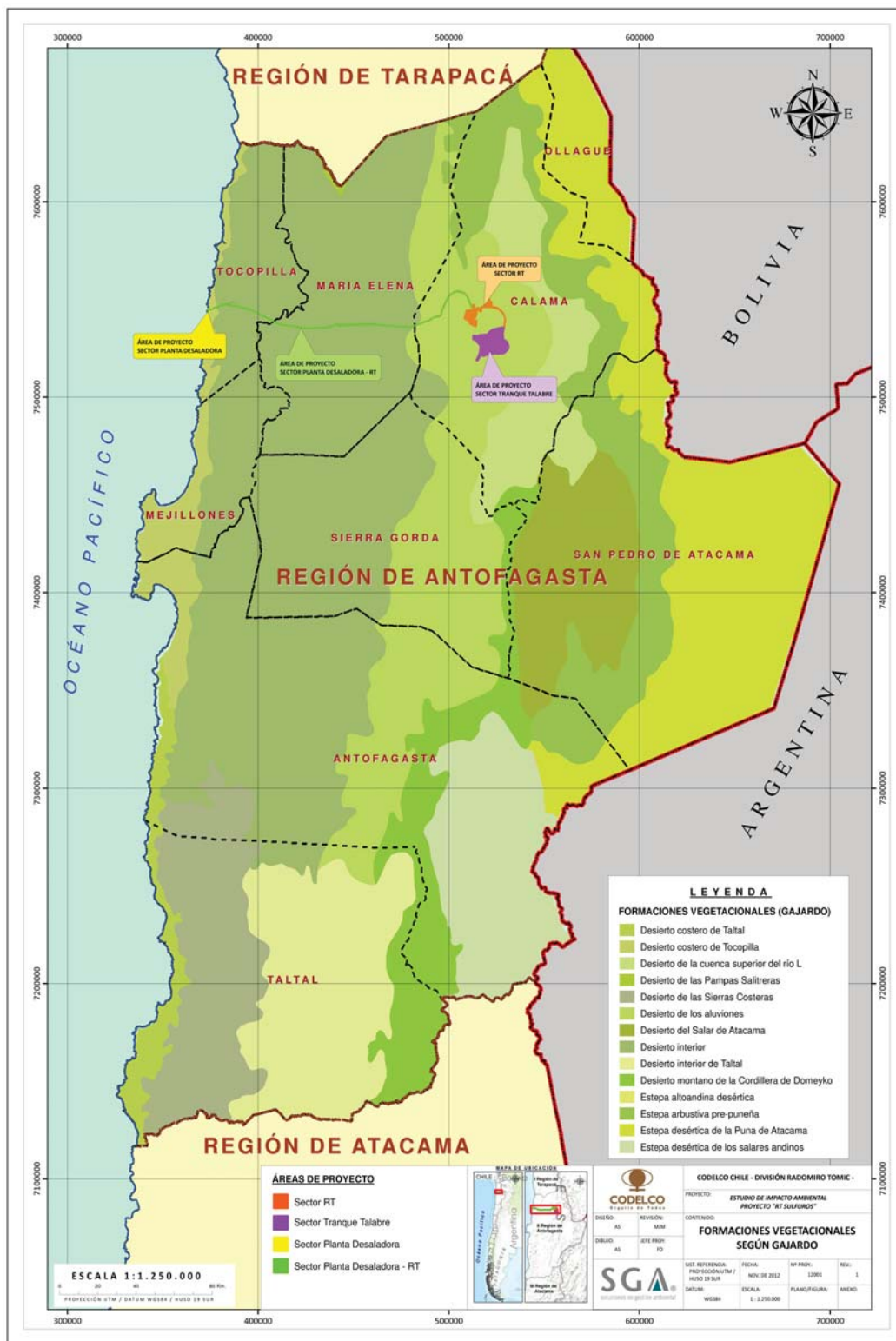
De acuerdo a la Clasificación y Distribución Geográfica de la Vegetación Natural de Chile (Gajardo, 1994), en la región de Antofagasta existen 2 regiones, 2 Subregiones y 14 formaciones vegetales (Tabla 2.4-9, Figura 2.4-3)

Tabla 2.4-9. Clasificación de la Vegetación Natural de la Región de Antofagasta

Región Vegetacional	Subregión Ecológica	Formación Vegetal
Andina	Andina	Estepa alto andina desértica
		Estepa arbustiva pre-puneña
		Estepa desértica de la puna de Atacama
		Estepa desértica de los salares andinos
Del Desierto del Pacífico	Del Desierto del Pacífico	Desierto costero de Taltal
		Desierto costero de Tocopilla
		Desierto de la cuenca superior del río Loa
		Desierto de las pampas salitreras
		Desierto de las sierras costeras
		Desierto de los aluviones
		Desierto del salar de Atacama
		Desierto interior
		Desierto interior de Taltal
		Desierto montano de la Cordillera de Domeyko

Fuente: Gajardo, 1994.

Figura 2.4-3. Formaciones Vegetales (Gajardo, 1994) de la Región de Antofagasta



Fuente: Gajardo, 1994

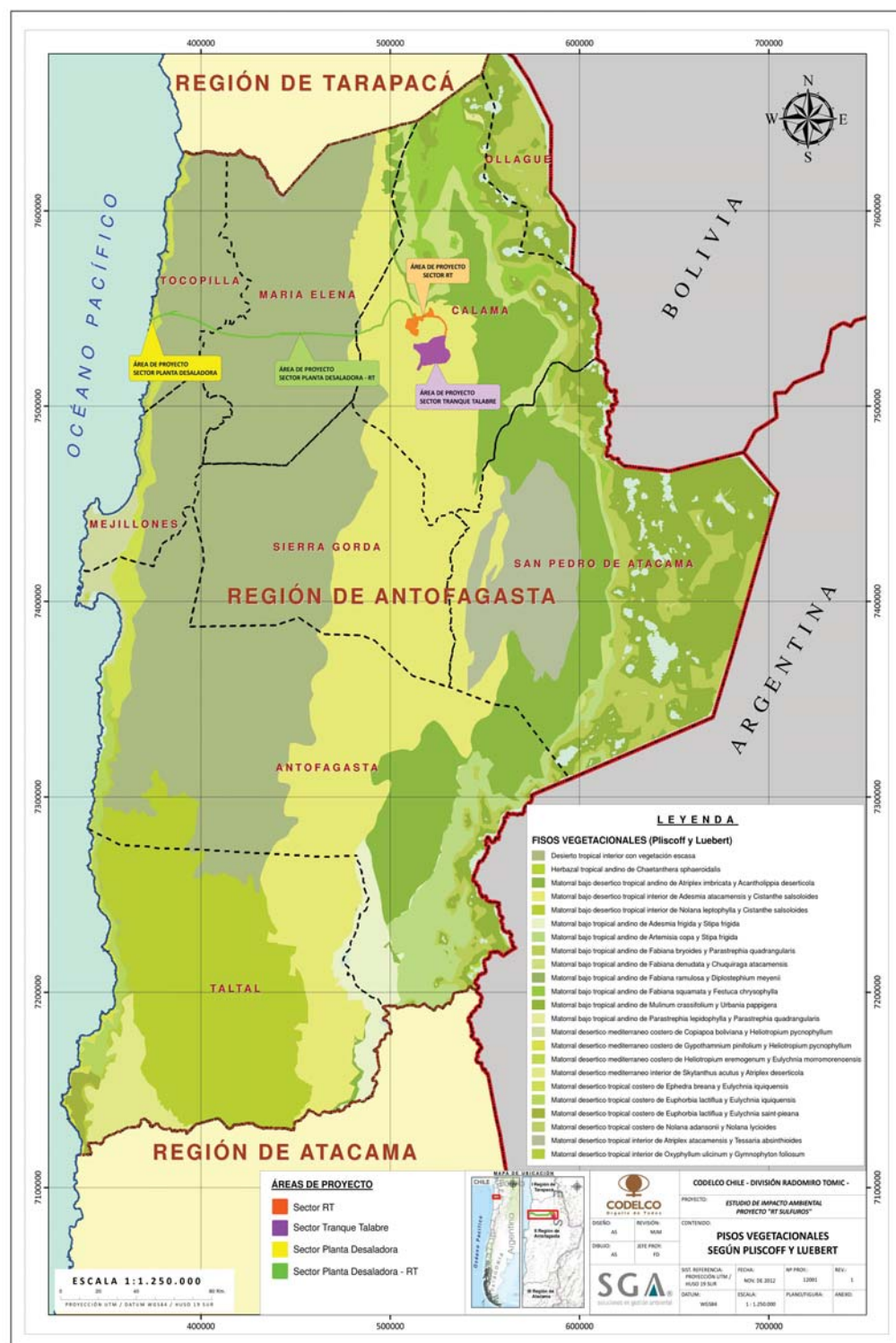
Según la Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile (Luebert y Pliscoff, 2006), en la región de Antofagasta se presentan 5 formaciones vegetales y 23 Pisos Vegetacionales (Tabla 2.4-10 y Figura 2.4-4).

Tabla 2.4-10. Clasificación Bioclimática y Vegetacional de la Región de Antofagasta

Formación Vegetal	Piso Vegetacional
Desierto Absoluto	Desierto tropical interior con vegetación escasa
Herbazal de Altitud	Herbazal tropical andino de <i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>
Matorral Bajo de Altitud	Matorral bajo tropical andino de <i>Adesmia frigida</i> y <i>Stipa frigida</i>
	Matorral bajo tropical andino de <i>Artemisia copa</i> y <i>Stipa frigida</i>
	Matorral bajo tropical andino de <i>Fabiana bryoides</i> y <i>Parastrephia quadrangularis</i>
	Matorral bajo tropical andino de <i>Fabiana denudata</i> y <i>Chuquiraga atacamensis</i>
	Matorral bajo tropical andino de <i>Fabiana ramulosa</i> y <i>Diplostephium meyenii</i>
	Matorral bajo tropical andino de <i>Fabiana squamata</i> y <i>Festuca chrysophylla</i>
	Matorral bajo tropical andino de <i>Mulinum crassifolium</i> y <i>Urbania pappigera</i>
	Matorral bajo tropical andino de <i>Parastrephia lepidophylla</i> y <i>Parastrephia quadrangularis</i>
Matorral Bajo Desértico	Matorral bajo desértico tropical andino de <i>Atriplex imbricata</i> y <i>Acantholippia deserticola</i>
	Matorral bajo desértico tropical interior de <i>Adesmia atacamensis</i> y <i>Cistanthe salsoloides</i>
	Matorral bajo desértico tropical interior de <i>Nolana leptophylla</i> y <i>Cistanthe salsoloides</i>
Matorral Desértico	Matorral desértico mediterráneo costero de <i>Copiapoa boliviana</i> y <i>Heliotropium pycnophyllum</i>
	Matorral desértico mediterráneo costero de <i>Gypothamnium pinifolium</i> y <i>Heliotropium pycnophyllum</i>
	Matorral desértico mediterráneo costero de <i>Heliotropium eremogenum</i> y <i>Eulychnia morromorenoensis</i>
	Matorral desértico mediterráneo interior de <i>Skytanthus acutus</i> y <i>Atriplex deserticola</i>
	Matorral desértico tropical costero de <i>Ephedra breana</i> y <i>Eulychnia iquiquensis</i>
	Matorral desértico tropical costero de <i>Euphorbia lactiflua</i> y <i>Eulychnia iquiquensis</i>
	Matorral desértico tropical costero de <i>Euphorbia lactiflua</i> y <i>Eulychnia saint-pieana</i>
	Matorral desértico tropical costero de <i>Nolana adansonii</i> y <i>Nolana lycioides</i>
	Matorral desértico tropical interior de <i>Atriplex atacamensis</i> y <i>Tessaria absinthioides</i>
	Matorral desértico tropical interior de <i>Oxyphyllum ulicinum</i> y <i>Gymnophyton foliosum</i>

Fuente: Luebert y Pliscoff, 2006

Figura 2.4-4. Pisos Vegetacionales (Luebert y Pliscof, 2006) de la Región de Antofagasta



Fuente: Luebert y Pliscof, 2006

2.4.1.4.1.2. Marco Biogeográfico de la Vegetación Potencial del Área de Influencia del Proyecto

Sector RT

Según Schmithüsen (1956), la vegetación presente en el área de influencia está definida por Formaciones de Zona desértica.

De acuerdo con Gajardo (1994) el área se encuentra en la región fitogeográfica del Desierto, sub-región del Desierto Andino, y en cuanto a la formación presente en el área de proyecto, esta sería la del "Desierto de los Aluviones" cuyas asociaciones características son *Adesmia atacamensis* - *Tiquilia (Coldenia) atacamensis*, *Adesmia atacamensis* – *Calandrinia salsoloides* y *Atriplex atacamensis* – *Acantholippia punensis* (*A. trifida*).

Luebert & Pliscoff (2006), a su vez, indican que la zona de la mina y la planta se ubica en el piso del Matorral Bajo Desértico. Este piso se distribuye entre la región de Tarapacá y el norte de la región de Atacama. Se caracteriza por la presencia de especies como *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*. Los mismos autores señalan en sitios con disponibilidad más permanente de agua se encuentran asociaciones intrazonales con *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*, la que se desarrollaría principalmente sobre suelos salinos.

Sector Tranque Talabre

En términos generales, de acuerdo a Schmithüsen (1956), la vegetación presente en el área de influencia está definida por Formaciones de Zona desértica.

Según la Clasificación y Distribución Geográfica de la Vegetación Natural de Chile (Gajardo, 1994), el área de influencia se inserta en la región del Desierto, Subregiones del Desierto Andino, formación vegetal del Desierto de los Aluviones.

Según Gajardo, 1994, para este territorio, se señala la Subregión del Desierto Andino. Ésta corresponde al piso vegetacional superior del desierto y está ubicado entre altitudes de 1.800 a 3.500 msnm. La formación está constituida por arbustos bajos xerófitos y en muchos lugares presenta extensas superficies sin ninguna vida vegetal. Comunidades representativas son las de rica (*Acantholippia punensis*) - petaloxa (*Franseria meyeniana*) y allaval (*Adesmia atacamensis*) - cauchal (*Coldenia atacamensis*). Dentro de esta Subregión, se distingue la Formación del Desierto de los Aluviones, la que comprende principalmente las formaciones vegetacionales que muestra una típica fisonomía de arbustos bajos extremadamente xerófito, con una cobertura muy rala, encontrándose amplios sectores desprovistos de vida vegetal. Su ubicación geográficoecológica corresponde a vertientes orientales y llanos de la Cordillera de Domeyko y aquellos sectores que tienen influencia de los grandes aluviones y precipitaciones marginales provocadas por el invierno altiplánico. Según Gajardo (1994), existe la presencia de vegetales arbustivos bajos, extremadamente adaptados a las condiciones de aridez de la zona. El mismo autor menciona varias comunidades típicas de estos sectores, conformadas principalmente por los géneros *Philippium*, *Atriplex*, *Adesmia*, *Coldenia*, *Hoffmanseggia*, *Calandrina*, *Cristaria* y *Acantholippia*.

Por otra parte, y de acuerdo con la propuesta de pisos de vegetación de Luebert & Pliscoff (2006), en el área de influencia asociada al proyecto, se encontraría el piso Matorral bajo desértico tropical interior de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*. Éste se define como un matorral muy abierto extremadamente xeromórfico, en el que dominan *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*, acompañadas por un elenco variable de especies, entre las que se pueden mencionar a *Huidobria fruticosa*, *Dinemandra ericoides* y *Ephedra breana*.

Generalmente la vegetación se asocia a situaciones microtopográficas favorables, donde se acumula humedad.

Sector Planta Desaladora y Sector Planta Desaladora – RT

El trazado de las obras lineales, dado que va desde las estribaciones de la cordillera de los Andes hasta la franja costera, abarca varias regiones fitogeográficas (Gajardo, 1994) y varios pisos de vegetación (Luebert y Piscoff, 2006).

En relación con la vegetación, el sector inicial de los trazados coincide con la vegetación descrita para el Sector RT. En el interior, en la medida que los trazados pierden altitud, se interna en la subregión del Desierto Absoluto. Gajardo (1994) señala al respecto, que la formación vegetal del área de influencia corresponde también a la del “Desierto Absoluto”, la que se describe como un sector del desierto donde las precipitaciones son insignificantes, por lo que la vegetación está asociada a la presencia de fuentes de agua permanente (surgencias, afloramientos, napas, ríos); en ausencia de ellas, la vida vegetal estaría prácticamente ausente.

Para Luebert y Pliscoff (2006), el área del interior de la región de Antofagasta se ubica en el piso del Desierto Tropical Interior con vegetación escasa, cuya presencia está ligada a la aparición de napas salobres, donde generalmente se observan matorrales de *Tessaria absinthioides* (brea). De acuerdo con los autores, el piso se extiende entre los 200 y los 2.000 m de altitud.

En relación con la vegetación del sector de la franja costera, tanto para Mejillones como para Tocopilla existen numerosos antecedentes. I. M. Johnston (1929) describe por primera vez los principales factores ambientales que condicionan la distribución local de la vegetación del área. Como resultado de sus investigaciones, propuso una zonificación según altitud de la vegetación, donde el factor determinante estaría representado por la abundancia del aporte hídrico de las neblinas costeras. En relación con la presencia de las neblinas y, por ende, de la disponibilidad hídrica, distinguió una zona “fértil”, que sería la que se beneficia de la neblina como la de mayor riqueza y cobertura de la vegetación, señalando que la riqueza y la abundancia disminuyen tanto hacia abajo como hacia arriba de esa franja, para desaparecer por sobre los 1.000 m de altitud.

Reiche (1934-37) describe la vegetación del área dando cuenta de las siguientes formaciones: matorrales y marañas; formaciones de cactáceas, cardonales; páramos rocosos; formaciones de matas y hierbas xerófilas y estepas de hierbas.

Pisano (1956, 1966), clasifica la vegetación en términos de la fitosociología, ubicándola en la Clase de las comunidades desérticas litorales, con el Orden *Trichoceretalia deserticola* (Copao), las Alianzas *Trichoceriony Euphorbion lactifluae* y las asociaciones: *Tetragonio-Calandrinietum*, o el “Desierto costero con anuales de invierno”; *Trichoceretum deserticolae* o “asociación de cactáceas columnares costeras”; *Euphorbietum lactifluae* o “asociación de las lomas de Paposo” y *Skytanthetum* o “matorral costero xerofítico”.

Di Castri (1968), ubica a esta zona en la región mediterránea per-árida. Describe la vegetación como un semidesierto (“jaral”) de arbustos bajos y cactáceas, cuya densidad crece hacia la costa y hacia el sur. Sobre las colinas y los valles costeros, donde se hace sentir la influencia de la neblina, se encuentran asociaciones, a veces densas, de *Euphorbia lactiflua* y cactáceas; ya a partir de Paposo, ubicado al sur de Antofagasta, (23° LS) se estaría en presencia de un verdadero matorral o estepa arbustiva, de 2-3 m de altura.

Gajardo (1994), a su vez, clasifica a la vegetación litoral costera del área del proyecto en la región fitogeográfica del Desierto, Sub- región del Desierto Costero, con la formación del

Desierto Costero de Tocopilla. En relación con ella, el autor señala que debido a las condiciones extremas climáticas del área, la vegetación es muy localizada, y se distribuye en áreas de quebradas o de influencia directa de la camanchaca. Las principales asociaciones sugeridas por el autor para el área son *Eulychnia iquiquensis* (copao de Iquique) – *Frankenia chilensis* (hierba del salitre), Una comunidad ubicada en los sectores altos de acantilados y cerros costeros; y de *Cassia brogniartii* (alcaparra) – *Dinemandra ericoides* (té de burro), comunidad típica de gran distribución en el área y de gran riqueza florística con presencia de numerosas especies endémicas.

Luebert y Pliscoff (2006), ubican la vegetación del área en el piso del Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Gypothamnium pinifolium* y *Heliotropium pycnophyllum*. La vegetación se caracteriza por la presencia de cactáceas y arbustos extremadamente resistentes a las condiciones adversas climáticas; en los años en que se registran precipitaciones, la vegetación se enriquece con muchas especies de hierbas perennes y anuales que permanecen latentes como bulbos y semillas en los años secos.

Luebert et al. (2007), finalmente, describen dos tipos de formaciones vegetales en el área de Tocopilla: uno asociado a la franja de neblinas con presencia dominante de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana* y otro en las quebradas, caracterizado por un matorral con arbustos como *Nolana peruviana* y *Huidobria fruticosa*.

2.4.1.4.1.3. Flora Potencial del Área de Influencia del Proyecto

Sector RT

Según la antecedentes bibliográficos, en áreas cercanas a Chuquicamata se encuentran las especies que se señalan en la Tabla 2.4-11.

Tabla 2.4-11. Especies Reconocidas en el Área según Referencias Bibliográficas

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Familia	Forma de Crecimiento	Origen Geográfico
<i>Adesmia atacamensis</i>	Allaval	Fabaceae	Arbusto	Nativa, endémica
<i>Calandrinia salsoloides</i>	Quiaca	Montiaceae	Arbusto	Nativa
<i>Solanum sitiens</i>	-	Solanaceae	Arbusto	Nativa, endémica región de Antofagasta

Fuente: Geotécnica Consultores (2002),

Finalmente, se cuenta con el antecedente de un estudio sobre la flora de Chuquicamata y alrededores realizados por Knight Piésold (2008) que dio como resultado la presencia de *Adesmia atacamensis* (Fabaceae) y *Solanum sitiens* (Solanaceae).

Sector Tranque Talabre

No existen estudios de flora en el sector. Sin embargo, las clasificaciones de vegetación antes indicadas contemplan una caracterización general de la composición florística de las distintas formaciones, asociaciones y pisos que, en términos bibliográficos, pueden ser consideradas como flora potencial del sector.

Por su parte, según la información existente (SEIA) sobre estudios de flora y vegetación en las mismas formaciones vegetales (Gajardo, 1994) y pisos vegetacionales (Luebert y Plischoff, 2006) donde se inserta el Sector Tranque Talabre, se puede afirmar que, acorde con lo señalado en el contexto biogeográfico, se caracteriza por la ausencia casi total de vegetación. Sólo es probable identificar pequeñas comunidades o poblaciones muy dispersas, con fisionomía de matorral y restringidas a lechos de quebradas. En estos lugares se puede registrar en forma esporádica acumulación de aguas (régimen aluvional). En estas áreas es posible identificar diversas comunidades vegetales.

En general, la vegetación local corresponde a grandes extensiones desprovistas de vegetación, especialmente en las exposiciones norte de los sistemas de cerros existentes y en las partes bajas de las cuencas relacionadas.

Sector Planta Desaladora y Sector Planta Desaladora – RT

La línea de impulsión de agua y los tendidos eléctricos representan un verdadero transecto lineal que atraviesan la región de Antofagasta en dirección W-E desde la franja costera hasta unos 3.000 m de altitud.

El borde costero entre Iquique y Caldera, en términos de su clima, se caracteriza por presentar un clima de tipo desértico, con escasas lluvias y variaciones importantes en sus montos interanuales, ligadas a los eventos de El Niño. Estas condiciones permiten el desarrollo de un tipo de flora en la que su composición y riqueza están fuertemente influidas por el aporte hídrico proveniente tanto de las lluvias como de las neblinas costeras (Gajardo, 1994; Teillier et al. 1998).

Desde el punto de vista fitogeográfico, un largo período de aislamiento en la evolución de la flora del área generó un alto grado de endemismo. En relación con la historia del reconocimiento de la flora del área costera, ella ha sido objeto de numerosos estudios siendo los más importantes, en términos históricos, los de Philippi (1857 y 1860) y Johnston (1929 y 1932). Trabajos más modernos, importantes para el conocimiento de la flora del sector, son los de Ricardi (1957) que realizó un importante aporte al conocimiento de la fitogeografía de Taltal y los de Cabrera & Willink (1973) que incluyen la flora del área en el Dominio Andino-Patagónico, Provincia del Desierto y en el Distrito del Desierto Costero. En los últimos años se ha mantenido el interés por el estudio de esta flora, así, Salgado et al (1979) realizan un estudio de la flora de los alrededores de la ciudad de Antofagasta. Estudios fitogeográficos y ecológicos del desierto costero de Atacama y Perú son realizados por Rundel et al. (1991 y 1996).

Una síntesis general de la flora de la región de Antofagasta se puede encontrar en Marticorena et al (1998). Se trata de un catálogo de la flora donde se documenta la presencia de especies en cuadrantes de 30' x 30' (minutos) indicándose para cada uno la riqueza de especies y el número de colecciones disponibles en herbarios. En ellos se observa que en la medida que se asciende desde la costa en altitud la riqueza disminuye dramáticamente, para comenzar a aumentar levemente a partir de los 3.000 m de altitud, en el interior de la región.

En términos locales, se dispone de información referida a la costa de Tocopilla, recopilada y cotejada en terreno por Luebert et al. (2007), los que señalan que a pesar de que

históricamente el número de especies coleccionadas asciende a unas 146, dada la enorme variabilidad interanual, resulta difícil encontrar y reconocerla in situ, dando cuenta en su trabajo de 25 especies recolectadas entre el cerro de Mamilla, ubicado al norte de Tocopilla y Cobija. Los sitios con plantas se advierten desde lejos, puesto que la especie dominante *Eulychnia iquiquensis* es un cactus conspicuo; la flora vascular se distribuye principalmente en una franja de altitud de entre 400 y 500 m, aunque también puede bajar un poco por algunas quebradas. Sin embargo, ella es muy discontinua, habiendo muchos sectores completamente carentes de plantas.

2.4.1.4.2. Levantamiento de Terreno

2.4.1.4.2.1. Vegetación

Sector RT

En términos generales, la mayor parte de los sectores donde se emplazarán las obras del Proyecto carecen de formaciones vegetales. Dado el carácter singular de la presencia de plantas, se presenta una cartografía simple de ésta, para los sectores donde se registraron especies. A continuación, en la Tabla 2.4-12, se presenta el detalle de las formaciones encontradas en cada sector.

Tabla 2.4-12. Formaciones Vegetales Registradas en el Área de Influencia Sector RT

Nº	Formación	Especies Dominantes	Suelo Desnudo	Nombre de la Formación	Fotografía
1	LB1 H1 me	Aa,cs	90-100 %	Matorral de <i>Adesmia atacamensis</i> y <i>Cistanthe salsoloides</i>	Fotografía 2.4-1, Fotografía 2.4-2
ZD	Zona desnuda		100%	Área sin vegetación	Fotografía 2.4-4, Fotografía 2.4-5
3	H4	ds	50%	Pajonal de grama salada en salar de Cere	Fotografía 2.4-6

Tabla 2.4-13. Especies Dominantes en el Área de Influencia Sector RT

Leñosas bajas (LB)	Herbáceas (H)
Aa: <i>Adesmia atacamensis</i>	cs: <i>Cistanthe salsoloides</i>
Sa: <i>Schoenoplectus americanus</i>	ds: <i>Distichlis spicata</i>
Ta: <i>Tessaria absinthioides</i>	hf: <i>Huidobria fruticosa</i>

Análisis de las Formaciones

El análisis de las formaciones identificadas se explica en los siguientes puntos:

- **Matorral de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides* (Aa, cs):**

Esta formación se presenta tanto en las áreas donde se emplazarán las nuevas obras asociadas a la planta concentradora y la canaleta de relaves.

Corresponde a una formación de tipo matorral, donde *Adesmia atacamensis* es un arbusto de hasta 30 cm de altura y *Cistanthe salsoloides*, una hierba de hasta 30 cm (Fotografía 2.4-2). La cobertura de la vegetación es muy baja, y se encuentra acotada a ciertas escorrentías, en áreas generalmente ubicadas por sobre 3.000 m de altitud.

Estas formaciones se observaron en algunas escorrentías al interior de la División Radomiro Tomic. Sin embargo, ninguna de estas formaciones vegetales intersecta con las áreas a intervenir por el Proyecto. Entre las escorrentías se observan grandes extensiones carentes por completo de vegetación.

En el sector donde se emplazará la canaleta de relaves se observan pequeños manchones de vegetación que discurren a lo largo de una quebradilla que va en paralelo a unos 300 m al W del trazado propuesto para la canaleta. En ella dominan *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides* (Fotografía 2.4-3).

En sitios de acumulación de agua, donde se producen derrames o en escorrentías, generalmente bajo 3.000 m de altitud, se registran algunos parches de *C. salsoloides* (Fotografía 2.4-1; Fotografía 2.4-2 y Fotografía 2.4-3).

Fotografía 2.4-1. *Cistanthe salsoloides* en Escorrentía Artificial



Fotografía 2.4-2. Formación 1, *Cistanthe salsoloides* y *Adesmia atacamensis* en Escorrentía Natural



Fotografía 2.4-3. Manchones Aislados de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides* en Quebradilla Aledaña al Área de la Canaleta de Relaves



- **Área sin Vegetación**

Se consideraron como tales aquellos terrenos en que no existe vegetación. Esta es la situación común por debajo de los 3.000 msnm, donde únicamente se pueden encontrar algunos individuos muy aislados de *Cistanthe salsoloides* o *Adesmia atacamensis*.

Estas zonas corresponden a las áreas a intervenir por el proyecto. En la Fotografía 2.4-4 y Fotografía 2.4-5, se observa la superficie destinada para el emplazamiento de la planta concentradora.

Fotografía 2.4-4. Área Considerada como Zona Desnuda –ZD- (Sector RT)



Fotografía 2.4-5. Área Considerada como Zona Desnuda –ZD- (Sector RT)



- **Pajonal de Grama Salada (ds):**

Corresponde a un pastizal de hasta 40 cm de altura, formado principalmente por la gramínea *Distichlis spicata*. Crece exclusivamente en el Salar y Estación Cere, hacia el sur de la canaleta de transporte de relaves proyectada (Fotografía 2.4-6 y Fotografía 2.4-7).

La cobertura herbácea es variable, pudiendo alcanzar hasta un 70% en las zonas más densas. La mayor parte de los individuos presentan una buena proporción de la planta prácticamente seca. Sin embargo, en la mayoría de ellos se observan brotes nuevos. En la periferia del salar, incluyendo el sector de la Estación Cere, se encuentran algunos arbustos con baja cobertura, incluyendo a varios individuos de *Solanum sitiens*, especie en categoría de vulnerable que crece asociada a los ductos de agua y a la línea férrea existentes.

Fotografía 2.4-6. Salar de Cere, Especie Dominante, *Distichlis Spicata*, Grama Salada



Fotografía 2.4-7. Detalle de una Planta de *Distichlis spicata*. Grama Salada



Sector Tranque Talabre

La vegetación que predomina corresponde a áreas con escasa vegetación, humedales y matorrales lo que en conjunto no alcanza el 1% de la superficie del área de influencia del Proyecto (Tabla 2.4-14).

Formaciones Vegetales

En el área de influencia se distinguieron tres tipos de formaciones vegetales correspondientes a matorral, vega y áreas con escasa vegetación. La Tabla 2.4-14 muestra las especies dominantes de las formaciones presentes y la superficie que estas abarcan en el área de influencia.

Tabla 2.4-14. Formaciones Vegetales Registradas en el Área de Influencia sector Tranque Talabre

Formaciones	Especies Dominantes	Superficie (ha)	Fotografía
Matorral			
Matorral bajo muy abierto	<i>Adesmia atacamensis</i>	3,37	Fotografía 2.4-8
Matorral bajo abierto	<i>Tessaria absinthioides</i>	2,53	Fotografía 2.4-9
Matorral bajo abierto	<i>Tessaria absinthioides</i> con <i>Baccharis juncea</i>	1,90	Fotografía 2.4-10
Humedales			
Vega	<i>Distichlis spicata</i> con <i>Lycium humile</i>	0,99	Fotografía 2.4-11
Vega	<i>Scirpus americanus</i>	0,15	
Áreas con escasa vegetación			
Áreas con escasa vegetación	<i>Adesmia echinus</i>	29,60	Fotografía 2.4-12
TOTAL		38,54	

• **Matorral**

Formación vegetal que reúne tres unidades vegetales con fisionomía de matorral las cuales se distribuyen en forma discreta constituyendo pequeñas áreas.

○ Matorral Bajo Muy Abierto de *Adesmia atacamensis*

Formación vegetal de cobertura muy abierta (10 a 25%), pura, de bajas densidades y en condiciones de sustrato de alta pedregosidad, presentándose distribuida de manera discontinua y fragmentada en sectores planos hacia el limite norte del área de influencia por sobre los 2.550 msnm.

La formación no presenta un estrato herbáceo ni arbóreo. El estrato arbustivo no supera los 50 cm de altura. La riqueza florística corresponde a sólo una especie de planta vascular la cual corresponde a *Adesmia atacamensis* (Tabla 2.4-15).

Tabla 2.4-15. Flora Vascular Registrada en Matorral Bajo Muy Abierto de *Adesmia atacamensis*

Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Biológico	Origen	Estado Conservación	Abundancia Relativa*
<i>Adesmia atacamensis</i>	Allaval	Leñoso bajo	Nativo	-	3

Fuente: Elaboración propia. *Según Tabla 2.4 8. Códigos de Abundancia Relativa de Acuerdo a Criterio de Braun – Blanquet.

Esta formación vegetal presenta evidencias de acción antrópica, principalmente por la presencia de caminos y huellas. La Fotografía 2.4-8 muestra una vista panorámica de la formación descrita.

Fotografía 2.4-8. Fisonomía del Matorral Bajo Muy Abierto de *Adesmia atacamensis*



○ Matorral Bajo Abierto de *Tessaria absinthioides*

Formación vegetal con fisonomía de matorral, casi pura, que se presenta de manera localizada hacia el límite noreste del área de influencia a los 2.550 msnm en sectores planos de suelos arenosos alcanzando una superficie de 2,53 ha.

Presenta un estrato arbustivo compuesto por *Tessaria absinthioides* con rangos de estratificación vertical que no superan los 50 cm de altura, con cubrimientos que varían entre el 25 al 50% y un estrato herbáceo escaso dominado por *Distichlis spicata* de alturas menores a los 10 cm (Tabla 2.4-16).

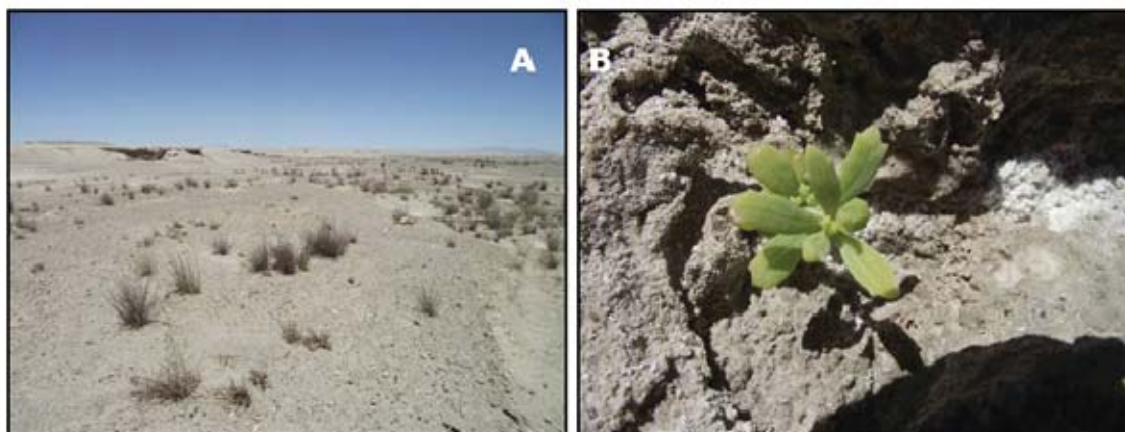
Tabla 2.4-16. Flora Vascular Registrada en Matorral Bajo Abierto de *Tessaria absinthioides*

Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Biológico	Origen	Estado Conservación	Abundancia Relativa*
<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Leñoso bajo	Nativo	-	3
<i>Distichlis spicata</i>	Gramma salada	Herbáceo	Nativo	-	+

Fuente: Elaboración propia. *Según Tabla 2.4 8. Códigos de Abundancia Relativa de Acuerdo a Criterio de Braun – Blanquet.

En general la formación se encuentra asociada a áreas desprovistas de vegetación (Fotografía 2.4-9 A) y presenta una moderada intervención antrópica, lo que se denota por la regeneración de individuos de *Tessaria absinthioides* (Fotografía 2.4-9 B).

Fotografía 2.4-9. Fisonomía del Matorral Bajo Abierto de *Tessaria absinthioides*



○ Matorral Bajo Abierto de *Tessaria absinthioides* con *Baccharis juncea*.

Formación vegetal muy particular que presenta una baja superficie (1,9 ha) asociada a niveles de humedad mayores que el resto de las formaciones de matorrales descritas.

Estructuralmente está constituida por una estrata herbácea muy escasa donde se presenta *Lycium humile* y *Distichlis spicata* que no supera los 10 cm de altura y de forma muy localizada se presentan individuos de *Scirpus americanus*. El estrato arbustivo presenta una cobertura abierta menor al 50% y no supera los 50 cm de altura. La especie *Tessaria absinthioides* presenta una dominancia específica la cual se encuentra asociada a *Baccharis juncea*.

Esta formación con fisionomía de matorral es la que presenta la mayor riqueza dentro de esta categoría quedando representada por seis especies (Tabla 2.4-17).

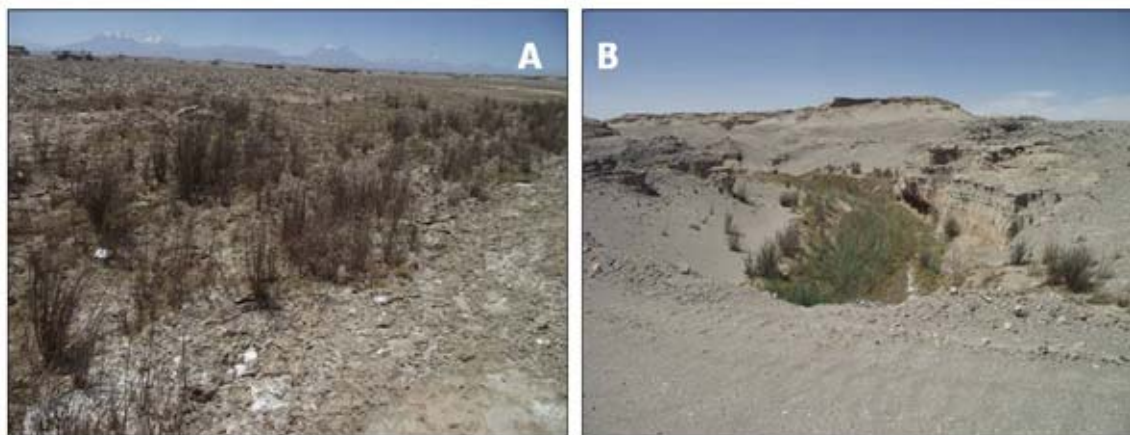
Tabla 2.4-17. Flora Vascular Registrada en Matorral Bajo Abierto de *Tessaria absinthioides* con *Baccharis juncea*

Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Biológico	Origen	Estado Conservación	Abundancia Relativa*
<i>Baccharis juncea</i>	Suncho	Leñoso bajo	Nativo	-	3
<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Leñoso bajo	Nativo	-	4
<i>Scirpus americanus</i> ssp	Estoquillo	Herbáceo	Nativo	-	1
<i>Distichli spicata</i>	Gramma salada	Herbáceo	Nativo	-	1
<i>Scirpus americanus</i>	Estoquillo	Herbáceo	Nativo	-	+
<i>Lycium humile</i>	Caspiche	Herbáceo	Nativo	-	1

Fuente: Elaboración propia. *Según Tabla 2.4 8. Códigos de Abundancia Relativa de Acuerdo a Criterio de Braun – Blanquet.

En general, la formación presenta 2 situaciones topográficas, una se caracteriza por estar ubicada en sectores planos de suelos arenosos con baja pedregosidad (Fotografía 2.4-10 A) y la segunda se caracteriza por encontrarse encajonada en afloramientos rocosos y presentando en algunos sectores niveles freáticos mayores (Fotografía 2.4-10 B).

Fotografía 2.4-10. Fisonomía del Matorral Bajo Abierto de *Tessaria absinthioides* con *Baccharis juncea*



• Humedales

Corresponde a una formación vegetal que se vincula a sectores húmedos y se compone principalmente por especies del tipo biológico herbáceo desarrollada como vegetación azonal.

Esta formación constituye pequeñas áreas y se distribuye de forma discontinua. Es posible encontrar dos situaciones, la primera corresponde a una vega determinada por la asociación de *Distichlis spicata* con *Lycium humile* y la segunda corresponde a una vega dominada por *Scirpus americanus* siendo éstas de características florísticas y estructurales muy disímiles.

○ Vega de *Distichlis spicata* con *Lycium humile*

Formación vegetal azonal de pequeña superficie y que está vinculada a terrenos húmedos sin niveles freáticos visiblemente aparentes por lo que podrían ser consideradas como vegas temporales ya que en el momento de la visita de campo, la vegetación se encontraba marchita.

Estructuralmente está constituida por una estrata herbácea semidensa a densa que no supera los 15 cm de altura formando áreas de distribución uniforme desarrollada en sectores de suelos húmedos. La especie dominante corresponde a *Distichlis spicata* acompañada de *Lycium humile* esta última presente hacia los bordes de la formación.

La composición florística de esta formación se presenta en la siguiente tabla (Tabla 2.4-18):

Tabla 2.4-18. Flora Vascular Registrada en Vega de *Distichlis spicata* con *Lycium humile*

Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Biológico	Origen	Estado Conservación	Abundancia Relativa*
<i>Distichlis spicata</i> (L.)	Gramma salada	Herbáceo	Nativo	-	4
<i>Lycium humile</i> Phil	Caspiche	Herbáceo	Nativo	-	+

Fuente: Elaboración propia. *Según Tabla 2.4 8. Códigos de Abundancia Relativa de Acuerdo a Criterio de Braun – Blanquet.

La Fotografía 2.4-11 A muestra una vista panorámica de la formación descrita.

○ Vega de *Scirpus americanus*

Formación vegetal que presenta la menor superficie alcanzando sólo 0,15 ha la cual se encuentra ubicada adyacente al relave en el área original aprobada según la Res. N° 072/1987.

La formación está constituida por una estrata herbácea densa de *Scirpus americanus* y hacia los bordes se desarrolla un estrato arbustivo definido principalmente por *Tessaria absinthioides*.

En general la altura de la vegetación no supera 1 m de altura y se encuentra ubicada en un fondo de quebrada definido por lomajes suaves.

La composición florística de esta formación se presenta en la Tabla 2.4-19:

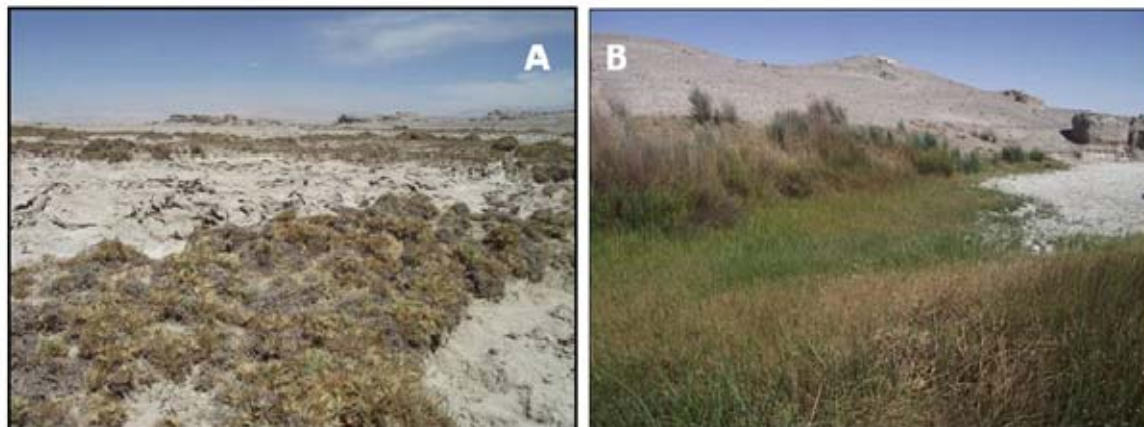
Tabla 2.4-19. Flora Vascular Registrada en Vega de *Scirpus americanus*

Nombre Científico	Nombre Común	Tipo Biológico	Origen	Estado Conservación	Abundancia Relativa*
<i>Scirpus americanus</i>	Estoquillo	Herbáceo	Nativo	-	5
<i>Baccharis juncea</i>	Suncho	Leñoso bajo	Nativo	-	1
<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Leñoso bajo	Nativo	-	1
<i>Lycium humile</i>	Caspiche	Herbáceo	Nativo	-	+
<i>Distichlis spicata</i>	Gramma salada	Herbáceo	Nativo	-	+

Fuente: Elaboración propia. *Según Tabla 2.4 8. Códigos de Abundancia Relativa de Acuerdo a Criterio de Braun – Blanquet.

La Fotografía 2.4-11 B muestra una vista panorámica de la formación descrita:

Fotografía 2.4-11. Fisonomía Vegas Presentes en el Área de Influencia sector Tranque Talabre



- **Áreas con Escasa Vegetación**

Esta formación es la más abundante, presentó sólo un estrato arbustivo que no supera los 50 cm de altura y presenta una cobertura muy abierta que no conforma matorral presentando sólo individuos de *Adesmis atacamensis* en muy bajas densidades y muy aislados en sectores generalmente planos, pedregosos y con algún grado de intervención determinado por la presencia de caminos y huellas de tránsito de vehículos.

La Fotografía 2.4-12 muestra la fisonomía de la formación descrita:

Fotografía 2.4-12. Fisonomía Áreas con Escasa Vegetación Presentes en el Área de Influencia



Sector Planta Desaladora y Sector Planta Desaladora – RT

El tramo que recorre desde Tocopilla (Planta Desaladora) hasta casi el cruce del acueducto con el río Loa, prácticamente carece de vegetación (Fotografía 2.4-16). En el Sector km 14, la evidencia de algunas cactáceas en la cima de los cerros del sector, sugiere la presencia de elementos aislados de flora asociada al matorral de *Eulychnia iquiquensis* y *Ephedra breana* descrito por Luebert et al. (2007) (Fotografía 2.4-13 y Fotografía 2.4-14). La vegetación podría encontrarse en la faja que va de los 500 a los 700 m, de relieve muy abrupto, la que es inaccesible por medios normales y fue observada a través de prismáticos.

La vegetación reaparece sólo en el cruce del río Loa, (1.170 m altitud), donde se observa un matorral que rodea el borde del cauce, con presencia de especies arbustivas como *Baccharis scandens* (chilca), *B. juncea* (suncho) y *Atriplex atacamensis* (cachiyuyo), con una cobertura de hasta 50% y herbáceas, principalmente *Schoenoplectus americanus* (bato) con una cobertura de hasta el 30%, en el mismo cauce del río; y *Distichlis spicata* (grama salada) ubicada en la periferia del cauce (Fotografía 2.4-15).

El tramo que recorre desde el cruce del río Loa hasta la DRT, presenta vegetación muy escasa en las partes altas, es decir aquellas ubicadas por sobre 3.000 msnm. En el sector de llegada al área de la mina predomina el matorral andino desértico con *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*, que se ubica en las escorrentías y en las hondonadas. Por su parte, en el sector de la carretera a Tocopilla, se observan algunas escorrentías con poblaciones de *Huidobria fruticosa*, hasta los 2.000 msnm. (Fotografía 2.4-17 y Fotografía 2.4-18).

Las formaciones vegetales descritas en este sector son:

1. Área sin vegetación:

Bajo los 2.000 m de altitud, no se registran formaciones vegetales en toda el área de desierto.

2. Matorral ripario del Loa:

Comprende la vegetación que se encuentra en el cruce del río Loa, cercano al puente Posada, a unos 1.170 m de altitud. La vegetación presenta una cobertura alta, que en algunas partes alcanza el 100%, con alturas que van desde los 20 cm en los sectores dominados por *Distichlis spicata* (ds,- grama salada), a 50-70 cm, en los sectores donde domina *Tessaria absinthioides* (Ta-brea) y sobre 1 m, cuando crece *Schoenoplectus americanus* (sa-batro).

3. Matorral de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides* (Aa, cs):

Corresponde a vegetación leñosa, arbustiva de hasta 20 cm de altura. La formación consta de plantas alineadas en forma discontinua a lo largo de las escorrentías. Se encuentra sobre 3.000 m de altitud, sólo en el sector cercano a la Planta-Mina.

4. Praderas con *Cistanthe salsoloides* (cs):

Corresponde a vegetación herbácea, con dominancia exclusiva de *C. salsoloides*. Se ubica en sitios de acumulación de agua o escorrentías, generalmente bajo 3.000 m de altitud. En sitios cercanos o aledaños a la carretera Calama-Tocopilla, crecen algunos ejemplares de *Huidobria fruticosa* (hf) (Fotografía 2.4-25, Fotografía 2.4-26). El límite inferior de este tipo de vegetación son los 2.000 m de altitud.

Fotografía 2.4-13. *Eulychnia iquiquensis*, un Ejemplar en Mal Estado. Cerros detrás del Sector km 14



Fotografía 2.4-14. Sector km 14, Quebrada a unos 300 m de Altitud, sin Presencia de Vegetación



Fotografía 2.4-15. Vegetación en el Lecho del Río Loa. Centro Verde Oscuro: *Schoenoplectus americanus*, Batro; en la Periferia, *Atriplex atacamenis*, Cachiyuyo



Fotografía 2.4-16. Zonas sin Vegetación. Farellón Costero del Sector km 14



Fotografía 2.4-17. Sector Alto del Trazado, Planicies con Presencia Muy Escasa de *Huidobria fruticosa*



Fotografía 2.4-18. Sector Alto del Trazado, Planicies con Presencia Muy Escasa de *Cistanthe salsoloides*



En Anexo 2.4-1 se adjunta el plano con las formaciones vegetacionales mostrando la ubicación de las obras del proyecto, para todos los sectores.

2.4.1.4.2.2. Flora

Sector RT

En el sector se encontraron dos especies de plantas vasculares nativas: *Cistanthe salsoloides* (*Montiaceae*, quiaca, Fotografía 2.4-19 y Fotografía 2.4-20) y *Adesmia atacamensis* (*Fabaceae*, allaval, Fotografía 2.4-21 y Fotografía 2.4-22), la última de ellas ubicada en sitios que se encuentran sobre 3.000 m de altitud.

En el área donde se proyecta el emplazamiento de la canaleta de relaves se encontraron ejemplares de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides* que crecen en una quebradilla aledaña, por el lado W del trazado propuesto para la canaleta (Fotografía 2.4-23).

En el caso del salar de Cere y de la estación Cere (UTM: 524.391 m E – 7.540.775 m N, Datum WGS 84) a 2.600 msnm, se registraron 6 especies de plantas vasculares, entre ellas *Solanum sitiens* (*Solanaceae*, tomate silvestre) una especie clasificada como vulnerable al nivel nacional (CONAMA-SEGPRES, 2008).

No se registraron nuevas especies en la campaña de diciembre respecto de la de agosto.

Fotografía 2.4-19. *Cistanthe salsoloides*



Fotografía 2.4-20. Detalle de *Cistanthe salsoloides*



Fotografía 2.4-21. *Adesmia atacamensis*



Fotografía 2.4-22. Detalle de *Adesmia atacamensis*



Fotografía 2.4-23. Quebradilla con *Adesmia atacamensis* en Margen del Sector de Canaleta Planta Talabre



En la Tabla 2.4-20 se resume la lista de especies del sector, la cual muestra el nombre científico, familia, nombre vulgar, forma de crecimiento, origen geográfico y área donde se encontró.

Tabla 2.4-20. Flora Vascular Sector RT

Nombre científico	Familia	Nombre vulgar	Forma de crecimiento	Origen geográfico	Categoría de conservación	Área del proyecto
<i>Adesmia atacamensis</i>	Fabaceae	Allaval, tamor	Arbusto	Endémica	No amenazada	Sector Planta - Mina
<i>Cistanthe salsoloides</i>	Montiaceae	Quiaca	Hierba anual	Nativa	No evaluada	Sector Planta - Mina
<i>Atriplex imbricata</i>	Chenopodiaceae	Ojalar	Arbusto	Nativa	No amenazada	Salar y estación Cere
<i>Baccharis juncea</i>	Compositae	Suncho	Arbusto	Nativa	No amenazada	Salar y estación Cere
<i>Baccharis scandens</i>	Compositae	Chilca	Arbusto	Nativa	No amenazada	Salar y Estación Cere
<i>Distichlis spicata</i>	Gramineae	Grana salada	Hierba perenne	Nativa	No evaluada	Salar de Cere
<i>Solanum sitiens</i>	Solanaceae	Tomate silvestre	Arbusto	Endémica	Vulnerable * y Rara (VU-RA) (DS 51/2008)	Estación Cere
<i>Adesmia atacamensis</i>	Fabaceae	Allaval, tamor	Arbusto	Endémica	No amenazada	Canaleta, Salar y Estación Cere
<i>Cistanthe salsoloides</i>	Montiaceae	Quiaca	Hierba anual	Nativa	No evaluada	Canaleta

Fuente: Elaboración propia. (*) D.S. N° 51/08 MINSEGPRES. Tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación

Sector Tranque Talabre

En la campaña de terreno se realizaron 28 inventarios florísticos en el área de influencia del Proyecto. Como resultado de éstos se encontraron 6 especies de plantas vasculares, las cuales fueron caracterizadas en términos de riqueza, tipo biológico, origen biogeográfico y estado de conservación.

- **Riqueza y Composición Florística**

La siguiente Tabla 2.4-21 muestra la distribución de la flora registrada en este sector.

Tabla 2.4-21. Distribución de la Flora registrada en el Área de Influencia Sector Tranque Talabre

Especies	Punto de Muestreo																											
	TA 01	TA 02	TA 03	TA 04	TA 05	TA 06	TA 07	TA 08	TA 09	TA 10	TA 11	TA 12	TA 13	TA 14	TA 15	TA 16	TA 17	TA 18	TA 19	TA 20	TA 21	TA 22	TA 23	TA 24	TA 25	TA 26	TA 27	TA 28
<i>Adesmia atacamensis</i> Phil	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x								
<i>Baccharis juncea</i> (Lehm.)																					x	x				x	x	
<i>Distichlis spicata</i> (L.)																		x	x							x	x	x
<i>Lycium humile</i> Phil																					x					x	x	x
<i>Scirpus americanus</i> ssp																										x	x	
<i>Tessaria absinthioides</i> (Hook. & Arn.)																		x	x		x	x	x	x	x	x		x

La Tabla 2.4-22 muestra la clasificación taxonómica de la flora vascular registrada y su estado de conservación.

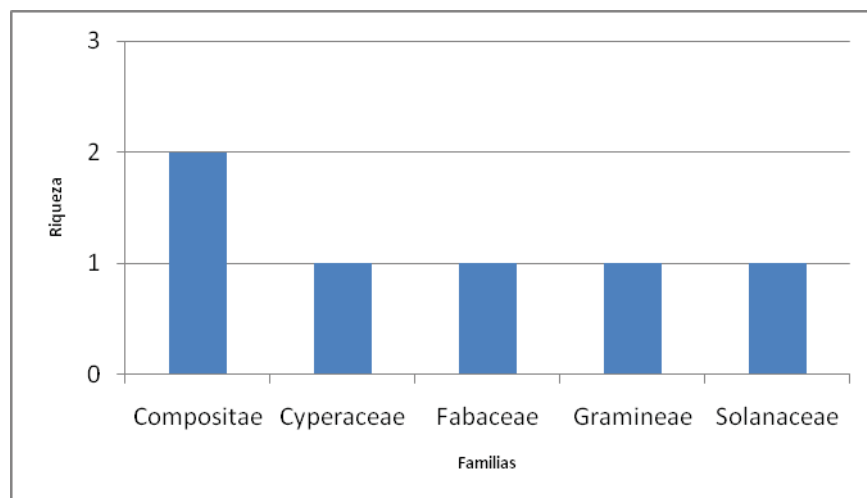
Tabla 2.4-22. Número de Géneros y Especies por Familias Registradas en el Área de Influencia sector Tranque Talabre

Familias	Géneros	Especies
Compositae	2	2
Cyperaceae	1	1
Fabaceae	1	1
Gramineae	1	1
Solanaceae	1	1
Total	6	6

Fuente: Elaboración propia

De las 5 familias taxonómicas registradas en el área de influencia del proyecto, la más representativas es Compositae con 2 especies la cual agrupa el 33% de la flora total registrada (Figura 2.4-5).

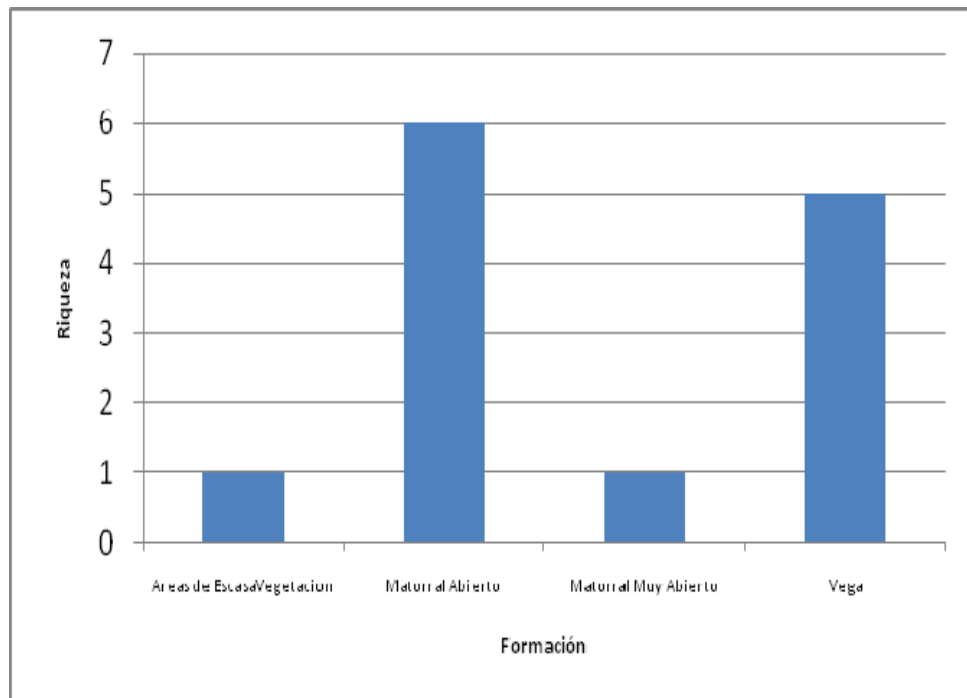
Figura 2.4-5. Riqueza de Especies por Familia (en Orden Alfabético) presentes en el Área de Influencia sector Tranque Talabre



Las especies más frecuentes registradas fueron *Adesmia atacamensis* y *Tessaria absinthioides* encontradas en 18 y 9 inventarios respectivamente.

La formación que presentó una mayor riqueza de especies corresponde al matorral abierto donde se encontraron 6 especies, seguida de vega con 5 especies. En la Figura 2.4-6 se muestra la riqueza de especies presentes en las formaciones vegetales del área de influencia del proyecto.

Figura 2.4-6. Número de Especies por Formación Vegetal



- **Origen Biogeográfico y Tipo Biológico**

De las 6 especies registradas en el área de influencia cinco son de origen nativo y una de origen endémica de Chile (Tabla 2.4-23).

Tabla 2.4-23. Flora Vascular del Sector Tranque Talabre según Tipo Biológico y Origen

Tipo biológico	Autóctonas		Alóctona	Total	%
	Nativa	Endémica			
Leñoso bajo	2	1	0	3	50%
Herbáceo	3	0	0	3	50%
Total	5	1	0	6	100%

Fuente: Elaboración propia

- **Estado de Conservación de la Flora**

De acuerdo a los listados oficiales de especies en categoría de conservación, no se encontraron especies listadas.

El listado taxonómico de la flora vascular registrada en el área de influencia del proyecto indicando familia, especie (nombre científico), tipo biológico, origen, formación donde se registró y estado de conservación se presenta en la Tabla 2.4-24.

Tabla 2.4-24. Listado Taxonómico y Estado de Conservación de la Flora Vascular Registrada en el Sector Tranque Talabre

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Origen	Forma Crecimiento	Estado Conservación
Compositae	<i>Baccharis juncea</i> (Lehm.)	Suncho	Nativo	Leñoso Bajo	Sin Categoría
Compositae	<i>Tessaria absinthioides</i> (Hook. & Arn.)	Brea	Nativo	Leñoso Bajo	Sin Categoría
Cyperaceae	<i>Scirpus americanus</i> ssp	Estoquillo	Nativo	Herbáceo	Sin Categoría
Fabaceae	<i>Adesmia atacamensis</i> Phil	Allaval	Endémico	Leñoso Bajo	Sin Categoría
Gramineae	<i>Distichlis spicata</i> (L.)	Gramasalada	Nativo	Herbáceo	Sin Categoría
Solanaceae	<i>Lycium humile</i> Phil	Caspiche	Nativo	Herbáceo	Sin Categoría

Fuente: Elaboración propia

Sector Planta Desaladora – RT

En este sector, se encontraron en total once especies de plantas vasculares nativas.

De ellas, tres especies: *Adesmia atacamensis*, *Cistanthe salsoloides* y *Huidobria fruticosa* (Loasaceae) se encontraron en el sector alto del trazado, por sobre 2.500 msnm. Otras siete especies se encontraron en el cruce del río Loa.

Finalmente, en el sector litoral, llegando al área del Sector km 14 entre los 400 y 700 msnm, en una zona muy accidentada geográficamente, se observaron a la distancia y a través de prismáticos, algunos individuos de *Eulychnia iquiquensis*, una cactácea considerada como vulnerable (Fotografía 2.4-24).

Fotografía 2.4-24. Ejemplares de *Eulychnia iquiquensis*, en Mal Estado en los Cerros Adyacentes al Sector km 14



Por ser esta una zona de difícil acceso, no se pudo realizar un recorrido pedestre, sin embargo, de acuerdo con lo observado con prismáticos, los individuos posiblemente estén secos. Según datos de la bibliografía de carácter regional (Tocopilla-Cobija), en el sector es posible encontrar otras especies de flora vascular, sin embargo no fueron observados durante las campañas de agosto y diciembre.

Seguidamente, se presenta la lista de especies registradas en el trazado de la línea de impulsión de agua, a lo largo de toda su longitud, mostrando su nombre científico, familia, nombre vulgar, forma de crecimiento, origen geográfico y área donde se encontró (Tabla 2.4-25).

En los recorridos de diciembre 2011 no se registraron nuevas especies respecto de las ya observadas en agosto de 2011.

Tabla 2.4-25. Flora Vascular Sector Planta Desaladora – RT

Nombre Científico	Familia	Nombre Vulgar	Forma de Crecimiento	Origen Geográfico	Categoría de Conservación	Área del Proyecto
<i>Eulychnia iquiquensis</i>	Cactaceae	--	Suculenta	Endémica	Vulnerable* (VU) (DS 50/2008)	Sector km 14, 500 m altitud.
<i>Atriplex atacamensis</i>	Chenopodiaceae	Cachiyuyo	Arbusto	Nativa	No amenazada	Cruce Río Loa
<i>Baccharis juncea</i>	Compositae	Suncho	Arbusto	Nativa	No amenazada	Cruce Río Loa
<i>Baccharis scandens</i>	Compositae	Chilca	Arbusto	Nativa	No amenazada	Cruce Río Loa
<i>Tessaria absinthioides</i>	Compositae	Brea	Arbusto	Nativa	No amenazada	Cruce Río Loa
<i>Schoenoplectus americanus</i>	Cyperaceae	Batro	Hierba perenne	Nativa	No evaluada	Cruce Río Loa
<i>Adesmia atacamensis</i>	Fabaceae	Allaval, tamor	Arbusto	Endémica	No amenazada	Área trazado alto
<i>Distichlis spicata</i>	Gramineae	Gramma salada	Hierba perenne	Nativa	No evaluada	Cruce Río Loa
<i>Juncus balticus</i>	Juncaceae	Junco, cachina	Hierba perenne	Nativa	No evaluada	Cruce Río Loa
<i>Huidobria fruticosa</i>	Loasaceae		Arbusto	Endémica	No amenazada	Área trazado alto
<i>Cistanthe salsoloides</i>	Montiaceae	Quiaca	Hierba anual	Nativa	No evaluada	Área trazado alto

Fuente: Elaboración propia. (*) D.S. N° 50/08 MINSEGPRES. Segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación

A continuación en la Fotografía 2.4-25 y Fotografía 2.4-26 se presenta un registro de la especie *Huidobria fruticosa* identificada en el sector de la línea de impulsión de agua.

Fotografía 2.4-25. *Huidobria fruticosa*



Fotografía 2.4-26. Detalle de *Huidobria fruticosa*



2.4.1.5. Conclusiones

De acuerdo con lo observado, para la parte más alta del área que incluye el Sector RT, Sector Tranque Talabre y una parte del Sector Planta Desaladora – RT (Farellón Costero), se observan las formaciones de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides* corresponde con las propuestas por Gajardo (1994), que la incluye en su formación del “Desierto de los Aluviones”, y por Luebert & Pliscoff (2006), que proponen para ella una asociación al piso del Matorral Andino Desértico. Para ambos autores, se trata de una formación o piso endémico de Chile que se ubica entre las Regiones de Tarapacá, Antofagasta y norte de la región de Atacama. La vegetación presenta coberturas muy escasas, que por lo general apenas supera un 1%.

Para el Sector Tranque Talabre, los cuadros de vegetación presentan en general altos niveles de alteración, situación que se refleja por las áreas que se encuentran desprovistas de vegetación causadas por la presencia de caminos y unidades productivas las cuales califican al área como sin desarrollo vegetal. Sin embargo, se destaca que especialmente en algunos sectores y de manera muy localizada se encuentran sistemas de vegas que no presentan especies en categoría de conservación. Este sector presenta 6 especies de flora terrestre, siendo 1 endémica de Chile, 5 nativas y ninguna introducida. Ninguna de ellas se encuentra listada en alguna categoría de conservación.

Bajo la cota de 2.900 m la vegetación es reemplazada por áreas prácticamente desnudas, particularmente aquellas ubicadas entre los 200 y los 2.000 m de altitud. Esta ausencia de vegetación en amplias zonas es consistente con las propuestas de Gajardo (1994) y Luebert & Pliscoff (2006), que reconocen áreas de desierto absoluto.

Como vegetación intrazonal o azonal, en el salar de Cere (se observa abundante vegetación, consistente en una comunidad dominada por *Distichlis spicata*, la grama salada. En el río Loa, que es cruzado por los dos trazados lineales, existe un matorral con arbustos y hierbas perennes con cobertura que alcanza hasta un 70 %.

Para los sectores bajos que corresponden al farellón costero y el litoral de acuerdo con las propuestas de Gajardo (1994), Luebert & Pliscoff (2006) y Luebert et al (2007), podría esperarse que existan algunas zonas con vegetación.

En el Sector km 14, en los farellones rocosos que ascienden desde el nivel del mar, entre los 500 y los 700 msnm, se observaron algunos individuos aislados de la cactácea *Eulychnia iquiquensis*, lo que podría suponer la presencia de vegetación en ese tramo del trazado. Sin embargo, por lo abrupto del terreno, esta área fue observada mediante prismáticos, no pudiendo ser recorrido a pie en su integridad.

El área donde se emplazará la Planta Desaladora carece por completo de vegetación.

Los registros de flora muestran la presencia de unas 15 especies de plantas vasculares en los Sector RT, Sector Tranque Talabre, Sector Planta Desaladora y Planta Desaladora - RT. Las especies son todas nativas, siendo dos de ellas *Eulychnia iquiquensis* y *Solanum sitiens*, especies clasificadas como vulnerables al nivel nacional (D.S. N° 50/2008 y D.S. N° 51/2008, respectivamente, ambos del MINSEGPRES) además la especie *Solanum sitiens* se clasifica como rara según el Reglamento de Clasificación de Especies (D.S. N° 51/2008).

Adesmia atacamensis y *Cistanthe salsoloides* habían sido detectadas en estudios anteriores realizados en el área y son las especies dominantes en los tipos de comunidad propuestos tanto por Gajardo (1994) como por Luebert & Pliscoff, (2006) para el área en su sector ubicado por sobre 2.900-3.000 m de altitud.

2.4.1.6. Referencias Bibliográficas

- AHUMADA, M. Y L. FAÚNDEZ. Guía descriptiva de las praderas naturales de Chile, 2001. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Depto. de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Publicación N ° 14: 1- 98.
- ARRIETA EDS. Flora Incluida en categoría de conservación de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación. La Serena, Chile. Ediciones Universidad de La SERENA. 72 pp.
- BAEZA M., E. BARRERA, J. FLORES, C. RAMÍREZ & R. RODRÍGUEZ. 1989. Categorías de conservación de Pteridophyta. En Núñez H., R. Meléndez & V. Maldonado (Eds.) Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23-46.
- BELMONTE, E; L. FAÚNDEZ; J. FLORES; A. HOFFMANN; M. MUÑOZ & S. TEILLIER. 1998. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.
- BENOIT I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF. Santiago, Chile. 157 pp.
- BOLETÍN DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL. 47: 47-68.
- CABRERA A & A WILLINK (1973) Biogeografía de América Latina (OEA) Washington. 168 pp.
- CONAF – CONAMA - BIRF. 1999. Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. Santiago, Chile. 88 pp.
- DI CASTRI F. 1968. Esquisse écologique du Chili. Biologie de l'Amérique Australe Vol. IV. CNRS Paris.
- DONOSO, C. 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Santiago, Chile, Documento de Trabajo N° 38, Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF, PNUD-FAO), Publicación FAO Chile. 70 pp.
- ETIENNE, M. & C. PRADO. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de la ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Rev. Ciencias Agrícolas, 10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.
- FLORA DE CHILE. 2001 . Vol 2. Winteraceae-Ranunculaceae. 99 pp. Universidad de Concepción. Chile.
- FLORA DE CHILE. 2003. Vol 2 (2). Berberidaceae-Betulaceae. 93 pp. Universidad de Concepción. Chile.
- FLORA DE CHILE. 2005. Vol 2 (3). Plumbaginaceae-Malvaceae. 127 pp. Universidad de Concepción. Chile.
- FLORA DE CHILE. 2011. Vol 3 (1). Misodendraceae-Zygophyllaceae. 148 pp. Universidad de Concepción. Chile.
- G. ARANCIO. 1998. Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. Gayana Botánica 55: 25-83.

- GAJARDO R. 1994. La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria. 165 pp.
- GEOTÉCNICA CONSULTORES (2002): Línea de base flora y vegetación proyecto reubicación líneas eléctricas, Chuquicamata (para Electroandina S.A.).
- GLOBAL Y REGIONAL. IN SQUEO FA, G ARANCIO, JR GUTIÉRREZ, L LETELIER, MTK ARROYO, P LEÓN-LOBOS, L RENTERÍA-ARRIETA EDS. Flora Incluida en categoría de conservación de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación. La Serena, Chile. Ediciones Universidad de La Serena. 72 pp.
- GODRON M, PH DAGET, L EMBERGER, E LE FLOC'H, G LONG, J POISSONET, CH SAUVAGE, JP WACQUANT. 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Paris, France. C.N.R.S (Centre National de la recherche scientifique. 293 pp.
- JOHNSTON, I. M. 1929. Papers on the flora of northern Chile. Contrib. Gray Herb. 4:1-172.
- JOHNSTON, I. M. 1932. New records for the flora of the Nitrate Coast. Revista Chilena Historia Natural 36: 4 –8.
- KALIN ARROYO MT, C MARTICORENA, C VILLAGRÁN. 1984. La flora de la cordillera de los Andes en el área de Laguna Grande y Chica, III Región, Chile. Gayana Botánica. 41(1-2):3-45.
- KNIGH PIESOLD, 2008. Estudio de línea de base de flora y vegetación del proyecto CODELCO: Chuquicamata subterránea.
- LUEBERT, F. & P. PLISCOFF. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 316 pp.
- LUEBERT, F., N. GARCÍA & N. SCHULZ. 2007. Observaciones sobre la flora y vegetación de los alrededores de Tocopilla (22°LS), Chile. Boletín del Museo de Historia Natural, Chile 56: 27-52.
- MARTICORENA C, M QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica
- MARTICORENA C. QUEZADA M. 1988. Adiciones a la flora de Chile. Gayana Botánica 44: 39-44.
- MARTICORENA C., O. MATTHEI, R. RODRIGUEZ, M. K. ARROYO, M. MUÑOZ, F. SQUEO & G. ARANCIO. 1998. Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. Gayana Botánica 55: 25-83.
- MARTICORENA, C. & RODRÍGUEZ, R. 1995. Flora de Chile. Vol. 1. Pteridophyta-Gymnospermae. 351 pp. Universidad de Concepción. Chile.
- MINSEGPRES 2006. República de Chile. Clasificación de Especies Según su Estado de Conservación. Decreto Supremo N ° 151/2006.
- MINSEGPRES. 2008. República de Chile. Aprueba y oficializa nómina para el Tercer Proceso de Clasificación de Especies Según su Estado de Conservación. Decreto Supremo N ° 51/2008.
- MINSEGPRES. 2008. República de Chile. Clasificación de Especies Según su Estado de Conservación. Decreto Supremo N ° 50/2008.

- MINSEGPRES. 2009. República de Chile. Aprueba y oficializa nómina para el Cuarto Proceso de Clasificación de Especies Según su Estado de Conservación, 2009. Decreto Supremo N° 23/2009.
- MONTECINOS, JR GUTIÉRREZ. 2008. Diversidad Vegetal de la Región de Atacama, Chile. In Squeo FA, G Arancio, JR Gutiérrez, L Letelier, MTK Arroyo, P León-Lobos & L Rentería-Arrieta eds. Flora Incluida en categoría de conservación de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación. La Serena, Chile. Ediciones Universidad de La Serena. 72 pp.
- PHILIPPI R. A. 1860. Viaje al Desierto de Atacama hecho de orden del gobierno de Chile en el verano de 1853-54, por el doctor Rodolfo Armando Philippi. Halle. VII. 236 pp.
- PISANO, E. 1956. Esquema de clasificación de las comunidades vegetales de Chile. Agronomía 2(1), Santiago.
- PISANO, E. 1966. Zonas biogeográficas. En T. Vila (Ed.), Geografía económica de Chile. Primer apéndice, pp 62-73.
- RAVENNA P, S TEILLIER, J MACAYA, R RODRÍGUEZ, O ZÖLLNER. 1998. Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. In Núñez H, R Meléndez, V Maldonado eds.
- RAVENNA, P., S. TEILLIER, J. MACAYA, R. RODRIGUEZ & O. ZÖLLNER . 1999. Categorías de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. En Núñez H., R. Meléndez & V. Maldonado (Eds.) Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 47-68.
- REICHE, K. 1934-37. Geografía botánica de Chile. Traducción del alemán por G. Looser. Santiago. 2 Vols. 1:424pp. 1934; vol. 2: 151 pp. 1937.
- RICARDI M. 1957. Fitogeografía de la costa del departamento de Taltal. Boletín de la Sociedad de Biología. Concepción. 32: 3- 9.
- RUNDEL P. W. & M. MAHU. 1976. Community structure and diversity of a coastal fog zone in northern Chile. Flora 165: 493- 505.
- RUNDEL P. W., M. O. DILLON & B. PALMA. 1996. Flora and vegetación of Pan de Azúcar National Park in the Atacama desert of northern Chile. Gayana Botánica (Chile) 53: 295 – 315.
- RUNDEL. P. W., M. O. DILLON, B. PALMA, H. A. MOONEY, S. L. GULMON, & J. R. EHLERINGER. 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian desert. Aliso 13 (1): 1-49.
- SALGADO M., P. OVALLE, J. MARTÍNEZ, J. LUZA y M. RAMIREZ. 1979. Identificación de la flórula de Antofagasta (Antofagasta- Chile). Bol. Técn. Fac. Agron. Univ. Chile 45: 13 – 17. (7: II).
- SQUEO F, R OSORIO, G ARANCIO. 1994. Flora de los Andes de Coquimbo. Cordillera de Doña Ana. La Serena, Chile. Ediciones de la Universidad de La Serena. 168 p.
- SQUEO FA, G ARANCIO, L LETELIER, A MARTICORENA , M MUÑOZ-SCHICK, P LEÓN-LOBOS, MTK ARROYO. 2008-a. Estado de conservación de la Flora Nativa de la Región de Atacama.

- TOBAR C. 1998. Caracterización de la flora de los diferentes ecosistemas de la Región de Atacama (III). Tesis Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Chile. 64 pp.

2.4.2. Fauna Terrestre

2.4.2.1. Introducción

En la siguiente sección se describe el componente fauna de vertebrados terrestre, dentro del área de influencia en que se contemplan actividades asociadas a la ejecución del Proyecto, para posteriormente evaluar los posibles impactos que pudieren generarse sobre los elementos faunísticos.

Como marco biogeográfico del área de influencia, cabe mencionar que esta cubre tres formaciones vegetacionales las cuales se mencionan a continuación: “el Desierto Costero de Tocopilla”, “el Desierto Costero Interior” y el “Desierto de los Aluviones” (Gajardo, 1994). En general, los ambientes desérticos desde el punto de vista vegetacional, se caracterizan por presentar una típica fisonomía de arbustos bajos extremadamente xerófitos, con una cobertura muy rala, encontrándose amplios sectores desprovistos de vida vegetal. Además, se encuentra influenciada por las precipitaciones provenientes de las zonas más altas de los Andes, con influencia bioclimática de tipo tropical (Di Castri, 1968).

En el contexto del área analizada, Noy-Meir (1973, 1985, citado por Jaksic et al. 1997) señala que los ecosistemas del Norte Grande de Chile corresponden esencialmente a ecosistemas desérticos. Ellos se caracterizan por: (a) baja productividad; (b) productividad muy variable y dependiente de las precipitaciones y la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno; (c) alto cociente productividad/biomasa esto es, tasa de recambio o producción relativa; (d) alto cociente entre biomasa sobre y bajo el suelo; (e) baja eficiencia de utilización de la producción de plantas por parte de los herbívoros; (f) biomasa de plantas removida principalmente por erosión; (g) baja riqueza de especies, la cual está correlacionado con las precipitaciones.

Desde un punto de vista bioclimático, el Proyecto se localiza en una gradiente que involucra al Desierto Costero, ambiente que se extiende desde el borde costero del océano Pacífico hasta los farellones de la Cordillera de la Costa (aproximadamente 800 msnm.). Posteriormente, el biotopo dominante corresponde al Desierto Interior, donde la aridez es el carácter dominante del clima, registrándose del orden de 10 mm anuales de precipitaciones (Di Castri, 1968). El Desierto Costero, constituye un ambiente de alta diversidad para los vertebrados terrestres, en especial por la presencia de un ensamble de especies relacionadas con el borde costero y áreas marinas. Dentro de las especies presentes en la región, destacan elementos altamente sensibles como *Sternalorata* (Gaviotín Chico), especie pelágica que nidifica en las costas de este desierto para reproducirse. El Desierto Interior corresponde a un ambiente prácticamente abiótico, dado el carácter riguroso del clima, salvo por la presencia de vertebrados relevantes (especies amenazadas, endémicas) en ambientes con presencia de aportes hídricos como el río Loa. En estas condiciones la vida se encuentra restringida al borde costero y a la presencia de aguadas, elemento clave para el desarrollo de la vida (Veloso y Nuñez, 1998).

Parte importante de los vertebrados terrestres del desierto de Atacama se localizan en los escasos parches de vegetación donde el desarrollo de la vida es posible. Para enfrentar las rigurosidades del clima, los animales deben desarrollar mecanismos adaptativos para estos ambientes tales como mayor eficiencia renal para retener el agua, mayor capacidad para sobrevivir con el agua constituyente de los tejidos vegetales, colores crípticos para protegerse de los depredadores, y tendencia a la vida nocturna, lo que determina interesantes comunidades desde el punto de vista adaptativo.

En relación a los vertebrados terrestres del área de influencia, se puede señalar, a grandes rasgos, que la zona de análisis presenta condiciones muy extremas para el desarrollo de la vida. Cabe destacar que a nivel nacional, la región de Antofagasta presenta una de las faunas menos estudiadas del país (Simonetti et al., 1995). La mayoría de los estudios faunísticos a nivel regional, se han restringido a la cuenca del río Loa, careciéndose prácticamente de antecedentes en el resto de la Región.

La distribución aislada de parches de la vegetación, determina la existencia de flora y fauna sensibles a perturbaciones naturales y artificiales. La existencia de años favorables (con precipitaciones), es clave para la dispersión de las especies, en estos ambientes extremos.

Los objetivos del estudio corresponden principalmente a la descripción de la fauna vertebrada que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto, en términos de su riqueza, abundancia, distribución, singularidades y estado de conservación. Para cumplir con tal objetivo se aplicaron metodologías específicas de muestreo de anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Los objetivos específicos consideran:

- Generar un catálogo de especies potenciales y observadas de fauna para el área de influencia.
- Caracterizar la riqueza, distribución y abundancia de la fauna del área.
- Identificar y caracterizar las especies de fauna clasificadas según su origen, estado de conservación y endemismo.
- Identificar y caracterizar ambientes para la fauna, mediante el trabajo integrado con los estudios del componente vegetación.
- Caracterizar la fauna asociada a cada uno de los ambientes definidos. Caracterizar la diversidad de anfibios, reptiles, aves y roedores y marsupiales por ambiente.

Equipo Profesional

El equipo de especialistas para el desarrollo del estudio de línea base de fauna terrestre (herpetozoos, aves y mamíferos), estuvo integrado por los siguientes profesionales:

- **Profesional responsable:**
 - Gabriel Lobos V. Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias Universidad de Chile.
- **Equipo de apoyo:**
 - Alejandra Alzamora D. Magister (c) en Áreas Silvestres Protegidas y Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile.
 - Constanza Méndez R. Médico Veterinario, Universidad de Chile.
 - Denise Donoso R. Doctora en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias Universidad de Chile.

2.4.2.2. Definición Área de Influencia

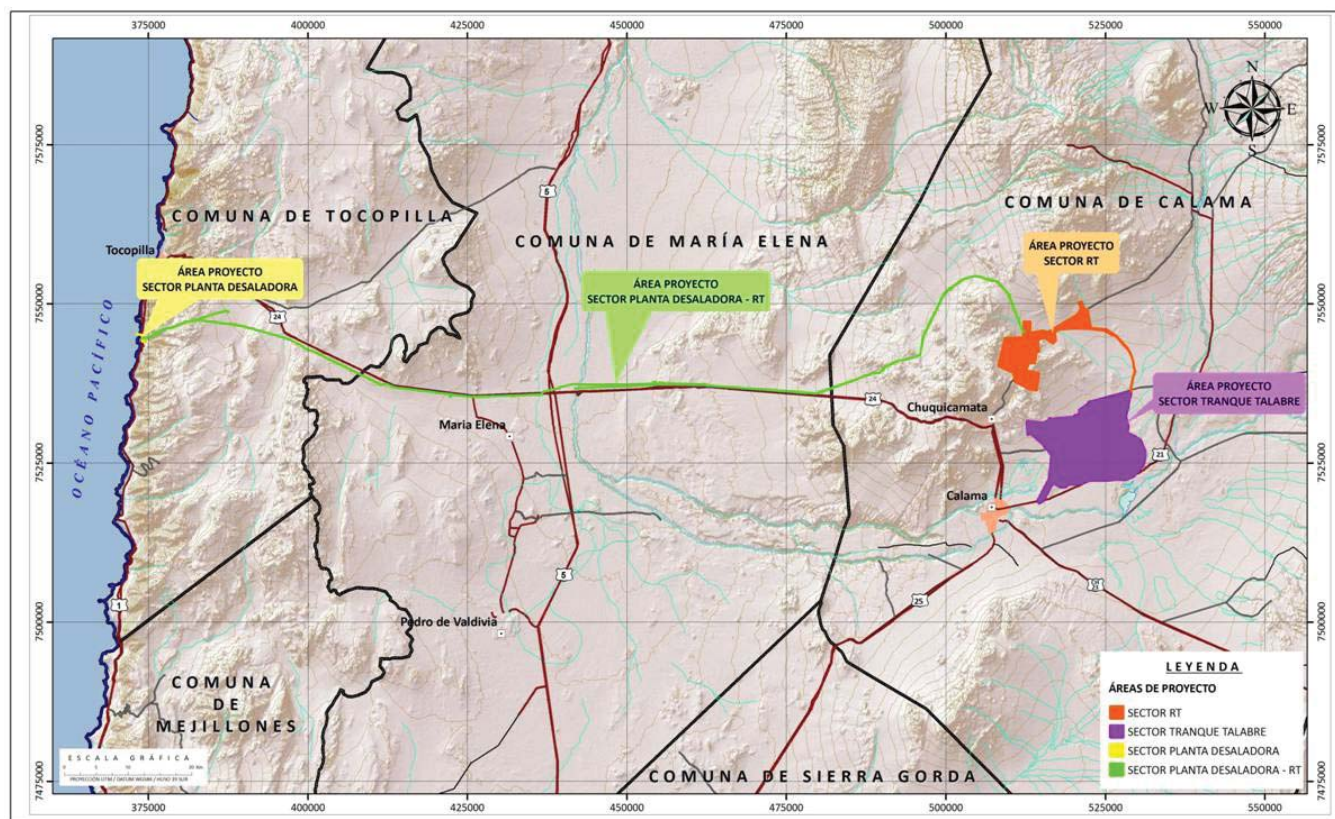
Para la descripción del componente se evaluaron 4) sectores donde se emplazarán las obras del Proyecto en los cuales se realizaron dos campañas a terreno. Una realizada en invierno (entre los días 16 al 27 de agosto de 2011), donde adicionalmente, entre los días 9 al 15 de septiembre se realizó el estudio de trampeo de micromamíferos y una campaña de primavera (entre los días 25 de noviembre al 2 de diciembre de 2011).

Especial relevancia tiene la campaña de primavera por corresponder a temporada de nidificación de la especie *Larus modestus* (Gaviota garuma).

El área de influencia para la descripción del componente, corresponden a las envolventes que contienen para las obras areales del proyecto. Por otro lado, para las obras lineales se consideró un área de 50 m respecto al eje de la misma.

Las instalaciones del proyecto y las envolventes del área de influencia se presentan en la Figura 2.4-7 y en el Anexo 2.1-1.

Figura 2.4-7. Área de Influencia del Proyecto



Los sectores estudiados corresponden a:

Se define como área de influencia del proyecto:

1. Sector RT:

- a. Área de emplazamiento de las obras asociadas a la operación minera y la nueva planta concentradora, incluyendo las instalaciones requeridas para su funcionamiento, y el buffer de 50 metros alrededor de dicha área.
- b. Área de emplazamiento de canaleta de relaves desde la planta concentradora hasta la Cámara RT y el buffer de 50 metros alrededor de esta área.
- c. Área de emplazamiento de obras de recirculación de aguas claras desde la sentina hasta la planta concentradora, y el buffer de 50 metros que rodea esta área.

2. Sector Tranque Talabre:

- a. Área destinada a la ampliación del tranque Talabre, sistema de recuperación de aguas de proceso desde el tranque Talabre e infraestructura necesaria para la implementación del sistema de relaves espesados, y el buffer de 50 metros que la rodea.
- b. Área de mejoramiento vial en el cruce de las Rutas CH-21 y F-50 la cual corresponde a la superficie en la cual se emplazaran las obras.

3. Sector Planta Desaladora: Área destinada para el emplazamiento de la planta desaladora junto a la infraestructura requerida para su funcionamiento, y el buffer de 50 metros que la rodea.

4. Sector Planta Desaladora – RT: Área destinada para el emplazamiento del sistema de impulsión que transporta el agua desalada desde la nueva planta desaladora hasta el Sector RT, junto a la infraestructura requerida para su funcionamiento, y el buffer de 50 metros que la rodea.

A continuación se describen en detalle cada uno de los sectores mencionados anteriormente.

2.4.2.2.1. Sector RT

Sub Sector Planta Mina

Corresponde al área ubicada en la zona biogeográfica, Desierto de Aluviones. Son las obras que se ubican dentro de las instalaciones de la División Radomiro Tomic. El ambiente es desértico, carente prácticamente de vegetación. No se observaron aguadas u otros elementos relevantes como ambientes para vertebrados terrestres.

Para la descripción del componente en el sector, tanto para la campaña de invierno como la de primavera, se realizaron 7 y 9 transectos respectivamente tanto para aves como para reptiles y anfibios. Además se definieron 2 áreas para trampeo de micromamíferos. No se dispuso de trampas cámaras en esta área de influencia (Tabla 2.4-26).

Tabla 2.4-26. Coordenadas de Transectos y Trampas Sherman en Sector RT (Planta - Mina)

Estaciones	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo ambiente
	UTM E	UTM N	
Transecto 1	514.305	7.542.864	Sector árido, sin vegetación
Transecto 2	513.802	7.544.271	Arenal sin vegetación
Transecto 3	508.372	7.540.414	Quebrada sin vegetación
Transecto 4	508.392	7.540.332	Quebrada sin vegetación
Transecto 5	512.940	7.539.553	Quebrada sin vegetación
Transecto 6	513.821	7.541.664	Quebrada sin vegetación
Transecto 7	514.313	7.543.518	Quebrada sin vegetación
Transecto 8	513.183	7.544.644	Quebrada sin vegetación
Transecto 9	512.332	7.547.591	Quebrada sin vegetación
Roedores 1	510.409	7.545.188	20 trampas quebrada rocosa sin vegetación
Roedores 2	508.392	7.540.332	20 trampas, quebradas con pocos arbustos bajos

Sub Sector Canaleta Relaves

Además considera las cañerías de recirculación de aguas claras, recuperada desde el Tranque Talabre y desde la sentina hasta la nueva planta concentradora.

Cabe destacar que el área de influencia corresponde a un ambiente desértico con escasa vegetación en algunas pequeñas quebradas. En este sector se detectaron dos ambientes singulares para los vertebrados terrestres: pequeñas quebradas con vegetación parchosa (*Adesmia*) y el Salar de Cere, donde se ubica parte del trazado de la canaleta.

En la campaña de invierno se realizaron 7 transectos para aves, reptiles y anfibios. Durante la campaña de primavera se realizaron 9 transectos para aves, reptiles y anfibios; además se instalaron dos sitios con 20 Trampas Sherman para micromamíferos y una trampa cámara.

Para el área del Salar de Cere, tanto en invierno como en primavera, se realizaron 8 transectos para aves, anfibios y reptiles. Se instalaron dos sitios de muestreos de roedores con 20 trampas en cada uno, 3 trampas cámaras y se realizó muestreo nocturno de rapaces y murciélagos en 3 sitios. (Tabla 2.4-27).

Tabla 2.4-27. Coordenadas de Transectos y Trampas en Sector RT (Canaleta Relaves)

Sectores	Transectos	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo Ambiente
		UTM E	UTM N	
Sector RT Canaleta Relaves (Primavera)	Transecto 1	517.363	7.546.158	Matorral abierto
	Transecto 2	528.999	7.540.288	Matorral abierto
	Transecto 3	518.323	7.545.579	Quebrada con vegetación rala de adesmia
	Transecto 4	519.340	7.546.366	Desierto absoluto
	Transecto 5	521.532	7.546.187	Desierto absoluto

Sectores	Transectos	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo Ambiente
		UTM E	UTM N	
	Transecto 6	524.980	7.545.783	Desierto absoluto
	Transecto 7	527.562	7.543.789	Desierto absoluto
	Transecto 8	529.035	7.536.365	Desierto absoluto
	Transecto 9	528.533	7.533.786	Desierto absoluto
	Roedores 1	517.647	7.546.017	20 trampas, Quebrada con vegetación de <i>Adesmia</i>
	Roedores 2	516.870	7.545.290	20 trampas en zona Parque Biológico
	T. cámara	517.385	7.546.146	Trampa cámara en quebrada con <i>Adesmia</i>
Sector RT- Canaleta relaves (Invierno)	Transecto 1	517.394	7.546.163	Quebrada con vegetación rala de <i>adesmia</i>
	Transecto 2	524.487	7.542.410	Lomaje con poca vegetación asociada
	Transecto 3	524.733	7.544.064	Desierto absoluto
	Transecto 4	516.875	7.545.323	Parque biológico, veg. Con <i>atriplex</i>
	Transecto 5	514.761	7.544.595	Desierto absoluto
	Transecto 6	516.952	7.543.710	Desierto absoluto
	Transecto 7	520.480	7.538.984	Desierto absoluto
Salar Cere (invierno y verano)	Transecto 1	525.739	7.540.741	pajonal abierto
	Transecto 2	528.299	7.540.320	pajonal abierto
	Transecto 3	527.228	7.540.524	pajonal más denso con arbustos.
	Transecto 4	527.302	7.540.597	pajonal más denso con arbustos.
	Transecto 5	526.666	7.540.684	pequeños arbustos, colas de zorro y agua.
	Transecto 6	524.692	7.538.167	pajonal denso
	Transecto 7	525.220	7.539.287	pajonal denso, sector con agua y colas de zorro
	Transecto 8	524.449	7.540.826	matorral abierto
	Roedores 1	526.769	7.540.653	20 trampas en sector con agua y matorrales
	Roedores 2	524.937	7.540.118	20 trampas en arenal con pajonal
	T. cámara 1	526.708	7.540.795	Trampa cámara en nido pequeños
	T. cámara 2	526.728	7.540.663	Trampas cámara 2 en sector con agua
	T. cámara 3	525.097	7.540.025	Trampas cámara 3 en arenal con pajonal abierto
	M. nocturno 1	524.357	7.539.144	Muestreo nocturno para rapaces
	M. nocturno 2	524.451	7.539.811	Muestreo nocturno para rapaces
	M. nocturno 3	524.430	7.540.736	Muestreo nocturno para rapaces

2.4.2.2.2. Sector Tranque Talabre

La caracterización del componente fauna del medio biótico se realizó en la propiedad minera de Tranque Talabre perteneciente a Codelco División Chuquicamata. El área está emplazada entre los 2.300 y 2.600 msnm.

Este sector considera las obras de ampliación del Tranque Talabre, sistema de recuperación de aguas de proceso desde el Tranque Talabre para recirculación a la nueva planta concentradora e infraestructura necesaria para la implementación del sistema de relaves espesados. Por otro

lado, en este estudio se consideró un tendido eléctrico asociado que llega a la sub-estación Salar.

Se realizó un estudio en la primavera de 2011, fecha óptima desde el punto de vista ecológico en lo que respecta al muestreo de fauna terrestre. Se realizaron 12 transectos para aves, reptiles y anfibios y se instaló un sitio con 20 Trampas Sherman. De los 12 puntos de muestreo, dos correspondieron a matorral abierto, uno a matorral muy abierto, dos a áreas escasas de vegetación, cinco a áreas desprovistas de vegetación y dos un humedal de tipo vega.

Para el tendido asociado se realizaron 3 transectos para aves, anfibios, reptiles y mamíferos, sin embargo, no se instalaron trampas Sherman en esta área.

El listado con los puntos de muestreo realizados para el sector Tranque Talabre se presentan a continuación en la Tabla 2.4-28.

Tabla 2.4-28. Coordenadas de Transectos y Trampas en Sector Tranque Talabre

Sectores	Transectos	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo Ambiente
		UTM E	UTM N	
Tranque Talabre	Transecto 1	528.856	7.530.967	Matorral abierto
	Transecto 2	525.079	7.533.042	Área escasa vegetación
	Transecto 3	525.600	7.532.556	Área escasa vegetación
	Transecto 4	526.317	7.533.711	Matorral muy abierto
	Transecto 5	529.584	7.530.691	Vega
	Transecto 6	529.503	7.529.254	Área desprovista de vegetación
	Transecto 7	531.411	7.528.554	Área desprovista de vegetación
	Transecto 8	530.682	7.527.814	Área desprovista de vegetación
	Transecto 9	528.751	7.526.807	Área desprovista de vegetación
	Transecto 10	528.213	7.528.112	Vega
	Transecto 11	521.276	7.529.372	Área desprovista de vegetación
	Transecto 12	524.889	7.530.859	Matorral abierto
	Roedores 1	528.856	7.530.967	Matorral abierto
Tendido eléctrico	Transecto 1	519.693	7.531.901	Área desprovista de vegetación
	Transecto 2	513.037	7.529.589	Área desprovista de vegetación
	Transecto 3	526.216	7.532.420	Área desprovista de vegetación

Dentro del Sector Tranque Talabre, se incorporan las obras asociadas al mejoramiento vial, ubicado en el cruce de las Rutas CH-21 y F-50, donde predomina un ambiente desértico sin vegetación ni refugios para fauna. En este sector se realizó un recorrido de toda el área para la detección de aves, anfibios, reptiles y mamíferos de manera directa o indirecta.

2.4.2.2.3. Sector Planta Desaladora

Área ubicada en la zona biogeográfica del desierto costero. Corresponde a un área ubicado en el farellón costero, en la comuna de Tocopilla, específicamente en el sector denominado km 14.

El área fue prospectada durante una campaña de invierno y una de primavera, donde se observó que el área de emplazamiento del Proyecto se caracteriza por presentar planicies carentes de vegetación. En la Tabla 2.4-29 se indican las coordenadas de las estaciones de muestreo de invierno y primavera.

En el área se realizaron 8 transectos de observación de aves, reptiles y anfibios, 3 puntos de conteo de aves en el borde costero (censos), se instalaron 20 trampas Sherman para micromamíferos y una trampa cámara para mamíferos de mayor tamaño.

Tabla 2.4-29. Coordenadas de Transectos y Trampas Sherman en Sector Planta Desaladora

Estaciones	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo ambiente
	UTM E	UTM N	
Transectos 1	374.852	7.544.154	lomaje interior pedregoso
Transectos 2	374.213	7.544.245	lomaje interior pedregoso
Transectos 3	373.837	7.544.201	lomaje costero pedregoso
Transectos 4	373.584	7.544.445	lomaje costero pedregoso
Transectos 5	373.751	7.545.346	borde costero rocoso
Transectos 6	374.151	7.545.020	lomaje interior pedregoso
Transectos 7	374.270	7.544.772	lomaje interior pedregoso
Transectos 8	373.636	7.544.694	borde costero, reptiles
Punto 1	373.501	7.544.305	borde costero, punto observación aves
Punto 2	373.526	7.544.457	borde costero, punto observación aves
Punto 3	373.640	7.544.721	borde costero, punto observación aves
Roedores	375.246	7.544.187	quebrada sin vegetación, 20 trampas
T. cámara	375.246	7.544.187	trampa cámara en lomaje interior pedregoso

2.4.2.2.4. Sector Planta Desaladora – RT

Área que se ubica en la zona biogeográfica del desierto absoluto. Corresponde al sistema de impulsión de agua desalada, y las estructuras asociadas a su funcionamiento, las que corresponden a las estaciones de bombeo y las líneas de alta tensión que van desde la planta desaladora hasta las instalaciones de la División Radomiro Tomic.

Estas obras se extienden, fundamentalmente, por ambientes desérticos carentes de vegetación, con la excepción del atraveso del Río Loa a la altura del cruce de la Ruta 5 y la Ruta 24 (camino Tocopilla a Chuquicamata). Como área de influencia se consideró el trazado del sistema de impulsión de agua y de las líneas de alta tensión, y un buffer de 50 m a cada lado del eje de los mismos.

En la línea de impulsión de agua, tanto para la campaña de invierno como de primavera, se realizaron estaciones de muestreo de fauna cada 10 kilómetros para representar un total de 160 kilómetros, aproximadamente. Se realizaron 16 transectos para aves, anfibios y reptiles, un sitio de trampeo para micromamíferos y postura de una trampa cámara en el cruce del río Loa (transectos 8). El número de estaciones obedece a lo homogéneo del paisaje, donde el desierto absoluto predominó en la mayor parte del área de influencia, encontrándose pocas quebradas

con vegetación que pudiese refugiar fauna vertebrada. En la Tabla 2.4-30, se indican las coordenadas de los transectos evaluados.

El área de influencia considera 2 líneas de alta tensión (LAT) que se emplazan paralelamente al trazado del sistema de impulsión y una línea de baja tensión de 23 kV. En cuanto a las LAT una corresponde al tendido de 110 kV con una longitud de aproximadamente 14 km y se proyecta desde la planta desaladora hasta la Sub-Estación de Tamaya, la cual se encuentra construida y operativa. Para la descripción del trazado, se realizaron 4 transectos para fauna, separados por 5 kilómetros entre sí. El segundo trazado eléctrico presenta aproximadamente 86 km de extensión y una potencia de 220 kV y se proyecta en forma paralela a la línea de impulsión de agua, desde la Sub-Estación Crucero, en Calama, hasta la subestación ubicada dentro de la División RT. En este trazado se realizaron 8 transectos para fauna, separados por 10 kilómetros entre sí (Tabla 2.4-30).

Tabla 2.4-30. Coordenadas de Transectos y Trampas en Sector Planta Desaladora - RT

Sector	Transectos	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo ambiente
		UTM E	UTM N	
Impulsión de Agua	Trampa Cámara	524.481	7.540.674	trampa cámara en sector Río Loa
	Roedores	442.279	7.536.765	20 trampas, plano arenoso con arbustos
	Transectos 1	374.983	7.544.176	desierto absoluto
	Transectos 2	383.427	7.547.554	desierto absoluto
	Transectos 3	394.127	7.544.915	desierto absoluto
	Transectos 4	402.608	7.541.608	desierto absoluto
	Transectos 5	411.626	7.536.543	desierto absoluto
	Transectos 6	421.886	7.535.064	desierto absoluto
	Transectos 7	432.260	7.535.174	desierto absoluto
	Transectos 8	441.879	7.535.458	cruce del Río Loa
	Transectos 9	450.640	7.535.001	desierto absoluto
	Transectos 10	462.250	7.535.427	desierto absoluto
	Transectos 11	472.014	7.535.039	desierto absoluto
	Transectos 12	483.120	7.535.423	desierto absoluto
	Transectos 13	491.741	7.539.230	desierto absoluto
	Transectos 14	496.565	7.548.110	desierto absoluto
	Transectos 15	505.174	7.553.723	desierto absoluto
	Transectos 16	511.895	7.547.126	desierto absoluto
23 kV y 110 kV	Transectos 1	374.349	7.544.568	Área Planta Desaladora
110 kV	Transectos 2	378.266	7.546.116	desierto absoluto
	Transectos 3	383.088	7.547.396	desierto absoluto
	Transectos 4	387.673	7.548.782	inicio subestación Tamaya
220 kV	Transectos 1	441.923	7.536.639	cruce del Río Loa
	Transectos 2	450.369	7.536.889	desierto absoluto
	Transectos 3	460.556	7.537.055	desierto absoluto

Sector	Transectos	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo ambiente
		UTM E	UTM N	
	Transectos 4	470.561	7.536.924	desierto absoluto
	Transectos 5	480.390	7.536.212	desierto absoluto
	Transectos 6	489.011	7.539.413	desierto absoluto
	Transectos 7	496.173	7.544.464	desierto absoluto
	Transectos 8	501.522	7.552.729	desierto absoluto

En Anexo 2.4-2 se presenta el plano de los puntos de muestreo realizados para la caracterización del componente de fauna.

2.4.2.3. Metodología

Para la caracterización de fauna vertebrada del área de influencia, se realizaron dos campañas de línea base, con el fin de poder comparar y determinar la riqueza de especies y su abundancia en diferentes estaciones del año. La excepción ocurrió en el Tranque Talabre y en los tendidos eléctricos, donde solo se realizó una campaña en diciembre de 2011 (campaña de primavera):

- La campaña de invierno fue ejecutada entre los días 16 al 27 de agosto de 2011. Adicionalmente entre los días 9 al 15 de septiembre se realizaron las capturas de micromamíferos.
- La campaña de primavera se realizó entre los días 25 de noviembre al 2 de diciembre de 2011.
- La caracterización de la fauna vertebrada se realizó mediante identificación directa e indirecta.

Cabe destacar que el área de influencia fue recorrida en su totalidad y los puntos de muestreo (señalados anteriormente) consideran la vegetación existente, la homogeneidad de paisaje, accidentes geográficos, etc. para la posterior evaluación cuantitativa.

2.4.2.3.1. Registro de Fauna

Como marco de referencia de la fauna vertebrada se consideró la siguiente literatura. Anfibios y Reptiles: Cei (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Mella (2005), Nuñez y Jaksic (1992), Núñez 1991, Nuñez et al. (1997), Pincheira-Donoso et al. 2005), Valencia y Veloso (1981), Veloso y Navarro (1988), Vidal y Labra (2008), Knapp et al. 2007. Aves: Araya 1982, 1985; Araya y Millie (1988), Araya et al. 1993, 1995, Canevari et al. (2001), Goodall, et al. (1946, 1951, 1957, 1964), Hellmayr (1932), Johnson (1965, 1967, 1972), Lazo y Silva (1993), Philippi (1964), Rottmann (1995). Mamíferos: Aranda (2000), Campos (1986), Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2000), Osgood (1943), Pine et al. (1979), Rau (1982), Reise (1973), Skewes (2009), Tamayo y Frassinetti (1980).

Para la descripción de los distintos grupos de vertebrados se aplicaron las metodologías que se describen a continuación.

- **Anfibios**

Se realizaron búsquedas en los ambientes frecuentados por esta fauna. El objetivo en cada sitio fue realizar un inventario completo de especies (Heyer et al. 1995). Las técnicas de muestreo comprendieron la realización de búsquedas activas (“Visual Encounter Surveys”) de larvas y adultos durante el día y transectos auditivos al atardecer, mediante la aplicación de técnicas de Play Back o estímulos acústicos (Díaz – Páez et al. 2002). Para ello, en cada sitio de estudio se definió cuadrantes de 10 x 10 m, los que fueron prospectados por dos personas durante 15 minutos. En el caso de larvas, en cada sitio de estudio, se definió cuadrantes de 1 x 1 m, los que fueron prospectados por dos personas, con el objetivo de estimar la abundancia de larvas. Se realizaron búsquedas directas levantando piedras y otros potenciales refugios de estos animales, en especial en sectores con disponibilidad de agua.

- **Reptiles**

Para detectar la presencia de reptiles se realizaron búsquedas en los ambientes frecuentados por herpetozoos. El objetivo en cada sitio fue realizar un inventario completo de especies (Heyer et al. 1995). Las técnicas de muestreo comprendieron la realización de búsquedas activas (“Visual Encounter Surveys”) durante el día. Estas búsquedas se efectuaron en las diferentes áreas identificadas, con el objetivo de determinar las especies asociadas a cada uno de estos ambientes. Las colectas se realizaron con el uso de lazos de nudo corredizo. Para la estimación de abundancia se realizaron transectos de 200 m de largo por 10 m de ancho total.

donde:

$$D = (N/A \times L) \times 10.000$$

D= Densidad (número de individuos por hectárea (10.000 m²))

N= Número de reptiles observados en el transecto

A= Ancho total del transecto (de 10 metros en el presente estudio)

L= Largo del transecto (de 200 metros en el presente estudio)

La observación de reptiles en el área de influencia ocurrió principalmente en días soleados entre las 10 am hasta las 17 pm de cada día de terreno.

- **Aves**

Fueron observadas mediante binoculares, junto al registro de sus cantos especie – específicos. Se consideró la determinación de abundancias mediante el establecimiento de transectos de ancho fijo de 200 m de largo y 40 de ancho total (Bibby et al., 1992):

donde:

$$D = (N/A \times L) \times 10.000$$

D= densidad

N= aves contadas en el transecto

A= ancho total del transecto

L= largo del transecto

Para el caso de rapaces nocturnas, fueron identificadas por avistamiento diurno (dormideros, egagrópilas) y mediante la estimulación con cantos específicos o *Play Back* durante el

anochecer. En total se realizaron 4 noches de prospección nocturna, en donde se realizó *Play Back* en 5 estaciones:

- Sector RT, Canaleta de Relaves: En el Salar de Cere se realizó 3 estaciones de prospección nocturna (UTM Este 524357-UTM Norte 7539144, UTM Este 524451-UTM Norte 7539811, UTM Este 524430-UTM Norte 7540736).
- Sector Planta Desaladora: La prospección fue realizada en el borde costero (coordenada UTM Este 373751-UTM Norte 7545346).
- Sector Planta Desaladora-RT: Se realizó la prospección nocturna en el cruce del Río Loa (coordenadas UTM Este 442.152-UTM Norte 7.536.469).

Además, se realizó un estudio de flujo aéreo que correspondió a mediciones de 20 minutos entre las 10 am y 5 pm en el punto donde el sistema de impulsión y la Línea de Alta tensión cruzarán el Río Loa.

En los muestreos en el borde costero (Planta Desaladora-Sector km 14), se realizaron censos. Esto es, en un punto de observación con buen ángulo, se registran todas las aves en un rango de 100 m a cada lado del observador, por aproximadamente 15 minutos.

La observación de aves en el área de influencia ocurrió principalmente en días soleados entre las 9 am hasta las 17 pm de cada día de terreno.

• Mamíferos

Para roedores y marsupiales, se utilizaron trampas Sherman (Fotografía 2.4-27) para captura viva en 9 sitios de muestreos, las que fueron cebadas con avena y vainilla (Tabla 2.4-31). Para los trampeos se utilizaron 20 trampas Sherman en todas los sectores del proyecto excepto en el área correspondiente a los tendidos eléctricos y en el sector de mejoramiento vial, debido a la ausencia de sitios con refugios para roedores y al riesgo de robo de estos dispositivos. Las trampas fueron montadas durante tres noches (esfuerzo de muestreo de 60 trampas en total por sitio). El número de trampas se definió en función de la superficie de los sitios de muestreos. Los ejemplares capturados fueron identificados a nivel de especie y se registró la edad de cada uno.

La estimación de abundancia se determinó de manera indirecta, mediante la evaluación del índice de éxito de captura:

$$\text{Índice éxito de captura} = \frac{\text{Nº de roedores capturados}}{\text{Nº de trampas noche}} \times 100$$

Todos los individuos capturados, fueron marcados con un pequeño corte de pelo para no ser reconsiderados en el cálculo del éxito de captura y de esta manera no sobreestimar los resultados obtenidos.

Tabla 2.4-31. Coordenadas que Indican los Puntos de Trampeo con Trampas Sherman

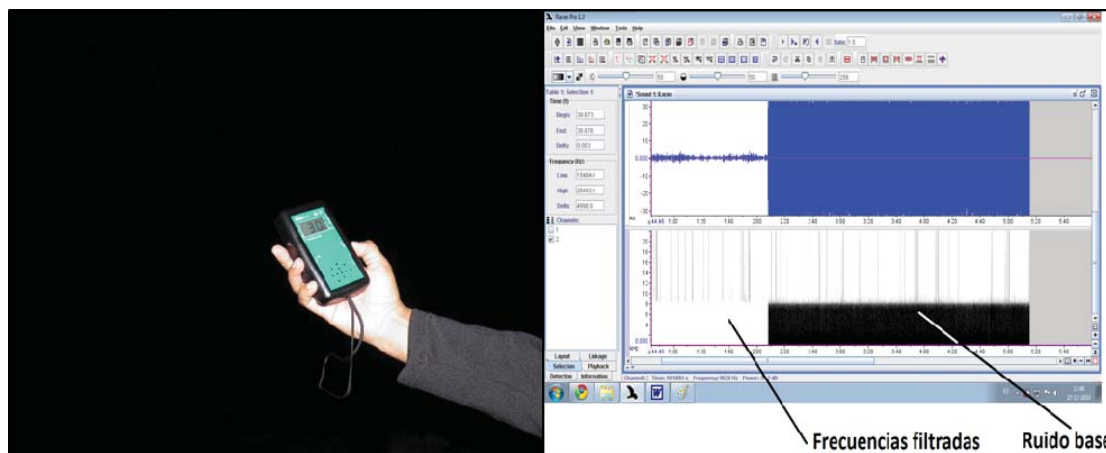
Sectores	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Tipo ambiente
	UTM E	UTM N	
Sector RT (Planta-Mina)	510.409	7.545.188	20 trampas quebrada rocosa sin vegetación
	508.392	7.540.332	20 trampas, quebradas con pocos arbustos bajos
Sector RT (Canaleta Talabre)	517.647	7.546.017	20 trampas, Quebrada con vegetación de adesmia
	516.870	7.545.290	20 trampas en sector Parque Biológico
	526.769	7.540.653	20 trampas en Salar de Cere, sector con agua y matorrales
	524.937	7.540.118	20 trampas en Salar de Cere, arenal con pajonal
Tranque Talabre	528.856	7.530.967	Matorral abierto
Sector Planta Desaladora	375.246	7.544.187	20 trampas, quebrada sin vegetación
Sector Planta Desaladora - RT	442.279	7.536.765	20 trampas, sector con arbustos, cruce Río Loa

Fotografía 2.4-27. Trampa Sherman en Sector Impulsión de Agua



Para quirópteros se realizaron prospecciones nocturnas, en las que se realizó búsqueda de individuos por medio de un equipo detector de ultrasonido “*batscan*” (Fotografía 2.4-28 y Fotografía 2.4-29) Este equipo, permite una rápida evaluación sobre la presencia de estos mamíferos en las áreas de influencia y el registro de las emisiones de los quirópteros en una grabadora de alta definición conectada al equipo de ultrasonido. Esto se realizó en sectores con potencial para la ocurrencia de esta fauna (Cruce del Río Loa y Farellón Costero).

Fotografía 2.4-28. Uso de Detector de Ultrasonidos para Quirópteros



Para la detección de mamíferos mayores, se utilizaron trampas cámaras, las que fueron asociadas a atrayentes olfatorios con el objetivo de aumentar la probabilidad de encuentros. Adicionalmente se realizó observación de huellas y reconocimiento de fecas, estas últimas fueron comparadas con la colección de referencia del Centro de Vida Silvestre de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Chile.

Fotografía 2.4-29. Trampas Cámara Instalada en Terreno y Detección de un Zorro Culpeo en una de ellas



2.4.2.3.2. Criterios de Categorización de Fauna de Vertebrados Terrestres con Problemas de Conservación

Con la información faunística proveniente de los levantamientos de terreno, se utilizó como criterio de clasificación de especies con problemas de conservación, en primer lugar, el actual Reglamento de Clasificación de Especies RCE (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, D.S N° 75, 2005), con los siguientes decretos supremos: decretos D.S. 151/2007, D.S. 50/2008, D.S. 51/2008, DS 23/2009, DS 33/2012, DS 41/2012, DS 42/2012, DS 19/2013., que será el que

regirá los estados de conservación de la flora y fauna nacional, sin embargo, aún se encuentra en proceso para algunas taxa (como reptiles y algunas aves). En segundo lugar, se utilizará el Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 publicada en el Diario Oficial y su Reglamento, D.S N° 5 (MINAGRI, 1998).

Según el Reglamento de Clasificación de Especies, se reconocen las siguientes categorías:

- CR = En peligro crítico
- DD = Datos insuficientes
- EN = En Peligro
- EW= Extinta en estado silvestre
- EX = Extinta
- FP = Fuera de Peligro
- IC = Insuficientemente Conocida
- LC = Preocupación menor
- NT = Casi amenazada
- R = Rara
- VU = Vulnerable

Según el Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473, se reconocen las siguientes categorías:

- P= En Peligro de Extinción. Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.
- V= Vulnerables: 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.
- R= Raras: Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentran actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo.
- I= Inadecuadamente conocida: 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.
- Se agregan las siguientes clasificaciones:
- B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
- S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
- E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

Para las actividades de capturas de animales se contó con autorización del Servicio Agrícola y Ganadero, permiso de caza otorgado mediante R.E. N° 670 del 1 de septiembre de 2011, con fecha de término el 31 de agosto 2012; y permiso de caza otorgado mediante R.E. N° 904 del 5 de Diciembre del 2011, con fecha de término 31 de Enero del 2012. Ambos permisos se adjuntan en el Anexo 2.4-3.

2.4.2.4. Resultados y Análisis

A continuación, se muestran los resultados en las áreas prospectadas durante las campañas de invierno y primavera. En cada área se entrega la información completa de las especies observadas por cada taxa. En el Anexo 2.4-4 y 2.4-5 se presenta el registro fotográfico y la riqueza de especies identificada, respectivamente.

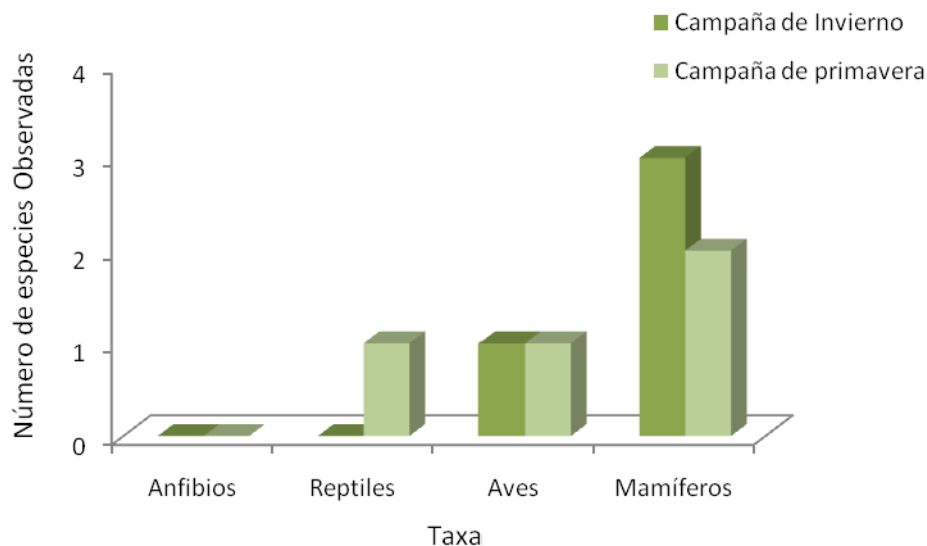
2.4.2.4.1. Sector RT

Sub Sector Planta Mina

Las obras que se emplazan en este sector se caracterizan por presentar una alta perturbación antrópica, con zonas de muy poca vegetación, lo que explica la baja diversidad de especies vertebradas. En la campaña realizada en invierno, se observó una sola especie de ave, 3 especies de mamíferos (una introducida y una en categoría de conservación). No se observaron reptiles ni anfibios (no se observaron cursos de agua). La Fotografía 2.4-30 presenta una vista del Sector RT.

En la campaña realizada en primavera, se observó un total de 4 especies; un ave, 2 mamíferos (de ellas una introducida) y un reptil (ver Figura 2.4-8).

Figura 2.4-8. Riqueza de Especies Observadas en el Sector RT (Planta-Mina), Campaña de Invierno y Verano



Fotografía 2.4-30. Vista General Sector RT (Planta –Mina)



A continuación se entrega un detalle de las observaciones por taxa.

- **Anfibios**

No se observaron especies de esta taxa. En el sector de RT Planta Mina, no se registraron cursos de agua que pudieran estar asociados a presencia de anfibios.

- **Reptiles**

En la campaña de invierno no se observaron especies de esta taxa. Sin embargo, a pesar del alto grado de perturbación antrópica del sector, en la campaña de primavera se detectaron 3 ejemplares de la especie *Liolaemus constanzae* en el transecto 4, es decir los reptiles se observaron en la única quebrada que presenta vegetación rala, representando una densidad de 15 individuos por hectárea.

L. constanzae se encuentra clasificado como especie Rara, por el Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998). De acuerdo al RCE no se encuentra clasificada (D.S N° 75, 2005). Es de tamaño mediano, aspecto moderadamente robusto. Se distribuye en la zona altiplánica de la II Región de Antofagasta, desde Calama a los 3.800 msnm aproximadamente. Utiliza como hábitat la vegetación rala de salares y colinas (Tabla 2.4-32).

Tabla 2.4-32. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector RT (Planta-Mina)

Nombre Vulgar	Nombre científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Reptiles en Área Mina	
			B	S	E	EC	Invierno	Primavera (transecto 4)
Lagartija de Constanza	<i>Liolaemus constanzae</i>	-----		S	E	R		3
DENSIDAD TOTAL(por hectárea)							0	15

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

• Aves

En la campaña de invierno se detectó la presencia de una sola especie de ave; la tortolita de la puna (*Metriopelia aymara*), especie sin problemas de conservación de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998). Esta especie fue detectada en el transecto 1. En la campaña de primavera, se detectó también una sola especie; el chincol (*Zonotrichia capensis*), sin problemas de conservación, el que fue detectado en el transecto 8 (Tabla 2.4-33).

Tabla 2.4-33. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector RT (Planta-Mina)

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				RCE D.S N° 75, 05	Invierno	Primavera
			B	S	E	EC		Transecto 1	Transecto 8
COLUMBIDAE									
Tortolita de la puna	<i>Metriopelia aymara</i>	-----		S				1,25	
EMBERIZIDAE									
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	-----	B						1,25

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05 del MMA.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

• Mamíferos

En la campaña realizada en invierno, se detectó la presencia de 3 especies de mamíferos: el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), el cual fue detectado de manera indirecta a través de sus fecas y huellas; el perro doméstico (*Canis lupus familiaris*), especie introducida; y el ratón orejudo (*Phyllotis limatus*), esta última especie fue identificada a través de las trampas Sherman, donde se capturó un solo ejemplar adulto de las 40 trampas dispuestas durante 3 noches, lo que equivale a un 8,33% de éxito de captura, valor muy bajo y que guarda relación con la extrema aridez presente en esta área de influencia.

En la campaña de primavera, sólo se detectó la presencia de 2 especies; el perro doméstico, donde se vio un ejemplar de manera directa y el ratón orejudo (*P. limatus*), detectado

indirectamente a través de sus fecas (Tabla 2.4-34 y Fotografía 2.4-31). No se capturaron ejemplares de roedores con las trampas Sherman.

El zorro culpeo, se encuentra clasificado con Preocupación Menor, de acuerdo al RCE (D.S N° 75, 2005), e Inadecuadamente Conocido, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).

Tabla 2.4-34. Riqueza de Mamíferos Observados en el Sector RT (Planta-Mina) y su Estado de Conservación

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Observación de mamíferos	
			B	S	E	EC		
CARNIVORA							Invierno	Primavera
Zorro Culpeo	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Preocupación menor			E	IC	X	
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	-----	Introducido				X	X
RODENTIA								
Ratón orejudo	<i>Phyllotis limatus</i>	-----		S			X	X

X = Indica presencia

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Fotografía 2.4-31. *Phyllotis limatus* Capturado en Área Mina



Sub Sector Canaleta Talabre

La Canaleta Talabre y el Salar de Cere, fueron prospectados en invierno y primavera. El Salar de Cere se encuentra indirectamente relacionado con el área anterior.

Como resultado general, en el Sector donde se emplazará la Canaleta y Salar de Cere se detectó la presencia de 6 especies totales de aves entre ambas áreas, todas ellas sin problemas de conservación, 6 especies de mamíferos en total en ambas áreas (dos introducidos y dos con categoría de conservación), de los mamíferos, 4 fueron observados en el sector RT-Talabre y 6 en el área del Salar de Cere. En relación a los reptiles, se observó una especie en categoría de conservación tanto en el área de la Canaleta Talabre como en el Salar de Cere. No se detectó presencia de anfibios pese a la presencia de un pequeño cuerpo de agua ubicado en el Salar de Cere. Las siguientes fotografías (Fotografía 2.4-32 y Fotografía 2.4-33) presentan vistas del Sector RT.

Fotografía 2.4-32. Vista General Sector RT (Canaleta Talabre)



Fotografía 2.4-33. Vista General desde Salar de Cere



• Anfibios

No se observaron especies de esta taxa. En el Área donde se ubicará la canaleta sólo se observó una pequeña filtración de agua al inicio de una quebrada con vegetación, sin embargo, el agua era conducida por una tubería, por lo que disminuyen las probabilidades de observar anfibios en esa zona. En el Salar de Cere, se prospectaron 2 sitios que presentaban pequeños cuerpos de agua. Ellos correspondieron a pequeños pozones, uno de alrededor de 1 m de diámetro y otro de 4 m de largo por 2 m de ancho. Sin embargo, no se observó anfibios en las campañas de invierno y primavera.

• Reptiles

Tanto en el sector RT (canaleta Talabre) como en el Salar de Cere, se detectó la presencia de una especie de reptil; la lagartija de Constanza (*Liolaemus constanzae*). Esta especie fue observada en los transectos 1 y 2 realizados en invierno y primavera en el Sector RT (canaleta Talabre) en quebradas con escasa vegetación rala (ver Fotografía 2.4-34). Se observaron 5 ejemplares en el transecto 1 (4 juveniles y 1 adulto) y 1 adulto en el transecto 2 en primavera y 2 ejemplares juveniles en el transecto 1 y un adulto en el transecto 2, en invierno.

En el sector del Salar de Cere, de los 8 transectos realizados, se observó a *L. constanzae* en los transectos 1, 4, 6 y 8. Se observaron ejemplares tanto en invierno como en primavera. En cada uno de los transectos se observó solo un ejemplar adulto, representando una densidad de 5 individuos por hectárea (Tabla 2.4-35).

L. constanzae se encuentra clasificada como Rara, por el Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998). De acuerdo al RCE, esta especie no se encuentra clasificada (D.S N° 75, 2005). La mayor densidad de reptiles se obtuvo en el transecto 1 en Sector RT (Canaleta Talabre), con 25 individuos por hectárea.

Tabla 2.4-35. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en el Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere)

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Densidad de reptiles en área Canaleta Planta-Talabre y Salar de Cere								
			B	S	E	EC	RT-Talabre Primavera		RT-Talabre Invierno		Salar Cere Primavera			Salar Cere Invierno	
							T1	T2	T1	T2	T1	T6	T8	T4	T8
TROPIDURIDAE															
Lagartija de Constanza	Liolaemus constanzae	-----		S	E	R	5	3	2	1	1	1	1	1	
DENSIDAD TOTAL (individuos por hectárea)							25	15	10	5	5	5	5	5	

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Fotografía 2.4-34. *Liolaemus constanzae* Adulta observada en Quebrada del Sector RT (Canaleta Talabre)



- Aves**

Se detectó la presencia de 6 especies de aves en total en ambas áreas de influencia (Canaleta Talabre y Salar Cere), todas ellas sin problemas de conservación de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998) y de acuerdo al RCE, (D.S N° 75, 2005).

Las especies observadas en el área RT-Talabre fueron: tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*), chincol (*Zonotrichia capensis*), chiri hue verdoso (*Sicalis olivascens*) y el carancho cordillerano (*Phalcoboenus megalopterus*). En la zona del salar se observaron; chincol, pequén (*Athene cunicularia*) y mero del Tarapacá (*Agriornis microptera*) en invierno y se agrega el tijeral, en la campaña de primavera.

La especie que obtuvo la mayor densidad fue el chincol en la zona de RT-Talabre con 3,75 individuos por hectárea. En el Salar de Cere fueron el pequén (ver Fotografía 2.4-35) y chincol, con 2,5 individuos por hectárea (Tabla 2.4-36).

En el Sector del Salar de Cere, se realizó un muestreo nocturno donde se realizó *Play Back* en 3 estaciones durante el anochecer, sin embargo no se detectó presencia de rapaces nocturnas.

Tabla 2.4-36. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere)

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Densidad de aves observadas					
			B	S	E	EC	RT-Talabre Primavera		RT- Talabre Invierno	Salar Cere Invierno	Salar Cere Primavera	
							T1	T2	T4	T3	T5	T7
FURNARIIDAE												
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	-----	B				0	1,25		0	1	

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Densidad de aves observadas					
			B	S	E	EC	RT-Talabre Primavera		RT-Talabre Invierno	Salar Cere Invierno	Salar Cere Primavera	
							T1	T2	T4	T3	T5	T7
EMBERIZIDAE												
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	-----	B				1,25	3,75	2,5	1,25	1	3
Chirihue verdoso	<i>Sicalis olivascens</i>	-----					1,25	0		0		
FALCONIDAE												
Carancho cordillerano	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	-----	B		E		0	1,25		0		
STRIGIDAE												
Pequén	<i>Athene cunicularia</i>	-----	B		E		0	0		2,5	3	
TYRANNIDAE												
Mero de Tarapacá	<i>Agriornis microptera</i>	-----	B	S	E		0	0		1,25		

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Fotografía 2.4-35. Crías de *Athene cunicularia* (Pequén) capturadas con Trampa Cámara en Salar de Cere



• Mamíferos

Se detectó la presencia de 6 especies de mamíferos en total en el sub sector (canaleta Talabre y Salar Cere), de los cuales 4 son compartidas por estos ambientes: el guanaco (*Lama guanicoe*), el cual fue detectado a través de sus fecas y huellas; el ratón orejudo (*Phyllotis limatus*), el cual fue capturado en el Salar de Cere y detectado a través de sus fecas en el Sector RT (canaleta Talabre y Salar Cere); y 2 especies introducidas, el perro (*Canis lupus familiaris*), observado un solo ejemplar directamente y la laucha (*Mus musculus*), especie capturada con las trampas en ambos sitios.

En el Salar de Cere, en las campaña de invierno y primavera, se observó a los roedores *Phyllotis magister* (ratón orejudo grande) y *P. limatus* (ratón orejudo), capturados con las trampas Sherman y el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), el cual fue detectado de manera directa (trampas cámara) e indirecta (fecas y huellas) sólo en la campaña de invierno (Tabla 2.4-37).

El zorro culpeo, se encuentra clasificado con Preocupación Menor, de acuerdo al RCE (D.S N° 75, 2005) e Inadecuadamente Conocido, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).

El guanaco se encuentra clasificado como Vulnerable según el RCE y En Peligro de Extinción, según el Reglamento de la Ley de Caza.

Tabla 2.4-37. Riqueza de Mamíferos Observados y su Estado de Conservación en Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere)

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Observación de mamíferos en área Canaleta Planta-Talabre		
			B	S	E	EC	RT-Talabre Primavera	Salar Cere Invierno	Salar Cere Primavera
ARTIODACTYLA									
Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>	Vulnerable		S		P	X	X	X
CARNIVORA									
Zorro Culpeo	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Preocupación menor			E	IC		X	
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	-----	Introducido				X	X	X
RODENTIA									
Ratón orejudo grande	<i>Phyllotis magister</i>	-----		S				X	X
Ratón orejudo	<i>Phyllotis limatus</i>	-----		S			X	X	X
Laucha	<i>Mus musculus</i>	-----	Introducido				X	X	X

X = Indica presencia

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Con respecto a las especies capturadas con trampas Sherman, se identificaron 3 especies de roedores. En el sub sector Canaleta Talabre, se dispusieron 20 trampas Sherman en 2 sitios, en el sitio que correspondió a una quebrada con vegetación nativa (*Adesmia*) se capturó un ejemplar de la laucha (*Mus musculus*) y en el sitio del Parque Biológico con vegetación introducida, se capturaron 32 lauchas.

En el Salar de Cere se dispusieron 40 trampas en invierno y verano en 2 sectores. En invierno se capturaron 10 ejemplares; 5 *P. magister* (todos subadultos), 4 *P. limatus* (2 subadultos y 2 adultos) y un *M. musculus* (adulto). En la campaña de primavera, se capturó 12 *P. magister* (10 adultos y 2 subadultos), 9 *P. limatus* (4 adultos y 5 subadultos) y un ejemplar de *M. musculus* adulto.

El número de ejemplares capturado y el éxito de captura se muestran en la Tabla 2.4-38. Llama la atención el aumento considerable del número de ejemplares capturados en el Salar de Cere en la primavera, aumentando a más del doble el éxito de captura de ejemplares nativos. Por otro lado, en el Parque Biológico llama la atención el elevado número de lauchas presentes, probablemente debido a la cercanía a las instalaciones humanas.

Tabla 2.4-38. Roedores Capturados en Sector RT (Canaleta Talabre y Salar Cere) y el Éxito de Captura Obtenido

Especie	Observación de mamíferos en área Canaleta Planta-Talabre y Salar de Cere					
	Canaleta Planta-Talabre		Salar de Cere invierno		Salar de Cere primavera	
	P. Biológico	Quebrada	Trampas 1	Trampas 2	Trampas 1	Trampas 2
<i>Phyllotis magister</i>	0	0	3	2	10	2
<i>Phyllotis limatus</i>	0	0	3	1	5	4
<i>Mus musculus</i>	32	1	1		1	
Éxito de captura	27,5		8,3		18,3	

2.4.2.4.2. Sector Tranque Talabre

El sector Tranque Talabre y las obras asociadas fueron prospectados en primavera de 2011.

Como resultado general, en el Sector Tranque Talabre se detectó de un reptil con problemas de conservación, un ave y 3 mamíferos (una con problema de conservación). La totalidad de las especies son nativas. A pesar del esfuerzo de muestreo, no se observó presencia de la clase anfibia. El ambiente matorral abierto presenta la mayor riqueza del estudio, seguido con un valor inferior por el ambiente de vega (ver Fotografía 2.4-36, Fotografía 2.4-37 y Fotografía 2.4-38).

Fotografía 2.4-36. Vista General del Sector Tranque Talabre con Matorral Bajo muy Abierto



Fotografía 2.4-37. Vista General de las Vegas del Sector Tranque Talabre



Fotografía 2.4-38. Vista General de las Áreas Desérticas del Sector Tranque Talabre



- **Anfibios**

No se observaron especies de esta taxa.

- **Reptiles**

Se detectó la presencia de una sola especie de reptil: la lagartija de Paulina (*Liolaemus paulinae*), con una abundancia de 8,33 individuos/ha. Esta especie fue registrada en el ambiente humedal de tipo vega (Estación 5). (Ver Tabla 2.4-39).

L. paulinae corresponde a un lagarto de tamaño pequeño con colorido de fondo café amarillento. Esta especie es propia de Calama, asociada a la ribera norte del Río Loa. Se encuentra clasificado como Rara, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998). De acuerdo al RCE(D.S.75/05) esta especie no ha sido aún clasificada.

Tabla 2.4-39. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en Área Sector Tranque Talabre

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Densidad total (Ind/ha)
			B	S	E	EC	Tranque Talabre (transecto 5)
TROPIDURIDAE							
Lagartija de Paulina	<i>Liolaemus paulinae</i>	-----		S	E	R	8,33

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

- **Aves**

Se detectó la presencia de una sola especie de ave; el mero gaucho (*Agriornis montana*), la cual fue observada en el ambiente matorral abierto (Estación 1) y presentó una abundancia de 0,32 individuos/ha. También se establece como sitio de reproducción al observarse un nido con un huevo (Fotografía 2.4-39). Esta especie no se encuentra con problemas de conservación.

Fotografía 2.4-39. *Agriorinis montana* en Área de Influencia



- **Mamíferos**

Los mamíferos fueron el grupo con mayor riqueza y distribución, debido a que se identificaron en dos ambientes (matorral abierto y vega). Se detectó la presencia de 3 especies. El zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) se observó de manera indirecta (huellas y fecas) en los transectos 1 y 10, en los ambientes matorral abierto y vega, respectivamente. Este se encuentra clasificado con Preocupación Menor, de acuerdo al RCE (D.S. N° 75, 2005) e Inadecuadamente Conocido, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998) (Ver Tabla 2.4-40).

Las otras dos especies son los roedores ratón de pie sedoso (*Eligmodontia puerulus*) y ratón orejudo amarillo (*Phyllotis xanthopygus*), los cuales fueron capturados con las trampas Sherman (Ver Fotografía 2.4-40 y Fotografía 2.4-41)

Tabla 2.4-40. Mamíferos Observados y su Estado de Conservación en Sector Tranque Talabre

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Tranque Talabre
			B	S	E	EC	
CARNIVORA							
Zorro Culpeo	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Preocupación menor			E	IC	X
RODENTIA							
Lauchita de pie sedoso	<i>Eligmodontia puerulus</i>	-----		S			X
Ratón orejudo amarillo	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-----		S			X

X: Presencia de individuos

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

Fotografía 2.4-40. *Phyllotis xanthopygus*



Fotografía 2.4-41. *Lycalopex culpaeus*, (a) Fecas y Huella (b)

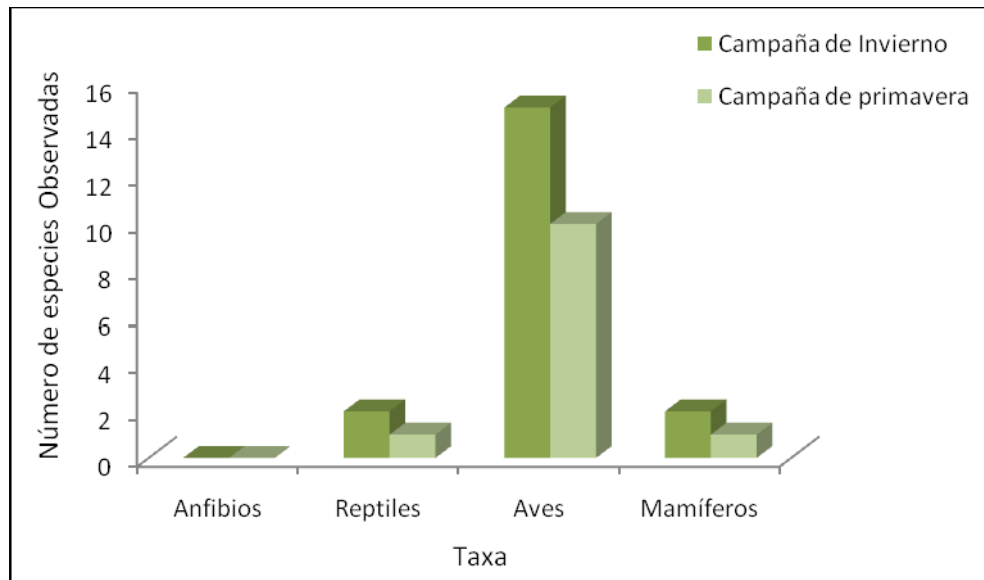


2.4.2.4.3. Sector Planta Desaladora

El sector donde se emplazarán las obras, es un terreno árido y sin vegetación. Se recorrió a pie en su totalidad, desde el borde costero hasta el inicio del farellón rocoso (sector trampa cámara: coordenadas E 375.246 – N 7.544.187) (Ver Fotografía 2.4-42).

Se detectaron 15 especies de aves (15 observadas en invierno y 10 en primavera), todas nativas y 4 con problemas de conservación, 2 mamíferos nativos y dos especies de reptiles, ambas con problemas de conservación (ver Figura 2.4-9).

Figura 2.4-9. Riqueza de Especies Observadas en el Sector Planta Desaladora



Fotografía 2.4-42. Vista general Sector Planta Desaladora



- **Anfibios**

No se observaron especies de esta taxa, Además no se observó presencia de ningún curso de agua.

- **Reptiles**

Se detectó la presencia de 2 especies de reptiles. El corredor de cuatro bandas (*Microlophus quadrivittatus*) fue observado en 3 transectos del borde costero (transectos 3, 4 y 5) tanto en invierno como en primavera. *M. quadrivittatus* está clasificada como Inadecuadamente conocida por la actual Ley de Caza y no ha sido clasificada de acuerdo al RCE (D.S. N° 75, 2005). (Ver Fotografía 2.4-43).

La segunda especie fue la salamaqueja del Norte Grande (*Phyllodactylus gerrhopygus*). Esta especie no fue observada directamente, sino que se detectó a través de sus huevos depositados bajo unas rocas en invierno. En la campaña de primavera esta especie no fue detectada ni directa ni indirectamente. (Ver Fotografía 2.4-44)

P. gerrhopygus es una especie de la cual se tiene muy poca información. Se distribuye desde la zona del desierto costero del Perú, hasta la Región de Antofagasta. Es de hábitos nocturnos y se alimenta de insectos. Esta especie está clasificada como Vulnerable por el Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998). No se encuentra clasificada por el RCE (D.S N° 75, 2005).

En la Tabla 2.4-41, se indica el estado de conservación de esta especie y la densidad de ejemplares por hectárea.

Tabla 2.4-41. Densidad de Reptiles Observados por Hectárea en el Sector Planta Desaladora (km 14) y su Estado de Conservación Campañas Invierno y Primavera 2011

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Observación de reptiles							
			B	S	E	EC	Invierno			Primavera				
							Interior	Borde costero		Interior	Borde costero			
								T3	T4		T5	T3	T4	T5
TROPIDURIDAE														
Corredor de cuatro bandas	<i>Microlophus quadrivittatus</i>	-----		S	E	IC	0	9	9	7	0	9	9	7
GEKONIDAE														
Salamanqueja del Norte Grande	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	-----		S	E	V	0	x			0			
DENSIDAD TOTAL (por hectárea)							0	45	45	35	0	45	45	35

X = Indica presencia

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Fotografía 2.4-43. *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) en Borde Costero del Sector km 14



Fotografía 2.4-44. Huevos de Salamaneja del Norte Grande (*Phyllodactylus gerrhopygus*) en Sector km 14



- **Aves**

Se detectó la presencia de 15 especies de aves entre los transectos y puntos realizados; 15 observadas en invierno y 10 en primavera. De ellas, 3 especies se observaron en 2 de los 8 transectos realizados y 15, en los puntos censados en el borde costero. Por otro lado, 4 especies se encuentran con problemas de conservación, éstas son:

- El cormorán Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), especie clasificada como Vulnerable por el Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).
- El cormorán Lile (*Phalacrocorax gaimardi*), especie clasificada como Inadecuadamente conocida por el Reglamento de la Ley de Caza.
- El piquero (*Sula variegata*), clasificado como Inadecuadamente conocida por el Reglamento de la Ley de caza.

- La gaviota garuma (*Larus modestus*), especie característica de las costas norteñas, clasificada como Vulnerable por el Reglamento de la Ley de Caza.

Ninguna de estas especies se encuentra clasificada aún por el RCE (D.S. N° 75, 2005).

De las especies observadas en los transectos, el gallinazo (*Cathartes aura*) fue la que presentó la mayor densidad, con 3,8 ejemplares por hectárea en la campaña de invierno en los transectos 1 y 2 (Tabla 2.4-42).

Tabla 2.4-42. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en los Transectos del Sector Planta Desaladora- Campañas Invierno y Primavera 2011

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Densidad de aves observadas		
			B	S	E	EC	Invierno		Primavera
							Transecto 1	Transecto 2	Transecto 2
HAEMATOPODIDAE									
Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>	-----		S			0	2,5	
CATHARTIDAE									
Gallinazo	<i>Cathartes aura</i>	-----	B				3,8	3,8	2,5
SCOLOPACIDAE									
Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>	-----	B				0	1,3	

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

De las 15 aves detectadas en los 3 puntos de observación, la especie *Phalacrocorax gaimardi* (cormorán Lile) fue la que obtuvo el mayor registro (15 ejemplares observados en el punto 1) en la campaña de invierno, sin embargo, solo se observó un ejemplar en la campaña de primavera.

Por otro lado, la segunda especie más observada fue *Sula variegata* (piquero), con 10 individuos observados en el punto 1 de la campaña de invierno y 10 en el punto 2 de la campaña de primavera (Tabla 2.4-43). No se observó presencia de Gaviotín Chico, lo que fue corroborado por el estudio efectuado por profesionales de la Fundación para el Gaviotín Chico (Hernández y Ribera 2011). Hacia el norte de Antofagasta, se ha registrado una población de gaviotines en el área de la Península de Mejillones, sin embargo, no ha sido registrado en el área de la construcción de la Planta Desaladora. Por otro lado, esta especie posee hábitos costeros, nidificando en grupos pequeños (semi-colonias o solitario) donde sus nidos se distribuyen dispersos (Guerra 2003), en dunas o planicies rocosas del litoral (ambiente no observado en el sector Planta Desaladora). Esta especie es especialista respecto al hábitat utilizado para nidificar y presenta fidelidad al sitio de reproducción (Vilina2006).

Tabla 2.4-43. Lista de Aves Observadas en los 3 Puntos de Censos en el Borde Costero de Sector. Planta Desaladora

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Total de aves observadas					
			B	S	E	EC	Invierno			Primavera		
							Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
PELECANIDAE												
Pelicano	<i>Pelecanus thagus</i>	-----	B		E		1	3	2	1	2	
PHALACROCORACIDAE												
Yeco	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	-----					10	6	3	2	3	3
Guanay	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	-----	B			V	2					
Lile	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	-----	B	S		IC	15	3				1
HAEMATOPODIDAE												
Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>	-----		S				2	1	1	1	
Pilpilén	<i>Haematopus palliatus</i>	-----			E		2					
SULIDAE												
Piquero	<i>Sula variegata</i>	-----	B			IC	10				10	
CATHARTIDAE												
Gallinazo	<i>Cathartes aura</i>	-----	B				4	6	2	2	3	3
LARIDAE												
Gaviota peruana	<i>Larus belcheri</i>	-----		S			3	9	2		1	
Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	-----			E		1		2	5	2	2
Gaviota garuma	<i>Larus modestus</i>	-----		S		V		3				
FURNARIIDAE												
Churrete costero	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	-----	B				2		3	2	3	2
SCOLOPACIDAE												
Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>	-----	B									
FALCONIDAE												
Traro	<i>Polyborus plancus</i>	-----						1				
ARDEIDAE												
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>	-----			E			2		1		

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

• Mamíferos

No hubo captura de roedores con las trampas Sherman, sin embargo, se detectó la presencia de un roedor; el ratón orejudo (*Phyllotis sp.*), el cual fue identificado indirectamente a través de sus fecas en el área donde se dispusieron 20 trampas Sherman. Estas fecas fueron registradas sólo en la campaña de invierno. Es probable que corresponda a *Phyllotis magister*, especie que por distribución corresponde a esta área de influencia. Otra especie que fue observada en la campaña de invierno, fue el lobo marino (*Otaria flavescens*) (Tabla 2.4-44). Esta última especie, según la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza (UICN), a nivel de América del Sur, está clasificada como una especie de baja preocupación. Sin embargo, la UICN señala que la población chilena está en declive. Su caza está permitida previa autorización del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) (Muñoz-Pederos y Yáñez, 2000).

Tanto en invierno como en primavera, no hubo captura de roedores durante las 3 noches de trampeo con trampas Sherman (Ver Fotografía 2.4-45).

Tabla 2.4-44. Mamíferos Detectados y su Estado de Conservación en Sector Planta Desaladora

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Mamíferos en Área Planta desaladora-Sector km 14
			B	S	E	EC	
CARNIVORA							
Lobo marino	<i>Otaria flavescens</i>	-----					X
RODENTIA							
Ratón orejudo	<i>Phyllotis magister</i>	-----		S			X

X = Indica presencia

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Fotografía 2.4-45. Trampa Sherman Instalada en el Sector Planta Desaladora



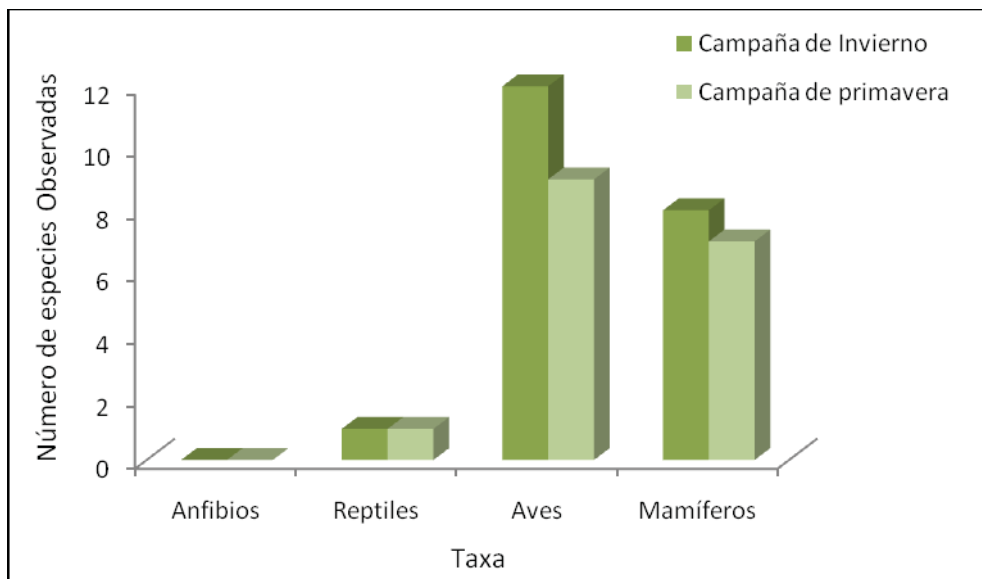
2.4.2.4.4. Sector Planta Desaladora-RT

En este sector se incluyen las obras lineales (trazados eléctricos y sistema de impulsión de agua), a construir entre la Planta Desaladora y la División RT.

El trayecto del sistema de impulsión de agua pasa por 3 formaciones vegetacionales, según Gajardo, 1994. Estas formaciones corresponden a: Desierto costero, dentro del sector se emplazarán las obras marinas, el desierto interior que se extiende desde el camino que va hasta el sector km 14 hasta la Ruta 24 y el desierto de Aluviones área que se extiende desde la Ruta 24 hasta la DRT. Cabe destacar que las áreas que comprenden los tendidos eléctricos fueron prospectados sólo durante la campaña realizada en primavera. (Ver Fotografía 2.4-46).

En la Línea de Impulsión de Agua, en la campaña de invierno se detectaron 12 especies de aves, de ellas, una se encuentra con problemas de conservación, 8 especies de mamíferos, de ellas 2 son introducidas y 2 con problemas de conservación. En cuanto a reptiles, se detectó la presencia de una especie, la cual se encuentra en categoría de conservación. No se observaron anfibios. En la campaña de primavera, se detectó un total de 9 especies de aves, una especie de reptil y 7 especies de mamíferos (2 con problemas de conservación) (Figura 2.4-10).

Figura 2.4-10. Riqueza de Especies Observadas en Sector Planta Desaladora - RT



Fotografía 2.4-46. Vista General Cruce Río Loa, Zona Desierto Interior



A continuación se entrega un detalle de las observaciones por taxa, tanto para la Línea de Impulsión de Agua como para los 2 tendidos eléctricos.

- **Anfibios**

No se observaron especies de esta taxa en el desierto interior, ni tampoco en el cruce del Río Loa. En el área de los tendidos tampoco se observó presencia de anfibios.

- **Reptiles**

Se detectó la presencia de una especie de una reptil: el corredor de Teresa (*Microlophus theresioides*). Esta especie fue observada en el transecto 8, que corresponde al cruce del Río Loa. Se observaron 16 ejemplares en invierno (80 individuos por hectárea) y 15 en primavera (50 individuos por hectárea) (Tabla 2.4-45 y Fotografía 2.4-47).

M. theresioides, corresponde a un lagarto de talla grande, con largas extremidades que favorecen su rápido desplazamiento. La especie vive asociada a los valles y quebradas de la Región de Tarapacá y Antofagasta. La especie es considerada como Rara por el actual Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998) y de acuerdo al RCE (D.S. N° 75, 2005), no ha sido clasificada. En la zona del cruce del Río Loa, estos animales encuentran alimento y refugio (oquedades).

Tabla 2.4-45. Densidad de Reptiles por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector Planta Desaladora - RT

Nombre vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Densidad de reptiles (ind/ha)	
			B	S	E	EC	Invierno	Primavera
TROPIDURIDAE								
Corredor de Teresa	<i>Microlophus theresioides</i>	-----		S	E	R	80	50

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Fotografía 2.4-47. *Microlophus theresioides* Adulto Observado en Sector Planta Desaladora - RT



No se detectó especies de esta taxa en los transectos realizados del futuro tendido eléctrico de 86 kilómetros (tendido 1), a excepción del cruce del Río Loa, ni tampoco en los 4 transectos del futuro tendido de 14 km de largo (tendido 2) que se proyecta desde la S/E Tamaya hasta el sector km 14.

- **Aves**

De los 16 transectos realizados a lo largo del área Impulsión de agua, solo en el transecto 8, se observaron aves. Este corresponde al cruce del río Loa donde se realizaron 2 conteos de aves (transectos 8.1 y 8.2) y un estudio de flujo aéreo, el cual consistió en contar 7 veces el número de aves durante 20 minutos.

Durante la campaña de invierno y primavera, se detectó la presencia de 15 especies de aves, todas ellas observadas solo en el transecto 8.1 y 8.2 que corresponde al cruce del río Loa. De ellas, 11 se observaron en invierno y 8 en verano. Sólo una se encuentra con problemas de conservación; el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), especie clasificada como Vulnerable por el Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998) y sin clasificación de acuerdo al RCE (D.S. N° 75, 2005). Esta especie fue detectada durante el estudio de flujo aéreo realizado en el puente del Río Loa en la campaña de invierno.

En el resto del trazado no se observó aves por tratarse de un ambiente de desierto absoluto.

La Tabla 2.4-46 resume el número de aves observadas en los transectos (11 especies) y la Tabla 2.4-47 indica las especies observadas durante el estudio de flujo aéreo (6 especies).

Las especies que obtuvieron las mayores densidades fueron el trabajador, chincol y chercán durante la campaña de invierno (1,9 individuos por hectárea) y el chincol y chercán en la campaña de primavera (2,5 individuos por hectárea).

Con respecto al estudio del flujo aéreo, la especie que fue más observada, tanto en primavera como en invierno, fue el pato jergón grande.

Tabla 2.4-46. Densidad de Aves por Hectárea y su Estado de Conservación en Sector Planta Desaladora - RT

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				RCE D.S N° 75, 05	Densidad de aves observadas	
			B	S	E	EC		Cruce Loa invierno	Cruce Loa Verano
FURNARIIDAE									
Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>	-----	B					1,9	0,6
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	-----	B					0	0,6
EMBERIZIDAE									
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	-----	B					1,9	2,5
TYRANNIDAE									
Siete colores	<i>Tachuris rubrigastra</i>	-----	B		E			1,3	0
Mero de Tarapacá	<i>Agriornis microptera</i>	-----	B	S	E			0,6	0
TROGLODYTIDAE									
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	-----	B					1,9	2,5
CATHARTIDAE									
Gallinazo	<i>Cathartes aura</i>	-----	B					1,3	0,6
HURUNDINIDAE									
Golondrina de dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-----	B		E			0,6	1,9

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				RCE D.S N° 75, 05	Densidad de aves observadas	
			B	S	E	EC		Cruce Loa invierno	Cruce Loa Verano
COLUMBIDAE									
Tortolita de la puna	<i>Metriopelia aymara</i>	-----		S				1,3	0
ANATIDAE									
Jergón grande	<i>Anas georgica</i>	-----						0	1,9
RALLIDAE									
Tagüita del norte	<i>Gallinula chloropus</i>	-----		S				0	0,6

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

En el estudio de flujo se registró sólo una especie con problemas de conservación; el halcón peregrino, el cual corresponde a una especie cosmopolita, que en Chile se distribuye desde Arica a Tierra del Fuego, ocupando ambientes abiertos desde el nivel del mar, hasta los 4.000 msnm. Su situación poblacional es desconocida. En el resto de los transectos del tendido eléctrico de 220kV, no se detectó presencia de aves ni tampoco en los 4 transectos del tendido eléctrico de 110kV (S/E Tamaya hasta el sector km 14).

Tabla 2.4-47. Especies de Aves Observadas en Flujo Aéreo Realizado en el Cruce del Río Loa y su Estado de Conservación

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Especies observadas en el flujo aéreo													
			B	S	E	EC	Flujo 1		Flujo 2		Flujo 3		Flujo 4		Flujo 5		Flujo 6		Flujo 7	
							Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim
ANATIDAE																				
Pato jergón grande	<i>Anas georgica</i>	-----					3	0	0	3	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0
FALCONIDAE																				
Carancho cordillerano	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	-----	B		E		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	-----	B		E		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	-----	B	S	E	V	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tagüita del norte	<i>Gallinula chloropus</i>	-----		S			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0
CATHARTIDAE																				
Gallinazo	<i>Cathartes aura</i>	-----	B				0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

*Flujo corresponde a cada una de las mediciones de 20 minutos entre las 10 am y 5 pm

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Fotografía 2.4-48. *Tachuris rubrigastra* (siete colores) Observado en Cruce Río Loa



Fotografía 2.4-49. *Anas georgica* (pato jergón grande) con Crías en Río Loa



Fotografía 2.4-50. *Agrionis microptera* (Mero de Tarapacá) Observado en Río Loa



**Fotografía 2.4-51. *Phalcoboenus megalopterus* (Carancho cordillerano) Inmaduro
Observado en Río Loa**

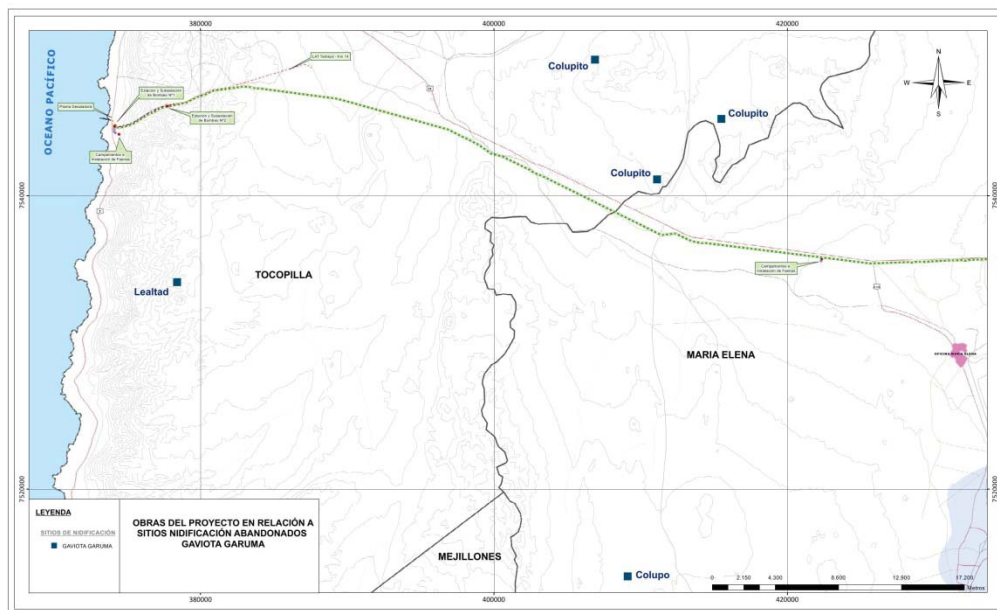


Adicionalmente, se realizó la revisión bibliográfica de los antecedentes disponibles respecto a los sitios de nidificación de la Gaviota Garuma (*Larus modestus*), clasificada como Vulnerable según el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 05/98).

En el año 2012, el equipo técnico de Estudios Culturales y Ambientales realizó un estudio denominado “Nidificación de la Gaviota Garuma (*Larus modestus*) y su vulnerabilidad a las actividades antrópicas en el Desierto de Atacama”, en el cual se realizaron recorridos de exploración a los sitios de nidificación reportados a fin de constatar su condición actual.

A continuación, en la Figura 2.4-11 se muestra el emplazamiento de los sitios de nidificación reportados para la Gaviota Garuma, en relación con las obras del proyecto. Cabe señalar que dichos sitios se reportan como abandonados.

Figura 2.4-11. Sitios de Nidificación de Gaviota Garuma



Los sitios que se encuentran más cercanos al área del proyecto corresponden a:

Colupito: No se encuentran antecedentes del sitio, las obras del proyecto se emplazan a 3 kilómetros aproximadamente.

Colupo: Abandonado. Este fue un gran sitio de nidificación ubicado a 20 km de al Noroeste de la Oficina Salitrera Pedro de Valdivia y a 50 km aproximado a sureste de Tocopilla. Cubría un área de 5,5 km². Las obras del proyecto se ubican aproximadamente a 25 kilómetros del sitio.

Lealtad: Abandonado y ubicado aproximadamente a 10 Km en línea recta de la costa. Cubría un área aproximada de 2,2 km². Este se emplaza a aproximadamente 10 kilómetros de las obras del proyecto.

• Mamíferos

Se detectó la presencia de 9 especies de mamíferos en el área, todas ellas detectadas en el cruce del río Loa a excepción del guanaco (*Lama guanicoe*), el cual fue detectado a través de sus fecas y huellas en el transecto 5 durante la campaña de invierno.

Las especies observadas en el río Loa fueron (Tabla 2.4-48):

- Ratón orejudo (*Phyllotis limatus*), observado en la campaña de invierno y primavera
- Ratón orejudo grande (*Phyllotis magister*), observado en ambas campañas
- Ratón oliváceo (*Abrothrix olivaceus*), observado solo en la campaña de invierno
- Ratón andino (*Abrothrix andinus*) observado solo en la campaña de primavera
- Laucha (*Mus musculus*), roedor introducido capturado en ambas campañas
- Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), detectado a través de una trampa cámara en ambas campañas.

- Guanaco (*Lama guanicoe*), detectado a través de sus huellas y fecas sólo en la campaña de invierno.
- Murciélago de Atacama (*Myotis atacamensis*), detectado en las prospecciones nocturnas en ambas campañas; y
- Perro (*Canis lupus familiaris*), detectado de manera indirecta a través de fecas y huellas solo en la campaña de invierno.

De las 9 especies detectadas, dos se encuentran amenazadas: el zorro culpeo, se encuentra clasificado con Preocupación Menor, de acuerdo al RCE (D.S N° 75, 2005) e Inadecuadamente Conocido, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998). Esta especie se distribuye desde la I a la XII región. En el norte es un habitante frecuente de las quebradas que recorre en busca de alimento. Si bien es un carnívoro, también se alimenta de insectos, semillas y frutos.

El guanaco se encuentra clasificado como Vulnerable según el RCE y En Peligro de Extinción, según el Reglamento de la Ley de Caza.

M. atacamensis, fue observado en la prospección nocturna realizada en el cruce del Río Loa, donde se observó un solo ejemplar en invierno y 4 ejemplares en la campaña de primavera.

Tabla 2.4-48. Riqueza de Mamíferos Observados y su Estado de Conservación en Sector Impulsión de Agua, Cruce Río Loa

Nombre Vulgar	Nombre Científico	RCE D.S N° 75/05 (MMA)	D. S. N° 5/98 (Minagri)				Observación de mamíferos	
			B	S	E	EC	Invierno	Primavera
ARTIODACTYLA								
Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>	Vulnerable		S		P	X	
CARNIVORA								
Zorro Culpeo	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Preocupación menor			E	IC	X	X
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	-----	Introducido				X	
CHIROPTERA								
Murciélago de Atacama	<i>Myotis atacamensis</i>	-----		S	E		X	X
RODENTIA				S	E			
Ratón orejudo grande	<i>Phyllotis magister</i>	-----		S			X	X
Ratón orejudo	<i>Phyllotis limatus</i>	-----		S			X	X
Ratón oliváceo	<i>Abrothrix olivaceus</i>	-----					X	
Ratón andino	<i>Abrothrix andinus</i>	-----						X
Laucha	<i>Mus musculus</i>	-----	Introducido				X	X

X = Indica presencia

RCE: Reglamento de Clasificación de Especies D.S N° 75,05.

Reglamento de la Ley de Caza: Criterio según D.S N° 5 / 98 del Minagri.

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, IC= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Con respecto a los roedores capturados con las 20 trampas Sherman dispuestas en el río Loa durante 3 noches, se colectaron 10 ejemplares de 4 especies en la campaña de invierno (*P. magister*, *P. limatus*, *M. musculus* y *A. olivaceus*), obteniéndose un éxito de captura de un 16,7% y en la campaña de primavera, se capturó 8 ejemplares de 4 especies (*P. magister*, *P. limatus*, *M. musculus* y *A. andinus*), con un éxito de captura de un 13,3%.

A. andinus tiene como rango de distribución alturas que llegan a más de 2.000 msnm, por lo que su captura en el cruce del río Loa, a una altura de 1170 msnm, representa una ampliación de su distribución. Se estima que probablemente el cajón del Río Loa actúa como corredor biológico de ésta y otras especies (Tabla 2.4-49).

Tabla 2.4-49. Roedores Capturados en Sector Planta Desaladora - RT y Éxito de Captura Obtenido

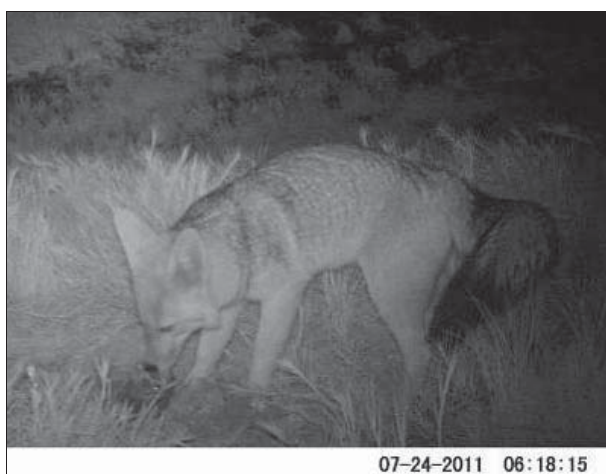
Especie	Captura de mamíferos	
	Campaña de Invierno	Campaña de Primavera
<i>Phyllotis magister</i>	2	2
<i>Phyllotis limatus</i>	2	3
<i>Mus musculus</i>	4	2
<i>Abrothrix olivaceus</i>	2	0
<i>Abrothrix andinus</i>	0	1
Éxito de captura	16,7	13,33

No se detectaron especies de esta taxa en los 8 transectos realizados del futuro tendido de 220kV (a excepción del cruce del río Loa, donde se incluye el zorro culpeo detectado con la trampa cámara) ni tampoco en los 4 transectos del futuro Tendido de 110 kV (S/E Tamaya hasta el sector km 14).

Fotografía 2.4-52. *Phyllotis limatus* Adulto Capturado en Río Loa



Fotografía 2.4-53. *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo) Fotografiado por Trampa Cámara en Río Loa



2.4.2.5. Conclusiones

Como resultado de las campañas de terreno para la caracterización de la fauna, realizadas en la temporada de invierno, entre los días 16 al 27 de agosto de 2011, con trampeo de micromamíferos entre los días 9 al 15 de septiembre; y temporada de verano, entre los días 25 de noviembre al 2 de diciembre de 2011; se detectó la presencia de 50 especies, distribuidas en: 5 reptiles, 33 aves y 12 mamíferos. No se detectaron anfibios en ninguno de los sectores evaluados a pesar de la presencia de algunos cursos de agua.

En cuanto los estados de conservación de las especies, en el caso de los reptiles, las 5 especies presentan problemas de conservación; en las aves, 5 especies (15,38% del total de especies), se encuentra en alguna categoría de conservación y en los mamíferos, 2 especies presentan problemas de conservación (20% del total de especies) y 2 son introducidas (20% en relación al total registrado). En cuanto a las especies registradas en cada sector:

1. Sector RT:

En este sector, incluyendo los sitios Canaleta Talabre y Salar de Cere, se detectaron un total de 14 especies entre las campañas de invierno y primavera, de las cuales 1 corresponde a la clase reptiles, 7 a aves y a 6 mamíferos.

- En relación a los reptiles, la especie identificada corresponde a *Liolaemus constanzae* (Lagartija de Constanza), catalogada como “Rara”, así como también una “Especie de densidades poblacionales reducidas y benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales” de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza.
- En el grupo de las aves, de las 7 especies identificadas, 6 se encuentran catalogadas como especies protegidas de acuerdo al reglamento de la Ley de caza (D.S N° 5 / 98) y consideradas especies “Beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria”, “De densidades poblacionales reducidas” y “Benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales”. La especie *Sicalis olivascens* (Chirihue verdoso) no se encuentra evaluada.
- En el grupo de los mamíferos, se registraron 2 especies introducidas, *Canis lupus familiaris* (perro) y *Mus musculus* (Laucha); las 4 especies restantes se encuentran catalogadas en el Reglamento de la Ley de Caza (D.S N° 5 / 98) y /o en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE):
 - *Lama guanicoe*, Vulnerable (de acuerdo a RCE) y En Peligro, catalogado también como una especie con densidades poblacionales reducidas (Reglamento Ley de Caza).
 - *Lycalopex culpaeus*, Preocupación Menor (de acuerdo a RCE) e Insuficientemente Conocida y “Especie beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales” (Reglamento Ley de Caza).
 - *Phyllotis magister* y *Phyllotis limatus*, ambas especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Reglamento Ley de Caza).

2. Sector Tranque Talabre:

Se detectó la presencia de 5 especies, un reptil con problemas de conservación, un ave y 3 mamíferos (uno con problema de conservación). La totalidad de las especies son nativas, estas son:

- En la clase Reptiles, se avistó la especie *Liolaemus paulinae* (lagartija de Paulina), la cual se encuentra clasificada como “Rara”, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998), de “Densidades poblacionales reducidas” y “Benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales”, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).
- En la clase aves, se avistó la especie *Agriornis montana* (Mero gaucho) “Benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales” y “Beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria”, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).
- En la clase de los mamíferos, el grupo de mayor riqueza y distribución, se registró la presencia de 3 especies:

- *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo), registrado de manera indirecta (huellas y fecas).
- *Eligmodontia puerulus* (ratón de pie sedoso), de “Densidades poblacionales reducidas”, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).
- *Phyllotis xanthopygus* (ratón orejado amarillento), “Densidades poblacionales reducidas”, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).

3. Sector Planta Desaladora:

Se detectaron 19 Especies (entre las 2 campañas). El grupo más abundante fue el de las aves, en él se detectaron 15 especies, todas nativas y 4 con problemas de conservación, 2 especies en reptiles y 2 en mamíferos.

➤ En la clase reptiles, 2 especies:

- *Microlophus quadrivittatus* (Corredor de cuatro bandas), clasificado como “Inadecuadamente conocida”, de “Densidades poblacionales reducidas” y “Beneficiosa para la actividad silvioagropecuaria”, por la actual Ley de Caza.
- *Phyllodactylus gerrhopygus* (Salamanqueja del Norte Grande), detectado mediante evidencia indirecta (huevos depositados bajo unas rocas, durante el invierno), se encuentra clasificado como Vulnerable, de “Densidades poblacionales reducidas” y “Beneficiosa para la actividad silvioagropecuaria”, por la actual Ley de Caza.

➤ En relación a las aves, de las 15 especies registradas, 4 de ellas se encuentran clasificadas de acuerdo al Reglamento de la Ley de caza (D. S. N° 5, 1998).

- *Phalacrocorax bougainvillii* (Cormorán Guanay), clasificada como Vulnerable.
- *Phalacrocorax gaimardi* (Lile), clasificada como “Inadecuadamente conocida”.
- *Sula variegata* (Piquero), clasificado como “Inadecuadamente”.
- *Larus modestus* (Gaviota garuma), clasificada como “Vulnerable”.
- 9 especies registradas, se encuentran enlistadas como especies protegidas, de acuerdo al Reglamento de la Ley de caza (D. S. N° 5, 1998) y consideradas como especies “Beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria”, “Con densidades poblacionales reducidas” y “Beneficiosas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales”
- Y las especies restantes *Phalacrocorax olivaceus* y *Polyborus plancus*, se encuentran sin clasificación.

➤ En cuanto al grupo de los mamíferos, se detectó la presencia de:

- *Phyllotis sp.*, identificado mediante evidencia indirecta (fecas) y del cual se infiere que corresponde a *Phyllotis magister* debido a la distribución de dicha especie, el cual es catalogado como “Especie con densidades poblacionales reducidas”.
- *Otaria flavescens* (Lobo marino), especie que de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza (UICN), a nivel de América del Sur, está clasificada como una especie de baja preocupación. Sin embargo, la UICN

señala que la población chilena está en declive y su caza sólo está permitida previa autorización del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

4. Sector Planta Desaladora – RT:

En general, en el sector se registraron 24 especies, que se distribuyen en: 1 especies de reptil, 14 especies de aves, 9 especies de mamíferos.

- En la clase reptiles, se detectó la especie:
 - *Microlophus theresioides* (Corredor de Teresa), especie catalogada como "Rara", de "Densidades poblacionales reducidas" y "Beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales", según el Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).
- En la clase aves, se detectaron 14 especies, de ellas sólo una se encuentra con problemas de conservación; *Falco peregrinus* (Halcón peregrino), especie clasificada como "Vulnerable", "Beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria", de "Densidades poblacionales reducidas" y "Beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales", por el Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998) y sin clasificación de acuerdo al RCE (D.S. N° 75, 2005).
- En la clase mamíferos, se detectó la presencia de 9 especies en el área, de las cuales 2 se encuentran amenazadas y 3 en alguna categoría del Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).
 - *Lycalopex culpaeus* (Zorro de culpeo), mencionado anteriormente como una especie en categoría de "Preocupación Menor", de acuerdo a RCE y como una "Benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales" y "Escasamente o Inadecuadamente conocido", de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N° 5, 1998).
 - *Lama guanicoe* (Guanaco), clasificado como "Vulnerable", según el RCE y En Peligro de Extinción, según el Reglamento de la Ley de Caza.

Y según la ley de Caza:

- *Myotis atacamensis* (Murciélago de Atacama): clasificado como especie "Densidades poblacionales reducidas" y "Beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales".
- *Phyllotis magister* (Ratón orejudo grande).
- *Phyllotis limatus* (Ratón orejudo).
- 2 especies introducidas *Canis lupus familiaris* y *Mus musculus*
- Y las otras 2 especies, *Abrothrix olivaceus* y *A. andinus* no se encuentran en ninguna categoría.

El área que presentó la mayor riqueza de reptiles fue el sector "Planta Desaladora", al igual que para las aves. Este sector además, fue el que presentó mayor número de especies amenazadas.

Para los mamíferos en cambio, el sector en donde se registró la mayor riqueza corresponde a la "Planta Desaladora – RT", registrándose 2 especies amenazadas, lo que equivale a un 22,2% para el sector.

2.4.2.6. Referencias Bibliográficas

General

- Di Castri, F. 1968. Equisse écologique du Chili. Biologie de l' Amerique australe. En: Deboutville CI & Rapaport (eds) Editions du centre national de la Recherche Scientifique. Paris, IV: 7-52.
- Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago.
- Guerra C, Guerra C & Páez J. 2011. Estudios de Distribución y Poblacionales del gaviotín chico o chirrí. Temporada 2010-2011. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA). Universidad de Antofagasta. 81pp.
- Hernández S & Ribera A. 2011. Informe Prospección Área de Tocopilla. Fundación para la Sustentabilidad del Gaviotín Chico
- Jaksic F., Marquet P. & González H. 1997. Una perspectiva ecológica sobre el uso del agua en el norte grande: la región de Tarapacá como estudio de caso. Trabajo presentado en seminario "Minería y uso de agua de Chile", efectuado en el Centro de Estudios Públicos el 3 de junio de 1997. Estudios Públicos, 68 (primavera 1997).
- Veloso, A. & Nuñez, H. (1998). Inventario de especies de fauna de la Región de Antofagasta (Chile) y recursos metodológicos para almacenar y analizar información de biodiversidad. Revista Chilena de Historia Natural 71: 555-569.
- Vilina Y, Cruz-Jofré F, Cofré H, Munizaga B & Sáez P. 2011. Estudio sobre la distribución y las poblaciones del gaviotín chico (*Sterna lorata*). Estación Reproductiva 2010-2011. Informe Final. 43 pp.

Anfibios y Reptiles

- Cej, J.M. 1962. Batracios de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 128 pp.
- Díaz, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, Chile. 3:8-13.
- Díaz - Páez, H., C. Williams y R. A. Griffiths 2002. Diversidad y abundancia de anfibios en el Parque Nacional "Laguna San Rafael" (XI región, CHILE). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 51: 135-145.
- Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.
- Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 31: 49-124.
- Knapp, R. A., Boiano, D. M., Vredenburg, V. T. 2007. "Recovery of a declining amphibian (Mountain Yellow-legged Frog, *Rana muscosa*) following removal of non-native fish." Biological Conservation, 135, 11-20.
- Mella, J. 2005. Guía de Campo Reptiles de Chile: zona central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda, Chile. 147 pp.
- Nuñez, H. 1991. Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91: 1-29.

- Nuñez, H y Jaksic, F. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.
- Nuñez, H; Maldonado, V. y Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 329: 12-19.
- Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann. 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 59: 1-486.
- Valencia, J. y Veloso, A. 1981. Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio ambiente 5. (1-2): 5-14.
- Veloso, A. y Navarro, J. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.
- Vidal, M. y Labra, A. 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlage, Santiago de Chile. 600 pp.

Aves

- Araya, B. (1982,1985). Lista patrón de las Aves Chilenas. Instituto de Oceanología. Universidad de Valparaíso, Publicaciones ocasionales 1 y 3.
- Araya, B. Millie, G. (1988). Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.
- Araya, B., Chester, S. & Bernal, M. (1993). The Birds of Chile. A field guide. B & B. Santiago.
- Araya, B, M. Bernal, R. Schlatter y M. Sallaberry. 1995. Lista patrón de las aves chilenas. Tercera edición, Edición de los autores, Santiago, 35pp.
- Canevari, P., G. Castro, M. Sallaberry & L. G. Naranjo. 2001. Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia.
- Estudios Culturales y Ambientales, 2012. Nidificación de la Gaviota Garuma (*Larus modestus*) y su vulnerabilidad a las actividades antrópicas en el Desierto de Atacama, Antofagasta.
- Goodall, J.D., Johnson, A.W. & Philippi, R.A. (1946, 1951). Las Aves de Chile. Vol. I y II. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Goodall, J.D., Johnson, A.W. & Philippi, R.A. (1957). Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Goodall, J.D, Johnson, A.W. & Philippi, R.A. (1964). Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Guerra, C. G. 2003. Nidificación del gaviotín chirrío, *Sterna lorata* en Bahía Mejillones del Sur: Mitigación y manejo para la protección de las poblaciones locales. Universidad de Antofagasta.

- Hellmayr, C.E. (1932). The Birds of Chile. Field Museum of Natural History, Publication 308, Zoological series XIX.
- Johnson, A.W. (1965, 1967). The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1 y 2. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Johnson, A.W. (1972). Supplement to the Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Lazo, I. y E. Silva. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista Chilena de Historia Natural 66:103-118.
- Vilina, Y. Cofré, H. Pizarro, C. 2006. Reporte final aves acuáticas en Chile. Waterbird Conservation for the Americas. 40p.

Mamíferos

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Primera edición. Ed. Instituto de Ecología. A.C Veracruz-México. 2012 pp.
- Campos, H. (1986). Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile.
- Mann, G. (1978). Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40: 1-342.
- Miller, S.D. & Rottman, J. (1976). Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.
- Muñoz - Pedreros & J Yáñez (2000) Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p.
- Osgood, W.H. (1943). The Mammals of Chile. Field Museum of Natural History, zoology series 30: 1-268.
- Pine, R. H., S. D. Miller y M. L. Schamberger. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. Mammalia, 43:339-376.
- Rau, J. (1982). Situación de la bibliografía e información relativa a mamíferos Chilenos. Publicación ocasional, Museo Nacional de Historia Natural, Chile 38: 29-51.
- Reise D (1973). Clave para la determinación de cráneos de marsupiales y roedores chilenos. Gayana: Zoología 27: 1-20.
- Skewes, O. 2009. Manual de Huellas. Mamíferos Silvestres de Chile (nativos y exóticos). Impr. La Discusión, Chillán, Chile. 99 pp.
- Tamayo, M. & Frassinetti, D. (1980). Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 37: 323-399

2.4.3 Limnología

2.4.3.1. Introducción

El presente capítulo fue elaborado en base al resultado de dos campañas de terreno, una en invierno y otra en primavera-verano de 2011.

El Proyecto RT Sulfuros cruzará el río Loa y el Salar de Cere, por lo que resulta necesario obtener información de base de las comunidades biológicas y su relación con las características del hábitat incluyendo la calidad del agua. Esta información resulta relevante para evaluar los posibles impactos que tendría el proyecto sobre estos ecosistemas.

En particular, dos obras lineales del proyecto atravesarán el río Loa en un punto cercano a la intersección de la Ruta 5 con la Ruta 24. La primera de ellas es la línea eléctrica de 220kV, la que tiene un cruce aéreo similar al de otras líneas de alto voltaje existentes en las inmediaciones. La segunda obra de cruce es el acueducto, el cual será construido mediante una máquina tunelera, a una profundidad a modo de no afectar el lecho del Río.

El río Loa se ubica en la zona Norte de Chile, recorriendo la región de Antofagasta y parte del límite sur de la región de Tarapacá. Este Río se ubica en una región hidrográfica por lo común endorreica, siendo el único de esta región de carácter exorreico que desemboca permanentemente en el mar. Este Río drena una cuenca con suelos salinos, por lo que se observan altas concentraciones de sales disueltas en el agua y en muchas ocasiones depósitos de sal en el sustrato del Río. Esta condición provoca alteraciones particulares en la calidad del agua, por ejemplo un elevado pH y una alta conductividad eléctrica.

Por lo anterior, los residentes de los sistemas acuáticos deben enfrentar las condiciones particulares de su hábitat, debido a que además de las mencionadas consecuencias de la elevada concentración de sales, se suma una alta radiación solar y abruptos cambios de caudal propios de las lluvias ocasionales en la zona.

El presente informe tiene como objetivo general caracterizar las comunidades acuáticas y la calidad del agua de los sistemas límnicos identificados en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de elaborar una Línea de Base Ambiental de Biota Acuática y Limnología, considerando los requisitos de la normativa ambiental vigente.

Para cumplir con este objetivo, se realizó una campaña de terreno durante el periodo invernal entre los días 15 y 20 de agosto de 2011, la cual fue complementada con una campaña en el periodo primavera-verano, desarrollada entre los días 5 y 7 de diciembre del 2011.

En cada campaña se efectuó una caracterización de las comunidades biológicas y de la calidad del agua en seis estaciones de monitoreo líticas, en el área definida por el Proyecto. En cada estación de muestreo, se registró la información de ictiofauna, fitobentos, fitoplancton, zoobentos, zooplancton y se realizó una caracterización del hábitat incluyendo calidad del agua y variables hidrológicas.

2.4.3.2. Definición Área de Influencia

El Proyecto se localiza en una zona de extrema aridez, por lo que la presencia de agua es escasa en el área evaluada. En este contexto, el estudio limnológico se acotó a los sectores con presencia de agua superficial asociados al proyecto.

A continuación se presenta el área de influencia de esta componente, la cual se limita a los sectores “RT” y “Planta Desaladora-RT”.

2.4.3.2.1. Sector RT

En este sector se localiza el Salar de Cere, el cual se encuentra al sur de la Canaleta RT-Talabre.

El sector del Salar de Cere constituye un área de estudio relevante debido a la sensibilidad de este tipo de sistemas, escasos y específicos. Éste podría considerarse un área de influencia indirecta debido a la potencial influencia del proyecto en este sector, sin embargo el salar se encuentra seco y durante el estudio de LDB no se encontraron especies.

Para el salar se establecieron 3 estaciones de muestreo (Tabla 2.4-50 y Tabla 2.4-51), aunque sólo en la Estación de monitoreo Salar Cere-03 (SC-03) se registró un pequeño afloramiento, que saturó el suelo en aproximadamente 3m². Sin embargo, esto no afecta desde el punto de vista limnológico.

2.4.3.2.2. Sector Planta Desaladora – RT

En este sector el Proyecto cruza el río Loa a la altura de la intersección de la ruta 5 y la ruta Chuquicamata – Tocopilla N° 24. La tubería con agua desalada contemplada en el proyecto atravesará el río Loa por debajo de éste mediante una tunelera que no intervendrá el cauce de ninguna forma. De todas maneras, para esta línea de base se ha considerado como un área de influencia directa del proyecto el tramo de Río que estará afecto a riesgos sobre la calidad de las aguas durante la etapa de construcción. La construcción se llevará a cabo en un área cercana al cauce del Río, sin tocar la zona de escurrimiento de éste.

Esta área afectada por los riesgos en la etapa de construcción se ha fijado en aproximadamente 50 metros aguas arriba y aguas abajo del punto de cruce. Esta área de influencia se justifica sólo por los eventos de contaminación que pudieran ocurrir (riesgos) durante la construcción del cruce bajo el Río. Durante la etapa de operación, no habrán efectos potenciales o ciertos del proyecto sobre este subcomponente. Para esta caracterización de línea base se realizó un muestreo en los tres puntos que se señalan en las Tabla 2.4-50 y Tabla 2.4-51.

Tabla 2.4-50. Ubicación de las Estaciones de Muestreo en Invierno de 2011 (Agosto)

Código	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Altura (msnm)
		Este	Norte	
Loa1-A	río Loa 200 m aguas abajo del cruce del ducto de impulsión de agua	442.230	7.536.409	1.155
Loa1-B	río Loa en el cruce del ducto de impulsión de agua	442.239	7.536.177	1.148
Loa1-C	río Loa 200 m aguas arriba del cruce del ducto de impulsión de agua	442.198	7.535.982	1.150
SC-01	Sector de vegas, inicio del salar	525.428	7.540.880	2.660
SC-02	Sector de vegas, parte media del salar	526.666	7.540.707	2.653
SC-03	Afloramiento	526.722	7.540.663	2.638

Datum WGS 84, Huso 19

Tabla 2.4-51. Ubicación de las Estaciones de Muestreo en Primavera-Verano de 2011 (Diciembre)

Código	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS 84 (m)		Altura (msnm)
		Este	Norte	
Loa1-A	río Loa, 200 m aguas abajo del cruce del ducto de impulsión de agua	442.571	7.537.472	1.146
Loa1-B	río Loa en el cruce del ducto de impulsión de agua	442.589	7.537.370	1.144
Loa1-C	río Loa, 200 m aguas arriba del cruce del ducto de impulsión de agua	442.552	7.537.129	1.150
SC-01	Sector de vegas, inicio del salar	525.428	7.540.880	2.660
SC-02	Sector de vegas, parte media del salar.	526.666	7.540.707	2.653
SC-03	Afloramiento	526.722	7.540.663	2.638

Datum WGS 84, Huso 19

2.4.3.3. Metodología

La limnología es la rama de la ecología que estudia los ecosistemas acuáticos continentales, las interacciones entre los organismos acuáticos y su ambiente, las que determinan su distribución y abundancia en dichos ecosistemas (Wetzel 2001). Por lo tanto, este estudio considera los componentes acuáticos en términos biológicos y de calidad del agua, que podrían verse afectados por las actividades del proyecto en sus etapas de construcción, operación o cierre.

2.4.3.3.1. Variables y Parámetros

En cada una de las estaciones de muestreo se registró la información de ictiofauna, fitobentos, fitoplancton, zoobentos, zooplancton y se realizó una caracterización del hábitat incluyendo calidad del agua y variables hidrológicas. En la Tabla 2.4-52 se presenta una descripción de los componentes ambientales evaluados en este informe. Adicionalmente, se asocian las variables

ambientales con los parámetros a ser analizados y las obras del Proyecto relacionadas en cada caso.

Tabla 2.4-52. Descripción de los Componentes Analizados

Componente Ambiental	Variables Ambientales	Parámetros de Análisis
Medio Físico	Calidad del agua	Parámetros físicos y químicos del agua
Medio Biótico	Flora y Fauna acuática	Microalgas bentónicas. Microalgas planctónicas. Macroinvertebrados bentónicos. Fauna planctónica. Fauna íctica. Presencia de Macrofitas.

2.4.3.3.2. Caracterización del Hábitat

La calidad de los hábitats y la diversidad de la comunidad biológica en sistemas acuáticos están altamente relacionados (Raven et al., 1998). La caracterización física del cauce y las estimaciones de la calidad del agua proporcionan una descripción integrada de varios de los factores que están influenciando en la condición biológica de los sistemas acuáticos. Según Roldán (2003), las relaciones entre la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH y la conductividad, serían las variables que más aportan a la estructura y funcionamiento del ecosistema acuático.

La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua. Así, a una mayor temperatura se registra una menor solubilidad y viceversa. La solubilidad del oxígeno también se ve afectada por los incrementos en la salinidad, la cual tiene una estrecha relación con la conductividad, convirtiendo a este parámetro en un importante indicador para determinar la calidad del agua.

La relación entre los procesos de respiración y fotosíntesis afectan la concentración del dióxido de carbono en el agua modificando el pH y su capacidad de buffer lo que a su vez, genera alteraciones en la concentración de especies iónicas del agua. En cada punto de monitoreo se evaluaron las características físicas del cauce que dan cuenta de la disponibilidad de distintos hábitats para el desarrollo de la flora y fauna acuática (Fotografía 2.4-54).

Ancho del cauce (m): Se analizó mediante un telémetro laser de 0,1 metros de precisión para longitudes inferiores a los 10 m y con un telémetro laser marca Konus modelo Ranger-600 de 1 metro de precisión para longitudes superiores a los 10 m.

Velocidad de la corriente (m/s): Se midió en la zona de muestreo específica, con un flujómetro digital Global Water modelo FP111 de 0,1 m/s de precisión.

Profundidad (m): Se midió con el mango graduado del flujómetro digital, que tiene una precisión de 0,1 cm.

Tipo de sustrato: Se analizó mediante el método descrito por Bain et al. (1985) y que se encuentra en la Tabla 2.4-53.

Fotografía 2.4-54. Muestreo de Variables del Hábitat en los Sectores del río Loa. Variables Hidráulicas



Tabla 2.4-53. Sistema de Clasificación del Tipo de Sustrato de Ríos

Tipo de Sustrato	Clase de Tamaño (mm)	Código
Superficies lisas		
Roca madre plana	-	1
Arena, Cieno	< 2	1
Superficies rugosas		
Grava	2-16	2
Guijarros	17-64	3
Piedras	65-256	4
Bolones	> 256	5
Roca madre irregular	-	6

Fuente: Bain et al. 1985

2.4.3.3.3. Calidad Física, Química y Biológica del Agua

En cada punto de monitoreo se evaluaron 28 parámetros correspondientes a la calidad del agua. Las muestras fueron tomadas por personal especializado siguiendo el procedimiento para toma de muestras de aguas y preservación de acuerdo a lo establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005). Los envases para la toma de muestra fueron proporcionados por el laboratorio ALS Patagonia, el cual está acreditado bajo los estándares de competencia técnica de la norma internacional ISO/IEC 17025:2005 con Certificado LE 277, para el Área Físico-Química para Agua Potable y sus fuentes de captación y Aguas Residuales, convenio INN-SISS. Cabe destacar que cada envase contenía los preservantes y fijadores correspondientes para cada tipo de análisis (APHA-AWWA-WEF, 2005).

En la Tabla 2.4-54 se detallan los parámetros de calidad física, química y biológica del agua medidos in situ y aquellos medidos en el laboratorio (ver Fotografía 2.4-55). Para la

interpretación de la calidad de agua registrada en las estaciones de muestreo, se utilizó como norma de referencia la Norma Chilena 1.333 Of. 78 modificada en 1987. Esta norma fue utilizada en el caso de la medición de los parámetros físicos, biológicos y químicos disueltos (metales y metaloides disueltos). Para el caso de los parámetros que son metales y metaloides totales se utilizó como referencia el Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Loa.

Fotografía 2.4-55. Muestreo de Variables de Hábitat en los Sectores del Río Loa

a) *In situ*



b) Muestro Calidad del Agua



Tabla 2.4-54. Parámetros de Calidad de Agua medidos en Laboratorio y Metodología Utilizada

Análisis	Descripción	Referencias del método
Parámetros Fisicoquímicos		
Temperatura (°C)	Se midió <i>in situ</i>	Equipo multiparámetro marca Hanna Instruments, modelo HI 9828 de 0,01 °C de precisión.
pH	Se midió <i>in situ</i>	Equipo multiparámetro marca Hanna Instruments, modelo HI 9828 de 0,01 unidades de precisión.
Oxígeno disuelto (mg/L)	Se midió <i>in situ</i>	Equipo multiparámetro marca Hanna Instruments, modelo HI 9828 de 0,01 mg/L de precisión.
Conductividad eléctrica	Se midió <i>in situ</i>	Equipo multiparámetro marca Hanna Instruments, modelo HI 9828 de 0,1 µS/cm de precisión.
Turbiedad (NTU)	Se midió <i>in situ</i>	Mediante turbidímetro marca Hanna Instruments, modelo HI 98703 de 0,01 NTU de precisión.
Color aparente (Pt-Co)	Se midió <i>in situ</i>	Equipo multiparámetro marca Hanna Instruments, modelo C 200 de 1 Pt-Co de precisión.
Sólidos totales visibles	Observación <i>in situ</i>	Se realizó una Inspección visual por el especialista.
Espumas naturales	Observación <i>in situ</i>	Se realizó una Inspección visual por el especialista.
Sustancias que produzcan olor o sabor inconveniente	Observación <i>in situ</i>	Se realizó una Inspección visual por el especialista.
Sólidos disueltos totales (mg/L)	Sólidos disueltos totales, Gravimetría	Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st
Parámetros Inorgánicos		
Sulfatos (mg/L)	Sulfato por gravimetría	Método Gravimétrico con Secado de Residuos, SISS ME-30-2007, pág. 222 - 227, 2da versión 2007., Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO4-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
Cloruros (mg/L)	Cloruro por volumetría	Argentometric Method. APHA(1) 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
Cianuro (mg/Lmg/L)	Cianuro total	Total Cyanide after Distillation. APHA 4500-CN-C, page 4-39 to 4-40, 21st ed. Colorimetric Method, APHA 4500-CN-E, page 4-41 to 4-43, 21st ed.2005., Cianuro Total. APHA 4500-CN-N, page 4-53 to 4-54, 21st ed. 2005.APHA 4500-CN-C: Preliminary Distillation.
Metales Disueltos		
Arsénico disuelto (mg/L)	Arsénico disuelto por HGAAS	Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
Cobre disuelto	Cobre disuelto	Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19,

Análisis	Descripción	Referencias del método
Parámetros Fisicoquímicos		
(mg/L)	por FAAS	21st ed.2005.
Hierro disuelto (mg/L)	Hierro disuelto por FAAS	Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19,
Manganeso disuelto (mg/L)	Manganeso disuelto por FAAS	Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19.
Molibdeno disuelto (mg/L)	Molibdeno disuelto por FAAS	Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
Zinc disuelto (mg/L)	Zinc disuelto por FAAS	Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
METALES TOTALES		
Arsénico total (mg/L)	Arsénico total por HGAAS	APHA 3030-F: Nitric Acid Hydrochloric Acid Digestion, Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
Boro total (mg/L)	ICP-OES	Basado en APHA 3120B:2005 y EPA SW-846 3005A /6010B: 1994). Análisis instrumental por ICP-OES (EPA Method 6010B).
Cobre total (mg/L)	Cobre total por FAAS	APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19,21st.2005.
Hierro total (mg/L)	Hierro total por FAAS	APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19,21st.2005.
Manganeso total (mg/L)	Manganeso total por FAAS	APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19,21st.2005.
Molibdeno total (mg/L)	Molibdeno total por FAAS	Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
Zinc total (mg/L)	Zinc total por FAAS	APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19,21st.2005.
PARAMETROS BIOLÓGICOS		
Coliformes fecales (MNP/100ml)	Coliformes fecales por tubos múltiples	Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-57, 21st 2005.
Coliformes totales (MNP/100ml)	Coliformes totales por tubos múltiples	Standard Total Coliform Fermentation Technique, APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed. 2005.

2.4.3.3.4. Colecta de Flora y Fauna

Para evaluar la condición de la comunidad biológica presente en sistemas acuáticos estudiados se caracterizaron los siguientes ensambles de biota señalando el estado de conservación de las especies si corresponde, según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. 151, 2007; D.S. 50,2008; D.S. 51,2008; D.S. 23,2009; D.S.33, 2012):

Fitobentos: En cada sitio de estudio se obtuvieron dos muestras de la comunidad vegetal adherida a sustratos duros, cepillando un área de 25 cm² (5 x 5 cm) de superficies duras naturales móviles (ej. Rocas, troncos sumergidos, entre otros), o en el caso de sustratos blandos se utilizó un sacatestigo o core. Las muestras obtenidas fueron fijadas con una solución de Lugol, para su posterior análisis en laboratorio mediante recuento en microscopia. Para la identificación se utilizaron los trabajos de Rivera (1983), Krammer y Lange-Bertalot (1986; 1991), Simonsen (1987), Round, et al. (1996), Rumrich, et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001). (Ver Fotografía 2.4-56)

Fitoplancton: Se realizaron muestreos de fitoplancton mediante colecta de 0,5 litros de agua subsuperficiales, las que fueron fijadas con una solución de Lugol y observadas al microscopio para identificación y conteo. Para la identificación se utilizaron los trabajos de Rivera (1983), Parra, et al. (1982a, 1982b, 1982c y 1983), Krammer y Lange-Bertalot (1986-1991), Simonsen (1987), Round, et al. (1996), Rumrich, et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001). (Ver Fotografía 2.4-57).

Zoobentos: Los organismos asociados al sustrato fueron colectados con una red Surber de 0,09 m² con seis replicas fijadas con etanol. Posteriormente se identificó de acuerdo con la información sistemática reciente, se cuantificó bajo microscopio estereoscópico marca Nikon SMZ 645 y los resultados se expresaron en número de organismos por m². Para la identificación se utilizaron los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto y Tell (1995), Lugo-Ortiz y Mc Cafferty (1995), Merrit y Cummins (1996), Fernández y Domínguez (2001), Jerez y Moroni (2006), Rojas (2006), Jara, Rudolph y González (2006), Valdovinos (2006), Vera y Camousseight (2006), Domínguez y Fernández (2009). (Ver Fotografía 2.4-58).

Zooplancton: Los organismos que habitan permanente o temporalmente la columna de agua, fueron colectados filtrando un volumen de 20 litros por una red de 60 micrones de apertura de malla y las muestras fueron fijadas con etanol. Para el recuento de organismos se utilizó una cámara de recuento zigzagueante de 10 ml analizando la totalidad de la muestra. Para la identificación se utilizaron los trabajos de Araya y Zuñiga (1985), Pennak (1989) y Villalobos (2006) (ver Fotografía 2.4-59).

Fauna íctica: El muestreo de fauna íctica se realizó en cumplimiento con el Permiso de Pesca de Investigación (Anexo 2.4-6), utilizando para este estudio un sistema de pesca eléctrica, el que ejerce un bajo impacto sobre los ejemplares, permitiendo su rápida recuperación. Una vez inmovilizados con el shock eléctrico, los ejemplares fueron capturados con una red tipo chinguillo. Para el sistema de pesca eléctrica se aplicó un esfuerzo de pesca de 30 minutos, barriendo un mínimo de 100 metros de Río, lo que cubre usualmente los diversos microambientes como rápidos, remansos y pozones. Con este tiempo y área muestreada se determinó la abundancia en términos de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE), en este caso, individuos capturados en un segmento de 100 metros en el Río. Los ejemplares capturados se determinaron a nivel de especie, evaluando la longitud total y peso en vivo. Posteriormente, fueron regresados en el mismo sitio de captura (ver Fotografía 2.4-60).

Fotografía 2.4-56. Muestreo Fitobentos

Sustratos Duros



Sustratos Blandos



Fotografía 2.4-57. Muestreo Fitoplancton



Fotografía 2.4-58. Muestreo Zoobentos



Fotografía 2.4-59. Muestreo Zooplancton



Fotografía 2.4-60. Muestreo Fauna Íctica



Análisis ecológico: Las comunidades biológicas (Fitobentos, Fitoplancton, Zoobentos, Zooplancton y Fauna íctica) registradas en este estudio se analizaron en términos de su abundancia (cel/cm², cel/ml, ind/m², ind/l y CPUE, respectivamente) y abundancia relativa (%). Conjuntamente, se calculó la diversidad por taxa en cada localidad a través de dos índices ecológicos de utilidad para comprender la biodiversidad relativa a ecosistemas en general, calculándose la Riqueza de taxa y el Índice de Diversidad de Simpson.

La diversidad específica se calculó como:

$$\lambda = 1 / \sum p_i^2$$

(Krebs, 1999)

donde λ es la diversidad de Simpson y p_i es la proporción de la especie i en la muestra.

2.4.3.4. Resultados y Análisis

2.4.3.4.1. Aspectos Generales

Durante la campaña de primavera-verano, los puntos de cruce del río Loa presentaron una nueva posición, debido a cambios en el trazado propuesto originalmente, sin embargo, las características del Río son similares a las observadas en las estaciones analizadas en la campaña previa.

Sector RT

- Caracterización del Hábitat

El salar de Cere se encontró seco durante la campaña realizada en agosto de 2011 (invierno) y diciembre de 2011 (primavera-verano). Sólo en la estación denominada SC-03 se registró un afloramiento de agua de aproximadamente 3m², sin embargo, no presentó las condiciones adecuadas para ser muestreado (imposibilidad de tomar muestras biológicas y físico – químicas).

Sector Planta Desaladora - RT

- Caracterización del Hábitat

Las estaciones analizadas en el río Loa durante la campaña de invierno, presentaron aguas de alta transparencia, vegetación acuática asociada al sustrato y presencia de basuras en la mayoría de los sitios analizados (Tabla 2.4-55). Durante la campaña de diciembre 2011 (primavera-verano), el sector del cruce del río Loa muestra aguas transparentes enmarcadas por abundante vegetación emergente y algunas plantas sumergidas fijas al sustrato (Tabla 2.4-56).

Tabla 2.4-55. Parámetros Físicos y Biológicos del Cauce medidos *in situ*, Agosto de 2011

Sector	Código	Ancho (m)	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)	Sustrato (Índice de Bain)	Vegetación (%)	Basuras
Impulsión	Loa1-A	3	0,91	0,7	1	Si (50%)	Presentes
	Loa1-B	2,9	0,56	0,6	1 2 3	Si (<10%)	Presentes
	Loa1-C	1,8	0,87	0,7	1 2 3	Si (<10%)	Ausentes

Tabla 2.4-56. Parámetros Físicos y Biológicos medidos *in situ*, Diciembre de 2011

Sector	Código	Ancho (m)	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)	Sustrato (Índice de Bain)	Vegetación (%)	Basuras
Impulsión	Loa1-A	4,9	0,39	0,2	1 3	40	Ausente
	Loa1-B	6,12	0,44	0,8	1	No	Ausente
	Loa1-C	1,91	0,72	0,3	1	No	Ausente

A continuación, se describen las condiciones de hábitat de las áreas bajo estudio.

Río Loa en Cruce Sistema de Impulsión

En invierno el río Loa en el tramo que se proyecta el cruce del ducto de impulsión presentó aguas con un leve tinte marrón. Resaltó la alta concentración de sales (Conductividad eléctrica >9.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), condición que limitaría los usos de estas aguas para riego. Sin embargo, el nivel de acidez y oxigenación serían compatibles con el desarrollo de comunidades acuáticas. En los segmentos que se incluyen en esta área de estudio no se registraron peces.

En la Campaña primavera-verano el segmento de Río es encajonado y fluye en un estrecho canal de 1,9 a 6,12 m de ancho, con velocidades promedio de flujo variables entre 0,2 y 0,8 m/s. En esta zona existe abundante vegetación de ribera, principalmente *Scirpus sp*, que en algunos casos constituye la totalidad del fondo del cauce, también se observó la presencia de *Ruppia sp* y algas filamentosas. El sustrato está compuesto principalmente de costras salinas de tamaño variable, con algunas inserciones de material particulado fino.

Fotografía 2.4-61. Río Loa en el Área del Cruce con el Acueducto. (Campaña Invierno)

(Loa1-A).



(Loa1-B).



(Loa1-C).



Fotografía 2.4-62. Río Loa en el Área del Cruce con el Acueducto. (Campaña Primavera-Verano)

(Loa1-A)



(Loa1-B)



(Loa1-C)



2.4.3.4.2. Calidad Física, Química y Biológica del Agua

- **Parámetros Físicos y Químicos**

En la Tabla 2.4-57 se observan los resultados obtenidos para los parámetros físicos y químicos medidos in situ en aguas superficiales y los valores de la norma de referencia NCh 1.333 Of 78/1987, para vida acuática o en su ausencia para riego, con la cual se establece la comparación. En general, se observa que los segmentos de los sistemas acuáticos analizados presentan características acordes con sistemas del Norte de Chile, con altas concentraciones de sales y consecuentemente, altas concentraciones de metales y otros elementos.

Campaña de Invierno

Las temperaturas registradas en el sector de cruce fueron de aproximadamente 11 °C.

Los valores de pH obtenidos en las estaciones del río Loa, fueron neutros (levemente superiores a 7), encontrándose dentro del rango establecido por la norma para la conservación de la vida acuática (6,0 – 9,0; NCh 1.333).

En este mismo período, la concentración de oxígeno obtenida in situ varió entre 9,05 y 10,87 mg/L por lo que todas las estaciones evaluadas presentarían condiciones de oxigenación adecuadas para la mantención de la vida acuática ($> 5,0$ mg/L; NCh 1.333).

La conductividad registró valores que fluctuaron entre 9.195 y 9.228 $\mu\text{S/cm}$. De acuerdo a la NCh 1.333, desde el punto de vista de agua para riego, estas aguas no estarían clasificadas ya que los valores obtenidos en el área de estudio son muy elevados. La NCh sólo clasifica para aguas cuya conductividad es ≤ 750 $\mu\text{S/cm}$.

Con respecto a los sólidos disueltos totales, los valores fluctuaron entre $500 < s \leq 5.000$ mg/L. De acuerdo a la NCh 1.333, para aguas de riego, estas serían aguas que pueden tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles.

La turbidez presentó variaciones desde 1,07 - 1,88 NTU, en este sentido todas las estaciones presentarían aguas claras (< 5 NTU; Organización Mundial para la Salud).

El Color aparente resultó homogéneo en la totalidad de las estaciones analizadas, con valores bajo el límite establecido en la norma de calidad de agua (< 100 Pt-Co; NCh 1.333).

No se observaron sólidos totales visibles, espumas no naturales o sustancias que produzcan olor o sabor inconveniente en la totalidad de las estaciones de muestreo, que es considerado adecuado, según lo que establece la Norma NCh 1.333.

Campaña Primavera-Verano

Las temperaturas registradas en el sector de cruce fueron de aproximadamente 15°C .

Los valores de pH obtenidos en las estaciones en Loa, fueron neutros (levemente superiores a 7), mostrándose dentro del rango establecido por la norma para la conservación de la vida acuática (6,0 – 9,0; NCh 1.333).

En este mismo período la concentración de oxígeno obtenida in situ varió entre 2,34 y 3,63 mg/L por lo que todas las estaciones evaluadas presentarían condiciones de oxigenación adecuadas para la mantención de la vida acuática ($> 5,0$ mg/L; NCh 1.333).

La conductividad se presentó alta en todas las estaciones analizadas, presentando valores que fluctúan entre 5.733 y 5.808 $\mu\text{S/cm}$; por lo tanto, presentó aguas que no son aptas para ser usadas para riego (< 750 $\mu\text{S/cm}$; NCh 1.333). Sin embargo, estas aguas pueden ser usadas para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos.

Con respecto a los sólidos disueltos totales, los valores fluctuaron entre $500 < s \leq 5.000$ mg/L. De acuerdo a la NCh 1.333, para aguas de riego, estas serían aguas que pueden tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles.

La turbidez presentó variaciones 1,11 y 1,75 NTU, en este sentido, todas las estaciones presentarían aguas claras (< 5 NTU; Organización Mundial para la Salud).

El Color aparente resultó homogéneo en la totalidad de las estaciones analizadas, con valores bajo el límite establecido en la norma de calidad de agua (< 100 Pt-Co; NCh 1.333).

No se observaron sólidos totales visibles, sin embargo, no se realizó un registro del material residual resultante luego de la evaporación de la muestra. No se observaron espumas no naturales o sustancias que produzcan olor o sabor inconveniente en la totalidad de las estaciones de muestreo, lo que es considerado adecuado, según lo que establece la Norma NCh 1.333.

Tabla 2.4-57. Parámetros Físicos y Químicos *in situ* y Valores referenciales de la Norma Chilena NCh 1.333. Campaña de Invierno y Verano

Campaña	Código	Fecha	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad Eléctrica (µS/cm)	Turbidez (NTU)	STD (mg/L)	Color aparente (Pt-Co)	Sólidos totales visibles	Espumas no naturales	Sustancias que produzcan olor o sabor inconveniente
Invierno	Loa1-A	18.08.201	10,64	7,32	9,05	9.228	1,21	6.956	10	Ausentes	Ausentes	Ausentes
	Loa1-B	18.08.201	10,94	7,37	10,81	9.195	1,07	6.974	10	Ausentes	Ausentes	Ausentes
	Loa1-C	18.08.201	11,00	7,28	10,87	9.204	1,88	6.954	10	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Verano	Loa1-A	6.12.2011	15,28	7,29	3,29	5.808	1,35	2.904		Ausentes	Ausentes	Ausentes
	Loa1-B	6.12.201	15,34	7,25	2,34	5.791	1,11	2.895		Ausente	Ausentes	Ausentes
	Loa1-C	6.12.201	15,23	7,31	3,63	5.733	1,75	2.867		Ausente	Ausentes	Ausentes
Límites Norma 1.333			N/A	6 - 9	>5,0	≤7.500	N/A	≤5.000	<100	Ausentes	Ausentes	Ausentes

• Parámetros Inorgánicos Metálicos y Metaloides Totales y Disueltos del Agua

Con respecto a los metales totales, el cobre (Cu), hierro (Fe) y molibdeno (Mo) arrojaron valores que, de acuerdo al Anteproyecto de la Norma Secundaria de calidad de agua en el río Loa, se encontrarían dentro de los niveles establecidos. Sin embargo, a excepción del cobre, todos los metales obtuvieron valores más elevados en la estación de verano.

Por otro lado, el metal manganeso (Mn) en las 3 estaciones muestreadas en verano (Loa1-A con 0,07; Loa1-B con 0,08 y Loa1-C con 0,09) y de acuerdo a la Norma Secundaria de calidad de agua para el río Loa, estos valores se encuentran por sobre los niveles establecidos (los que deben ser inferiores a 0,04) como se muestra en la Tabla 2.4-58.

Con respecto a los metaloides totales, el arsénico (As) y boro (B) arrojaron valores que se encuentran dentro de los niveles establecidos por el anteproyecto³ de la Norma Secundaria del río Loa, sin embargo, el boro obtuvo los mayores valores en la estación de verano.

Lo anterior podría estar asociado a que durante el fenómeno denominado Invierno Altiplánico que ocurre en los meses de verano, en vez de una dilución de elementos químicos, se produce un aumento significativo de la presencia de químicos. Ello produce episodios críticos de mala calidad de aguas. Lo anterior asociado tanto a aportes difusos en la cuenca como a la remoción de sedimentos ricos en elementos tóxicos en los embalses y del río Loa propiamente tal.

Tabla 2.4-58. Metales y Metaloides Totales y Valores referenciales del Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para el Río Loa. Campaña de Invierno y Verano

Campaña	Código	As (mg/L)	B (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)	Zn (mg/L)
Invierno	Loa1-A	2,66	21,6	0,023	<0,03	0,014	<0,01	<0,005
	Loa1-B	2,56	21,51	0,023	<0,03	0,014	<0,01	<0,005
	Loa1-C	2,58	20,62	0,028	<0,03	0,012	<0,01	<0,005
Verano	Loa1-A	2,37	62	0,023	0,1	0,077	0,04	0,03
	Loa1-B	2,38	61	0,025	0,1	0,082	0,03	0,02
	Loa1-C	2,33	58	0,022	0,1	0,096	0,03	0,036
Norma secundaria calidad agua, Cuenca del río Loa		2,7	64	70	0,8	0,04	0,06	0,02

Con respecto a los metales disueltos (Tabla 2.4-59). (Cu, Fe, Mn, Mo y Zn), todos presentaron valores que se encuentran dentro del límite máximo permitido por la NCh 1.333 de aguas para riego. Lo anterior ocurrió en todas las estaciones muestreadas.

Por otro lado, el metaloide arsénico, presentó valores mayores en todas las estaciones de muestreo a los establecidos por la NCh 1.333 para agua de riego (0,1 mg/L). El máximo valor fue en la estación Loa1-A, en invierno (2,56 mg/L) y el mínimo fue en el Loa1-C, en verano (1,94 mg/L).

³ Norma de calidad ambiental para el río Loa es sólo referencial, porque estos parámetros pueden cambiar durante el proceso de aprobación

Tabla 2.4-59. Metales y Metaloides Disueltos y Valores referenciales de la Norma Chilena NCh 1.333. Campaña de Invierno y Verano

Campaña	Código	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)	Zn (mg/L)
Invierno	Loa1-A	2,56	0,01	<0,03	0,01	<0,01	<0,01
	Loa1-B	2,35	0,02	<0,03	0,01	<0,01	<0,01
	Loa1-C	2,45	0,02	<0,03	0,01	<0,01	<0,01
Verano	Loa1-A	2,37	0,02	<0,03	0,02	0,003	0,03
	Loa1-B	2,37	0,02	<0,03	0,01	0,003	0,02
	Loa1-C	1,94	0,02	<0,03	0,02	0,003	0,04
Limites Norma 1.333, límite máximo para agua regadío		0,1	0,2	5	0,2	0,01	2

• Parámetros Inorgánicos no Metálicos y Biológicos

En la Tabla 2.4-60 se observan los resultados obtenidos para los parámetros inorgánicos no metálicos y los biológicos medidos en aguas superficiales.

Para la campaña de invierno (agosto) se presentaron altos valores de cloruros (Cl⁻), que superaron en un orden de magnitud el límite máximo establecido por la NCh 1.333, para agua de riego (<200 mg/L; NCh 1.333).

Los coliformes totales mostraron un mínimo en la estación Loa1-A (920 NMP/100ml) y valores máximos en las estaciones Loa1-C (>1.600 NMP/100 ml), mientras que los coliformes fecales registrados, presentaron una tendencia similar. Todas las concentraciones de coliformes fecales obtenidas se encontraron bajo límite máximo establecido en la normativa vigente (1.000 NMP/100ml).

Durante la Campaña primavera-verano (diciembre), los valores de cloruro (Cl⁻) superaron ampliamente el límite máximo establecido por la normativa técnica (< 200 mg/L; NCh 1.333).

Los sulfatos en el sector Loa 1, tanto para invierno como para verano, superaron el límite máximo establecido por la NCh 1.333 para aguas de riego (< 250 mg/L; NCh 1.333).

Para el caso del cianuro, se observaron niveles inferiores al límite de detección e inferiores a los límites establecidos por la NCh 1.333, para agua de riego (< 0,20 mg/L)

Con respecto a la evaluación de variables microbiológicas, en todas las estaciones se detectaron coliformes fecales. Sin embargo, en todas las cantidades fueron inferiores al máximo establecido por la NCh 1.333 I (1.000 NMP/100ml), el máximo se registró en la estación Loa1-B, con 540 NMP/100ml.

Tabla 2.4-60. Parámetros Inorgánicos y Biológicos y Valores Referenciales de la Norma Chilena NCh 1.333. Campaña de Invierno y Verano

Campaña	Código	Cl- (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	CN-T (mg/L)	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	Coliformes Totales (NMP/100ml)
Invierno	Loa1-A	2.944	526	<0,002	49	920
	Loa1-B	2.894	526	<0,002	33	1.600
	Loa1-C	2.944	521	<0,002	240	>1.600
Verano	Loa1-A	2.899	548	<0,002	240	350
	Loa1-B	4.594	556	<0,002	240	540
	Loa1-C	2.790	571	<0,002	240	240
	Loa2-C	1.625	214	<0,002	23	240
Límites Norma 1.333, límite máximo para agua regadío		<200	<250,00	<0,20	<1.000	N/A

2.4.3.4.3. Flora y Fauna Acuática

- **Fitobentos**

Los Fitobentos, definidos como el conjunto de organismos que viven adheridos sobre materiales o plantas sumergidas, cobran gran importancia en ambientes lóticos y lénticos. En aguas someras, la poca profundidad favorece el crecimiento de plantas acuáticas, las cuales pueden ocupar grandes extensiones y contribuir, a su vez, con una gran superficie colonizable. En algunos casos, el aporte del fitobentos a la producción primaria total del ecosistema supera a los aportes del fitoplancton y de las macrofitas. En ambientes lóticos, el efecto de la corriente no permite el desarrollo de comunidades planctónicas, estando la producción primaria del sistema prácticamente restringida al fitobentos que se desarrolla en los diferentes sustratos presentes (Wetzel, 2001).

Campaña de Invierno

Durante la campaña de invierno (agosto 2011) se registraron 17 taxa en el área de estudio, de las cuales 16 pertenecieron a las Diatomeas (Bacillariophyceae), grupo asociado principalmente a una forma de vida bentónica y una al grupo de las Cianobacterias (Cyanophyceae), que comúnmente se relacionan con sistemas con alto contenido de nutrientes).

Las abundancias durante la campaña de invierno mostraron un patrón definido, esta situación es particularmente notoria en la estación Loa1-A, la cual fue la estación con mayor abundancia total (443,4 cel/cm²). Esta mayor abundancia fue dada principalmente por la presencia de la especie *Synedra ulna*. La menor abundancia total ocurrió en la estación Loa1-C, con un total de 13,9 cel/cm².

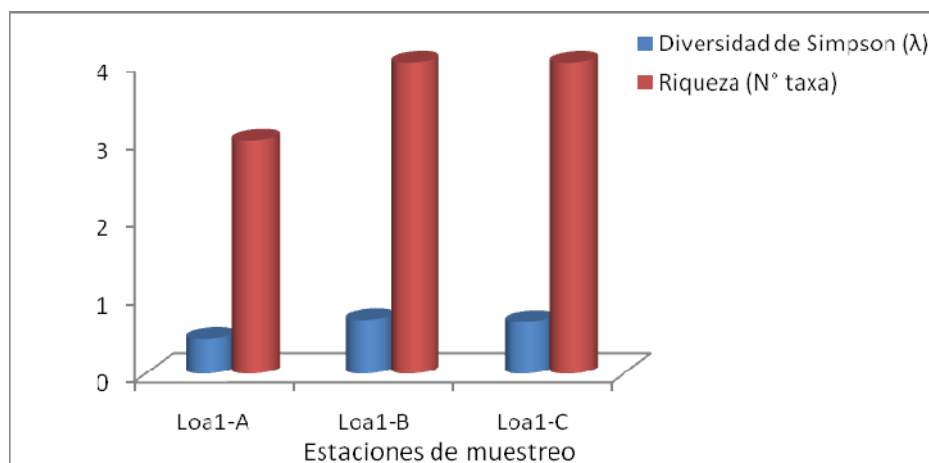
En las estaciones muestreadas se pudo observar un importante aporte de la especie *Frustulia vulgaris*. La riqueza del fitobentos en el área de estudio presentó un promedio de 11,66 ± 1,70 taxa, con un mínimo de 10 taxa en la estación Loa1-B y un máximo de 14 taxa en las estaciones Loa1-A y C. La diversidad de Simpson no siguió un patrón similar al de la riqueza, exhibiendo el mínimo en la estación Loa1-A y máximo en la estación Loa1-C.

A continuación en la Tabla 2.4-61 y en la Figura 2.4-12 se presentan los resultados obtenidos durante la campaña.

Tabla 2.4-61. Abundancia Promedio (cel/cm²) y Parámetros Comunitarios del Fitobentos, registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)

Clase	Taxa	Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Bacillariophyceae	<i>Achnanthes lanceolata</i>	0	0,04	0,1
	<i>Amphora</i> sp.	0	0	0,03
	<i>Cocconeis</i> aff. <i>placentula</i>	3,67	0,04	0,48
	<i>Cyclotella</i> sp.	8,43	0,2	0,02
	<i>Diatoma</i> sp.	0,29	0	0
	<i>Epithemia</i> sp.	1,87	0,31	0,86
	<i>Fragillaria brevistriata</i>	1,35	0,08	0,41
	<i>Frustulia vulgaris</i>	5,35	0,49	0,65
	<i>Hantzschia</i> sp.	0,14	0	0
	<i>Navícula</i> sp.	1,58	0,13	0,61
	<i>Nitzschia</i> sp.	6,85	1,85	1,72
	<i>Pennales</i> sp.	7,86	0	0
	<i>Rhopalodia gibba</i>	0	0	0,04
	<i>Stauroneis</i> sp.	2,23	0,37	4,07
	<i>Surirella</i> sp.	3,46	0,49	1,21
	<i>Synedra ulna</i>	398,67	12,96	3,34
Cianophyceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	1,66	0,77	0,41
Abundancia Total (cel/cm ²)		443,4	17,7	13,9
Riqueza (N° taxa)		14	10	11
Diversidad de Simpson (λ)		0,191	0,446	0,821

Figura 2.4-12. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)



* La figura no incorporó la abundancia debido a que son valores muy elevados y no se representaría la diversidad de Simpson.

Campaña de Verano

En el verano de 2011 (diciembre), se registraron 19 taxa en el área de estudio, de las cuales 10 correspondieron a Diatomeas y una a Clorófita (Chlorophyceae). Las abundancias mostraron un patrón muy diferente al observado en la campaña de invierno, ya que la mayor abundancia obtenida en invierno fue en la estación Loa1-A y en verano, en el Loa1-B, probablemente lo anterior, se debe a efectos estacionales.

El promedio de abundancia para el área de estudio durante la Campaña primavera-verano fue de $37,93 \pm 25,94$ cel/cm², con un mínimo de 14,5 cel/cm² en la estación Loa1-C y un máximo de 74,1 cel/cm² en Loa1-B del sector Impulsión. No se apreció un patrón evidente en la distribución de la abundancia relativa de los taxa. No obstante lo anterior, en la mayoría de las estaciones del sector se encontró un importante aporte de las especies *Tabellaria fenestrata* y *Nitzschia sp.*

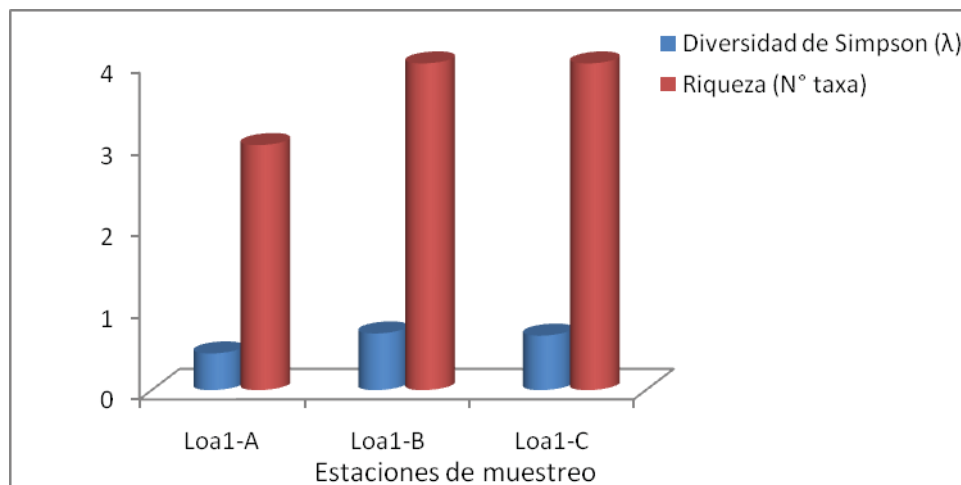
La riqueza del área de estudio presentó un promedio de $15 \pm 0,82$ taxa, con un mínimo de 14 taxa en las estaciones Loa1-B y un máximo de 16 taxa en las estaciones Loa1-A.

A continuación en la Tabla 2.4-62 y en la Figura 2.4-13, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 2.4-62. Abundancia Promedio (cel/cm²) y Parámetros Comunitarios del Fitobentos, registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)

Clase	Taxa	Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Bacillariophyceae	<i>Synedra ulna</i>	1,38	0	0
	<i>Tabellaria fenestrata</i>	10,1	48,16	11,18
	<i>Nitzschia sp.</i>	5,85	7,41	1,08
	<i>Cocconeis aff. placentula</i>	0,67	0,72	0,28
	<i>Navicula sp.</i>	2,6	3,28	0,41
	<i>Stauroneis sp.</i>	2,31	5,95	0,32
	<i>Cyclotella sp.</i>	0,24	4,2	0,47
	<i>Aulacoseira granulata</i>	0	0	0,19
	<i>Surirella sp.</i>	0,01	0	0,02
	<i>Epithemia sp.</i>	0,13	0,58	0,04
	<i>Frustulia vulgaris</i>	0,02	0	0,05
	<i>Fragillaria brevistriata</i>	0,78	1,1	0,07
	<i>Achnanthes lanceolata</i>	0,64	0,73	0,13
	<i>Diatoma sp.</i>	0,21	0,76	0,08
	<i>Cymbella minutta</i>	0,07	0,25	0
	<i>Gomphonema gracile</i>	0	0,07	0
	<i>Rhopalodia constricta</i>	0	0,13	0
	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	0,05	0	0,01
Chlorophyceae	<i>Gloeocystis sp.</i>	0,12	0,8	0,16
Abundancia Total (cel/cm ²)		25,2	74,1	14,5
Riqueza (N° taxa)		16	14	15
Diversidad de Simpson (λ)		0,761	0,556	0,396

Figura 2.4-13. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)



* La figura no incorporó la abundancia debido a que son valores muy elevados y no se representaría la diversidad de Simpson.

• Fitoplancton

Los productores primarios que habitan la columna de agua son representantes típicos de sistemas lénticos. Sin embargo, cuando las condiciones de velocidad de flujo lo permiten este componente puede desarrollarse en los sistemas de aguas corrientes.

Campaña de Invierno

En la campaña de invierno de 2011, en el área de estudio, se registraron 6 taxa correspondientes al fitoplancton, de los cuales, todos pertenecen al grupo de las Diatomeas.

La abundancia total en el área de estudio, presentó un promedio de $0,45 \pm 0,26$ cel/ml, variando de 0,12 cel/ml en la estación Loa1-B a 0,76 cel/ml en Loa1-C. En la Tabla 2.4-63, se observa la falta de un patrón claro de distribución de la abundancia relativa de los taxa. No obstante lo anterior, en las estaciones Loa1-C se observó un alto aporte de taxa lo que significaría la presencia de muchos taxa poco representativos de los sistemas, pero que en su conjunto significan un aporte importante a la comunidad.

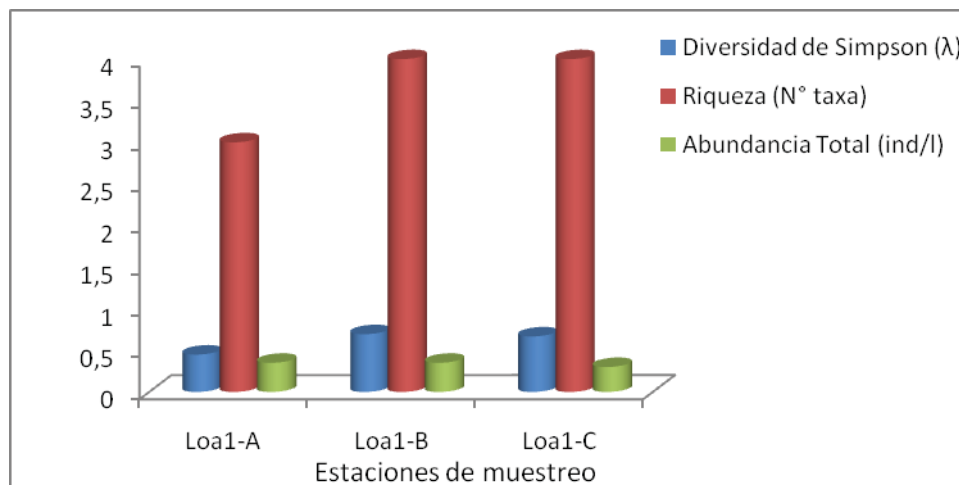
La riqueza del fitoplancton en el área de estudio presentó un promedio de $3,33 \pm 0,47$ taxa, con un mínimo de 3 taxa en las estaciones Loa1-A y B.

Por otra parte, la diversidad de Simpson del fitoplancton presentó un mínimo en la estación Loa1-A y máximo en la estación Loa1-B.

Tabla 2.4-63. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)

Clase	Taxa	Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Bacillariophyceae	<i>Navícula sp.</i>	0	0,04	0
	<i>Nitzschia sp.</i>	0,08	0	0,12
	<i>Synedra ulna</i>	0	0	0,28
	<i>Stauroneis sp.</i>	0,04	0	0,32
	<i>Frustulia vulgaris</i>	0	0,04	0
	<i>Cyclotella sp.</i>	0,36	0,04	0,04
Abundancia Total (cel/ml)		0,48	0,12	0,76
Riqueza (N° taxa)		3	3	4
Diversidad de Simpson (λ)		0,403	0,667	0,659

Figura 2.4-14. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)



Campaña de Verano

En el verano de 2011 se encontraron 10 taxa correspondientes al fitoplancton en el área de estudio, 9 de ellas pertenecieron al grupo de las Diatomeas y uno a las Clorofíceas.

La abundancia total presentó un promedio de $0,56 \pm 0,06$ cel/ml, variando desde 0,52 cel/ml en la estación Loa1-B y C hasta 0,64 cel/ml en Loa1-A. En la totalidad de las estaciones analizadas se observó altos aportes de las especies *Cocconeis aff. placentula*, *Nitzschia sp* y *Navicula sp.* (ver Tabla 2.4-64).

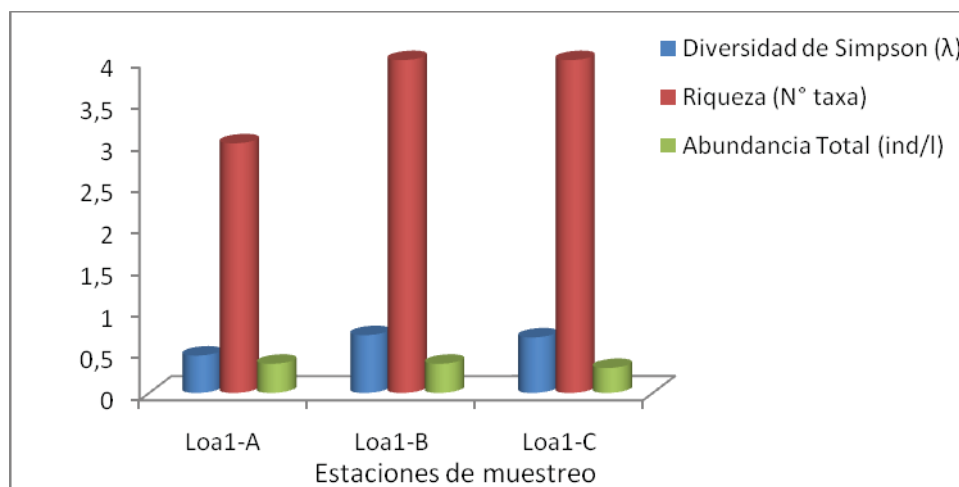
La riqueza del fitoplancton en el área de estudio presentó un promedio de $6,0 \pm 1,41$ taxa, con un mínimo de 4 taxa en la estación Loa1-B, y un máximo de 7 taxa en la estación Loa1-A y C.

Por otra parte, la diversidad de Simpson del fitoplancton no se asoció al patrón de riqueza, presentando un promedio de $0,74 \pm 0,06$, con mínimo en la estación Loa1-B y máximo en la estación Loa1-A.

Tabla 2.4-64. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)

Clase	Taxa	Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia sp.</i>	0,08	0,16	0,2
	<i>Navícula sp.</i>	0,04	0,08	0,08
	<i>Cocconeis aff. placentula</i>	0,2	0,24	0,04
	<i>Surirella sp.</i>	0,08	0	0,04
	<i>Cyclotella sp.</i>	0	0,04	0,04
	<i>Frustulia vulgaris</i>	0	0	0,04
	<i>Ephithemia sp.</i>	0,04	0	0
	<i>Tabellaria fenestrata</i>	0	0	0,08
	<i>Diatoma sp.</i>	0,04	0	0
Chlorophyceae	<i>Gloeocystis sp.</i>	0,16	0	0
Abundancia Total (cel/ml)		0,64	0,52	0,52
Riqueza (N° taxa)		7	4	7
Diversidad de Simpson (λ)		0,797	0,663	0,781

Figura 2.4-15. Abundancia Promedio (cel/ml) y Parámetros Comunitarios del Fitoplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)



• Zoobentos

La fauna bentónica de los ríos de Chile se compone principalmente de estados inmaduros de insectos y crustáceos. Los antecedentes bibliográficos describen la presencia del camarón de río *Cryphiops caementarius* en la cuenca del río Loa (Bahamonde & Vila 1971, Bahamonde et al., 1998). Sin embargo, no se observó esta especie en las campañas realizadas.

Campaña de Invierno

En invierno de 2011 (agosto), en el área de estudio se registró un total de 2 taxa de macroinvertebrados bentónicos. La abundancia total en las estaciones de muestreo presentó un

promedio de $191,36 \pm 113,16$ ind/m², variando entre 85,19 ind/m² y 348,15 ind/m² (ver Tabla 2.4-65).

La mayor parte de las estaciones mostraron la dominancia de la familia Chironomidae, que es considerado como un taxón tolerante a altos niveles de contaminación, por lo que son indicadores de aguas de mala calidad.

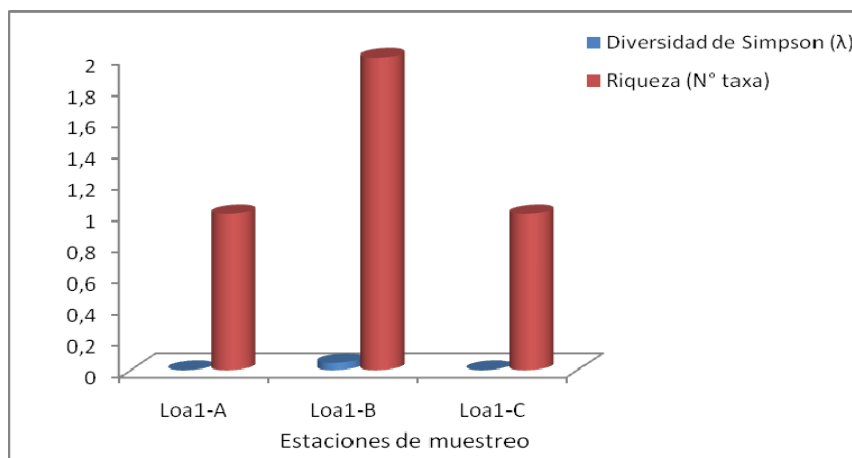
La riqueza del zoobentos en el área de estudio presentó un promedio de $1,33 \pm 0,47$ taxa, con un mínimo de 1 taxón en las estaciones Loa1-A y C.

La diversidad de Simpson del zoobentos presentó un patrón similar al de la riqueza, un promedio de $0,015 \pm 0,021$, con mínimo en las estaciones Loa1-A y C.

Tabla 2.4-65. Abundancia Promedio (ind/m²) y Parámetros Comunitarios del Zoobentos registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)

Orden	Familia	Impulsión		
		Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Trichoptera	Hydroptilidae	0	3,7	0
Diptera	Chironomidae	348,1	137	85,2
Abundancia Total (ind/m ²)		348,15	140,74	85,19
Riqueza (N° taxa)		1	2	1
Diversidad de Simpson (λ)		0	0,046	0

Figura 2.4-16. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)



* La figura no incorporó la abundancia debido a que son valores muy elevados y no se representaría la diversidad de Simpson.

Campaña de Verano

En primavera-verano de 2011 (diciembre), se colectó un total de 6 taxa de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio. La abundancia total en las estaciones evaluadas alcanzaron

una media de $323,46 \pm 31,49$ ind/m², variando entre 311,1 ind/m² en la estación Loa1-C y 366,7 ind/m² en la estación Loa1-B.

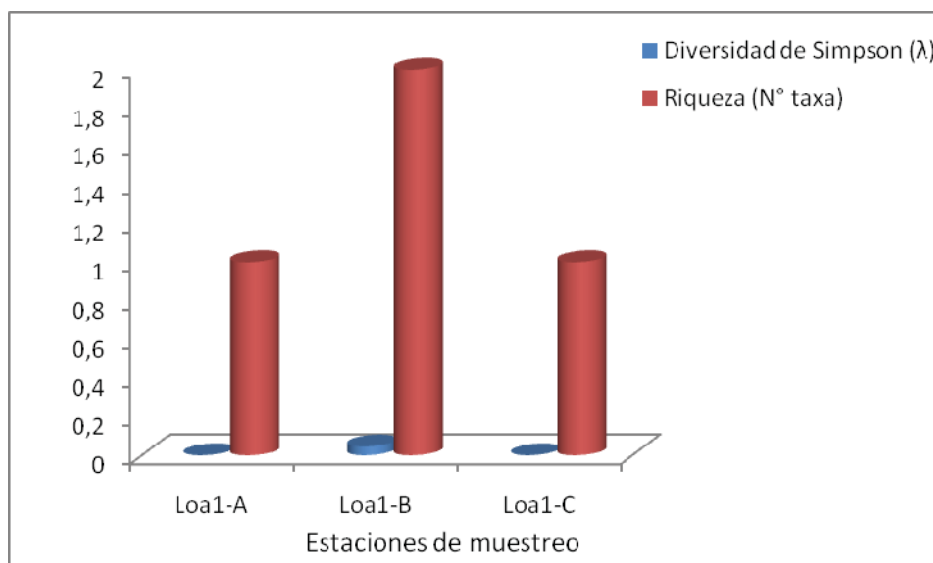
Como se aprecia en la Tabla 2.4-66, la abundancia relativa estuvo dominada por la familia Chironomidae.

La riqueza en el área presentó un promedio de $3,0 \pm 0,81$ taxa, con un mínimo de 2 taxa en la estaciones Loa1-A, y un máximo de 4 taxa en la estación Loa1-C. A diferencia del invierno de 2011, la diversidad de Simpson del zoobentos no se asoció al patrón de la riqueza, alcanzando un promedio de $0,11 \pm 0,06$.

Tabla 2.4-66. Abundancia Promedio (ind/m²) y Parámetros Comunitarios del Zoobentos registrado en las Estaciones analizadas en Primavera-Verano de 2011 (Diciembre)

Orden	Familia	Impulsión		
		Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Diptera	Simuliidae	0	25,9	0
	Chironomidae	307,4	329,6	274,1
	Ceratopogonidae	0	0	3,7
Coleoptera	Elmidae	3,7	0	0
	Dystiscidae	0	11,1	7,4
Odonata	Coenagrionidae	0	0	7,4
Abundancia Total (ind/m ²)		311,1	366,7	292,6
Riqueza (N° taxa)		2	3	4
Diversidad de Simpson (λ)		0,024	0,186	0,121

Figura 2.4-17. Riqueza y Diversidad de Zoobentos registrados en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)



* La figura no incorporó la abundancia debido a que son valores muy elevados y no se representaría la diversidad de Simpson.

• Zooplancton

El zooplancton constituye un grupo heterogéneo de organismos, generalmente microscópicos, muy relacionados con los ecosistemas acuáticos. Agrupa al conjunto de animales que viven a lo largo de la columna de agua, tanto en medios continentales como marinos. Estos animales son, principalmente, rotíferos y crustáceos y, dentro de estos últimos, branchiopodos y copépodos (Wetzel, 2001). Se ha comprobado que en los ríos y, en general, en las corrientes de agua, se desarrollan comunidades de zooplancton propias. En este caso, es más propio denominarlas potamo zooplancton (zooplancton de ríos). Los organismos que componen esta comunidad son, en un porcentaje muy alto, litorales (se desarrollan en las orillas), y muy pocos son euplanctónicos (viven en la columna de agua). Al descender el río hacia la desembocadura la corriente es débil y el cauce más profundo y aumenta el porcentaje de especies euplanctónicas frente al de litorales.

Campaña de Invierno

Durante la campaña de invierno de 2011, en el área de estudio se registraron 6 taxa correspondientes a euplancton, u organismos planctónicos verdaderos, y un taxón propio del bentos de los sistemas (Familia Chironomidae).

Las abundancias no mostraron un patrón claro. La abundancia total varió de 0,3 ind/L en la estación Loa1-C a 0,35 ind/L las estaciones Loa1-A y B, con un promedio de $0,33 \pm 0,23$ ind/L, no se evidencia un patrón de distribución de la abundancia relativa, presentado dominancias alternadas de distintos taxa, como *Boeckella*, *Keratella*, y Canthocamptidae (ver Tabla 2.4-67)

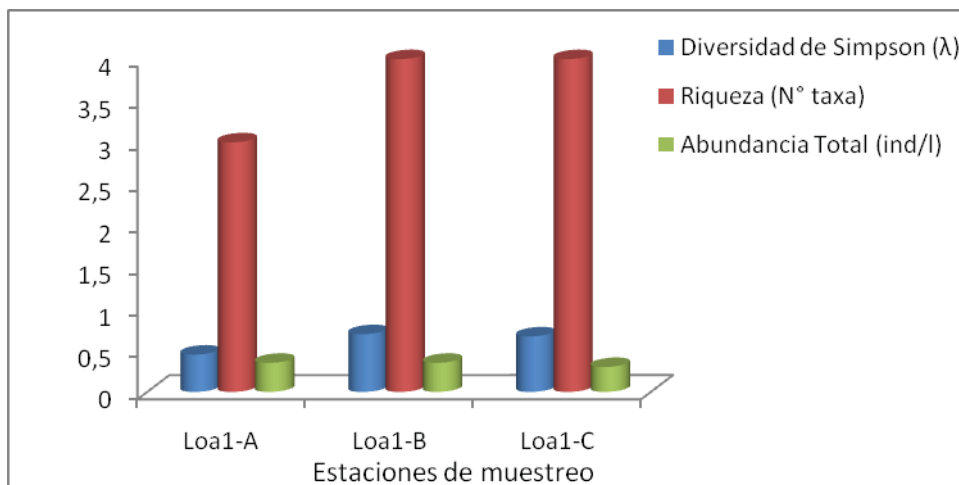
La riqueza del zooplancton en el área de estudio, presentó un promedio de $3,6 \pm 0,47$ taxa, con un mínimo de 3 taxa en la estación Loa1-A y un máximo de 4 taxa en las estaciones Loa1-B y C.

De la misma forma la diversidad de Simpson siguió un patrón similar al de la riqueza con mínimo en la estación Loa1-A y máximo en la estación Loa1-B.

Tabla 2.4-67. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)

Taxa		Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Rotifera	<i>Asplanchna sp</i>	0	0	0,05
	<i>Keratella sp</i>	0	0	0,15
Copepoda	Canthocamptidae	0,05	0,05	0
	<i>Boeckella sp</i>	0,25	0,1	0
	<i>Nauplius</i>	0	0,05	0,05
Diptera	Chironomidae	0,05	0,15	0,05
Abundancia Total (ind/l)		0,35	0,35	0,3
Riqueza (N° taxa)		3	4	4
Diversidad de Simpson (λ)		0,449	0,694	0,667

Figura 2.4-18. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Invierno de 2011 (Agosto)



Campaña de Verano

En la Campaña primavera-verano de 2011, se registraron 4 taxa correspondientes a euplancton (Tabla 2.4-68). Dado que sólo se encontró organismos zooplanctónicos en el sector, no se encontró patrón de distribución de la abundancia total y relativa

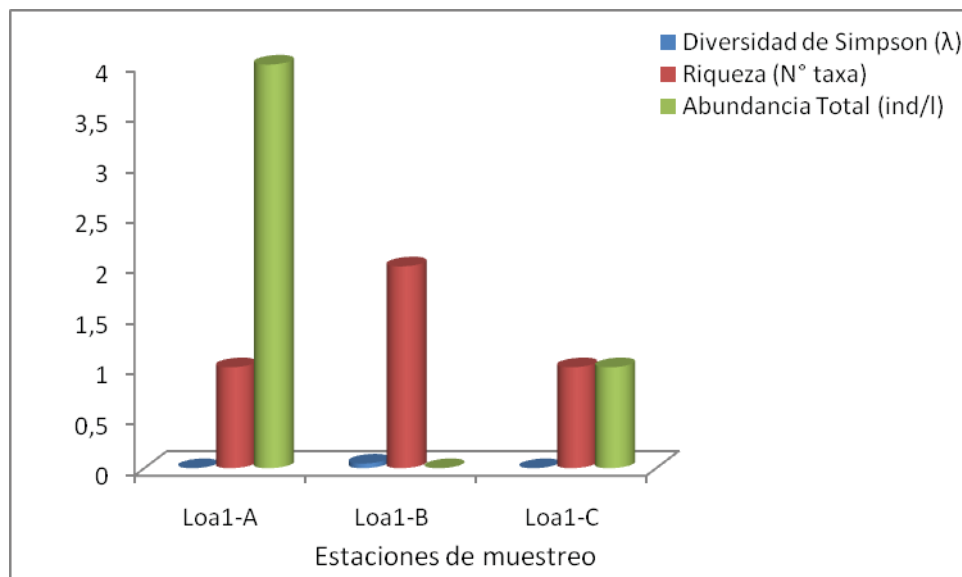
La riqueza del zooplancton en el área de estudio presentó un mínimo de 1 taxa en la estación Loa1-C y un máximo de 2 taxa y el estado larvario de copépodos (*Nauplius*) en la estaciones Loa1-A.

De la misma forma la diversidad de Simpson, no mostró ningún patrón alcanzándose una diversidad mínima en la estación Loa1-C y una máxima en la estación Loa1-A.

Tabla 2.4-68. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)

Taxa		Loa1-A	Loa1-B	Loa1-C
Rotífera	<i>Asplanchna sp</i>	0	0	1
Cladocera	<i>Ceriodaphnia sp.</i>	1	0	0
Copepoda	<i>Diaptomus</i>	1	0	0
	<i>Nauplius</i>	2	0	0
Abundancia Total (ind/l)		4	0	1
Riqueza (N° taxa)		2	0	1
Diversidad de Simpson (λ)		0,5	-	0

Figura 2.4-19. Abundancia Promedio (ind/l) y Parámetros Comunitarios del Zooplancton registrado en las Estaciones analizadas en Verano de 2011 (Diciembre)



• Fauna Íctica

Durante las campañas de terreno no se capturaron especies ícticas con la pesca eléctrica. Esto se debe a las características de la conductividad del Río.

Los escasos antecedentes acerca de la fauna íctica de agua dulce en la cuenca del río Loa, hacen mención a la presencia de cinco especies de peces de agua dulce en la cuenca, a saber dos especies nativas: *Basilichthys semotilus* (CONAMA, 2000) y *Mugil cephalus* (Campos et al., 1998), y tres introducidas: *Gambusia affinis* (CONAMA, 2000), *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss* (Pumarino, 1978, Vila et al., 1999).

2.4.3.5. Conclusiones

Sector RT

En este sector se localiza el Salar de Cere. Durante las dos campañas de terreno, prácticamente no se registró presencia de agua superficial. Desde este punto de vista, el área no presenta sensibilidad ambiental para la componente limnológica.

Sector Planta Desaladora - RT

En general se observa que los segmentos de los sistemas acuáticos analizados, mostraron características acordes con sistemas del Norte de Chile, con altas concentraciones de sales. Sin embargo, cabe destacar, que en base a los parámetros de calidad de agua analizados, los sistemas tendrían limitaciones tanto para su uso como para el desarrollo de las comunidades acuáticas, registrándose altas concentraciones de sales disueltas, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfato, boro y arsénico, no alcanzando los criterios mínimos para agua de riego (NCh 1.333). En términos microbiológicos las aguas no presentarían riesgo para la salud.

Se observó una baja riqueza y abundancia de los diferentes ensambles biológicos (fitobentos, fitoplancton, zooplancton, fauna bentónica y fauna íctica), lo cual es característico de este tipo de ambientes acuáticos, donde las comunidades susceptibles a desarrollarse son moduladas por las características estresantes del ambiente hipersalino (Vila y Mühlhauser, 1987).

En todas las estaciones de muestreo, se registró dominancia de diatomeas para los ensambles de fitobentos y fitoplancton. El ensamble de fauna bentónica mostró una dominancia de Dípteros de la Familia Chironomidae y Simuliidae, mientras que en el ensamble del zooplancton, se observaron dominancias alternadas de distintos taxa pertenecientes a rotíferos y copépoda. Por otra parte, la comunidad íctica estuvo prácticamente ausente de las campañas realizadas, lo que indicaría que se trata de una comunidad reducida o que, de estar presente, habita en sectores distantes a las estaciones que se monitorearon en este estudio.

Aun cuando existe un ligero cambio en la localización de las estaciones de muestreo en el río Loa entre la campaña de invierno y verano, las comunidades acuáticas fueron similares en términos espaciales y estacionales dentro de cada estación de muestro.

2.4.3.6. Referencias Bibliográficas

- ARAYA J y L ZÚÑIGA. 1985. Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. Boletín Informativo Limnológico (Chile) 8: 1-110.
- ARRATIA G. 1981 Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Mus. Nac. Hist. Natur. Chile. Publ. Ocasional. 34: 3-108.
- BAHAMONDE, N., A. CARVACHO, C. JARA, M. LÓPEZ, F. PONCE, M.A. RETAMAL & E. RUDOLPH. 1998. Categorías de conservación de Decápodos nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 91-100.
- BAIN M.B., Finn J.T. & H.E. Booke.1985. Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. North American Journal of Fisheries Management.5: 499-506.
- BERTRAND H. 1995. Les insectes aquatiquesd"Europe.EncyclopédieEntomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul LechevalierEditeur (Paris). 543 pp.
- CADE-IDEPE, 2004 Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca Río Loa
- CAMOUSSEIGHT A. 2006. Estado de conocimiento de los efemerópteros de Chile. Gayana Zoología 70(l):50-56.
- D.S. 151. 2007. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia. Primer Proceso de Clasificación de especies silvestres según Categoría de Conservación.
- D.S. 50. 2008. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia. Segundo Proceso de Clasificación de especies silvestres según Categoría de Conservación.
- D.S. 51. 2008. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia. Tercer Proceso de Clasificación de especies silvestres según Categoría de Conservación.
- D.S. 23. 2007. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia. Cuarto Proceso de Clasificación de especies silvestres según Categoría de Conservación.
- D.S. 33. 2007. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia. Quinto Proceso de Clasificación de especies silvestres según Categoría de Conservación.
- FERNANDEZ H.R y E. DOMÍNGUEZ. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. pp. 13-282.
- DOMÍNGUEZ E. y H. R. FERNÁNDEZ (eds.). 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina, 656 pp.
- FULTON T. 1902. Rate of growth of sea fishes. Sci. Invest. Fish. Div. Scot.Rept.20.
- JARA C, RUDOLPH E. y E. GONZÁLEZ. 2006. Estado de conocimiento de los crustáceos malacostracos dulceacuícolas de Chile. Gayana Zoología 70(l):40-49.
- JEREZ V. y MORONIL J. 2006. Diversidad de coleópteros acuáticos en Chile. Gayana 70 (1): 72-81.

- KRAMMER K. y LANGE-BERTALOT H. 1986-1991. Bacillariophyceae 1.(1986); Bacillariophyceae 2 (1988); Bacillariophyceae 3 (1991); Bacillariophyceae 4 (1991). En: Ettl, H. et al., (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, G. Fischer, Jena.
- KREBS, C.J. 1999. Ecological Methodology, 2nd ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc.
- LANGE-BERTALOT H. 2001. Diatoms of Europe. Navicula sensu stricto 10 Genera Separated from Navicula sensu lato. Frustulia. Lange Bertalot (ed.). 526 pp.
- LOPRETTO E.C. y G. TELL. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, República Argentina.
- LUGO-ORTIZ C.R. y W.P. MCCAFFERTY. 1995. Taxonomy of the north and sector american species of Camelobaetidius (Ephemeroptera: Baetidae). Entomological News. 106 (4): 178-192.
- MALTAIS M.J. y W. VINCENT. 1997. Periphyton community structure and dynamics in a Subarctic lake. Canadian Botany, 75, 1556- 1569.
- MERRIT R.W y K.W CUMMINS. 1996. An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862 pp.
- NCh1333.Of78. Norma Chilena Oficial "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos" Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile. 9 pp.
- NIEMEYER, H. & P. CERECEDA. 1984. Hidrografía. Geografía de Chile. Tomo VIII. Editado por Instituto Geográfico Militar. Chile. 320 pp.
- PARRA O., GONZALEZ M., DELLAROSSA V., RIVERA P. y M. ORELLANA. 1982a. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Cyanophyceae. ED. Universidad de Concepción.
- PARRA, O., M. GONZALEZ; V. DELLAROSSA, P. RIVERA y M. ORELLANA. 1982b. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Chrysophyceae-Xanthophyceae. ED. Universidad de Concepción.
- PARRA, O., M. GONZALEZ; V. DELLAROSSA, P. RIVERA y M. ORELLANA. 1982c. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Cryptophyceae-Dinophyceae-Euglenophyceae. ED. Universidad de Concepción.
- PARRA O., GONZALEZ M. y V. DELLAROSSA. 1983. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Chlorophyceae. ED. Universidad de Concepción.
- PENNAK, R.W. 1989. Freshwater invertebrates of the United States: Protozoa to Mollusca. John Wiley, New York. 628 p.
- PUMARINO H. 1978 El Loa, Ayer y Hoy. Editorial Universitaria. Santiago Chile. 97 pp.
- RAVEN, P.J., P.J. BOON, F.H. DAWSON y A.J.D. FERGUSON. 1998. Towards an integrated approach to classifying and evaluating rivers in the UK. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 8: 383-393.
- RIVERA P. 1983. A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Bibliotheca Diatomologica Vol. 3, 386 pp.

- ROLDAN, G. y J. RAMIREZ. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Segunda Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín
- ROLDÁN, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23 (88): 375-387.
- ROLDÁN, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Primera Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. 170 pp.
- ROJAS F. 2006. Estado de conocimiento de los tricópteros de Chile. Gayana Zoología 70(1): 65-71.
- ROUND F.E., CRAWFORD R.M. y MANN D.G. 1996. The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 735 pp.
- RUMRICH U., LANGE-BERTALOT H. y M. RUMRICH. 2000. Iconographia Diatomologica 9. Diatomeen der Anden (von Venezuela bis Patagonien/ Tierra del Fuego). LangeBertalot (ed.). 671 pp.
- SABATER, S. 1984. Análisis de la sucesión de una comunidad fitobentónica de un río. Limnética 1:148-152.
- SIMONSEN R. 1987. Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Frederich Hustedt, Vol 1, 2 y 3. J. Cramer, Gerbrüder Borntraeger Berlin – Stuttgart.
- VALDOVINOS C y O PARRA. 2006. La Cuenca del Río Biobío. Historia Natural de un Ecosistema de uso Múltiple. Publicaciones Centro EULA.
- VERA A. Y A. CAMOUSSEIGHT. 2006. Estado de conocimiento de los plecópteros de Chile. Gayana Zoología 70(1)57-64.
- VILA I, R. PARDO, B. DYER Y E. HABIT. 2006. Peces Limnicos: Diversidad, origen y estado de conservación en Macrofitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile (I. Vila, A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramírez Eds.).
- VILA I. y R. PARDO. 2006. Peces Límnicos en Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente 306-311 p.
- VILLALOBOS L. 2006. Estado de conocimiento de los crustáceos zooplanctónicos dulceacuícolas de Chile. Gayana Zoología 70(1)31-39.
- VINEBROOKE R. Y P. LEAVITT. 1998. Differential responses of littoral communities to ultraviolet radiation in alpine lake. Ecology.
- WETZEL, R.G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. Third Ed. Academic Press, San Diego. xvi, 1006 pp.