

ESPACIO BIOECOLOGICO

CONSULTORES

CARLOS GUERRA. BILOGO

ALEJANDRA MALINARICH. INGENIERO EN ACUICULTURA

INDICE

1	Recopilación de Antecedentes del Área	3
1.1	Descripción general del área	3
1.2	Aspectos Climáticos	5
1.3	Aspectos hidrológicos	6
1.4	Características y calidad sanitaria de aguas de bofedales y vegas del área andina Chilena	7
1.5	Descripción de las zonas biogeográficas con relación al Área de influencia del proyecto	12
	1.5.1. Desierto de los aluviones	13
	1.5.2. Desierto de la Cuenca superior del río Loa	13
	1.5.3. Desierto montano de la cordillera de Domeyko	13
1.6.	Fauna presente en la Región con énfasis en el área de emplazamiento del proyecto	14
	1.6.1. Catastro de Flora y Fauna (según Comisión Flora y Fauna CONAMA, 2000)	14
1.7	Flora y Fauna de la Región según su estado de conservación	17
2	Campaña de terreno	21
3	Uso actual y potencial de los recursos naturales	21
3.1	Recursos naturales y su estado de “conservación”	21
3.2	Capacidad de diferentes usos de suelo	21
3.3	Listado de actividades que se realizan en el área de influencia del proyecto	22
4	Identificación de Fuentes de impacto actuales y potenciales	22
4.1	Aire	22
4.2	Suelo	23
4.3	Agua	23
5	Conclusiones y Sugerencias	24

ANTECEDENTES BIO - ECOLOGICOS

1 Recopilación de Antecedentes del Área

1.1 Descripción general del área

En el Desierto de Atacama desde su margen Oeste, subiendo desde la costa de Antofagasta hacia la Cordillera de los Andes, se aprecian los cambios que se producen en el paisaje de acuerdo al gradiente altitudinal. Las formas redondeadas, con múltiples colores y descubiertas de toda vegetación, empiezan a intercalarse con grandes conos volcánicos, profundas quebradas, fosas tectónicas cubiertas de sales, cerca de las que aves y mamíferos se alimentan de pastos, insectos y crustáceos pequeños y agua que escurre desde la cordillera (Romero *et al*, 1997).

En este vasto territorio altiplánico de Antofagasta, coexisten hoy en día, las mismas culturas que se tornaron más sedentarias hace más de 4.000 años, junto a las mejores expresiones de modernidad, como son la ciudad de Calama y la mina de cobre de Chuquicamata, las que embebidas de un espíritu de progreso y crecimiento, usan y manejan los recursos naturales, en una búsqueda creciente de rentabilidad y optimización económica (Romero *et al*.1997).

Con el pasar de los años, el cambio en los sistemas naturales ha sido constante, en un contexto casi permanente de escasez de agua, lo que ha acentuado la competencia por su detección y aprovechamiento.

En el árido paisaje de la II Región existe una extensa área comprendida por la cuenca del río Loa que alberga la ciudad de Calama, así como algunos pueblos pequeños (Chiu – Chiu), todo lo cual rompe con este patrón árido, por ser evidentemente diferente al resto del territorio reconocido principalmente por su sequedad, como el Desierto de Atacama. En efecto, se sitúan en esta cuenca, verdaderos oasis en donde se representan la vegetación que surge en este paisaje.

Esta área está representada por la cuenca del río Loa, la que junto a la cuenca del Salar de Atacama, viene a conformar una de las unidades ambientales más sobresalientes de la II Región de Antofagasta.

El río Loa con una superficie total de 29.700 km² aproximadamente, es el de mayor longitud del país, abarcando una distancia de más de 400 km desde su nacimiento en la cordillera de los Andes en las vegas que rodean las faldas del Volcán Miño (Demetrio L., 1989), hasta llegar a su desembocadura en el Océano Pacífico, y cuyo tramo final, posterior a Quillagüa, demarca naturalmente el límite entre la II y la I Región (CONAMA, 2000).

Este río se desarrolla entre los 21° 01' y 23° 50' de Latitud Sur, limitando por el Oriente con las cuencas de los Salares de Carcote y Ascotán, y con el vecino país Bolivia; por el Sur con las cuencas del Salar de Atacama y la quebrada de Caracoles; al Norte con la Pampa del Tamarugal y cordillera de la Costa por el Oeste (Espejo, 1999).

El río Loa recibe el aporte de aguas tanto superficiales como subterráneas, a lo largo de su extenso recorrido. Los afluentes superficiales de mayor importancia comenzando desde la parte superior del río hacia aguas abajo son:

- Río *San Pedro de Inacaliri*, que antiguamente alimentaba al río Loa con un caudal significativo, sin embargo actualmente ya no lo hace.
- Posteriormente, luego de pasar por el poblado de Chiu – Chiu se incorpora, el río *Salado* que como su nombre sugiere posee características físico – químicas particulares debido a su origen en el campo geotérmico de El Tatio y otras fuentes termales.
- Finalmente, hacia el curso medio – inferior se incorpora, el río *San Salvador* el que también posee características singulares y se origina subterráneamente en las cercanías de la ruta que une la ciudad de Calama con el complejo minero de Chuquicamata. Este río desde su origen corre en forma paralela al río Loa hasta que se encuentran en el sector de Chacance o Coya Sur.

El Río Loa sustenta una variada flora y fauna silvestre, que utiliza a este curso de agua como hábitat de relevancia para sus necesidades de reproducción y alimentación (CONAMA, 2000).

Algunas de las especies de flora y fauna silvestres que habitan la cuenca del río Loa y su entorno se encuentran incluidas dentro de las especies que presentan problemas de conservación. Además de las especies animales con problemas de conservación, se encuentran muchas otras que si bien, no se encuentran incluidas en este grupo, sin embargo, se encuentran protegidas por Ley, debido a que presentan densidades poblacionales reducidas o debido a su importancia en la mantención del equilibrio del ecosistema y además, por ser beneficiosas para la actividad agropecuaria (CONAMA, 2000).

Como otro punto importante se debe mencionar la importancia de esta cuenca que desde la época prehispánica ha contribuido a la subsistencia de establecimientos humanos a su alrededor, sustentando de esta manera actividades agropecuarias.

Por otro lado, de manera más reciente, en los alrededores de la cuenca se ha ubicado una serie de actividades minero – industriales de gran envergadura e importancia económica, que de una u otra manera han realizado un aprovechamiento de los recursos hídricos y de los terrenos adyacentes a la cuenca del río Loa.

1.2 Aspectos Climáticos

El altiplano Chileno es el margen meridional – occidental del Gran Altiplano Sudamericano Peruano – Boliviano. Como tal, sus características climáticas generales, tiene igual génesis y dinámica temporal. Sin embargo, su carácter marginal, implica una especificidad y diversidad marcada, respecto del resto de la región altiplánica (Romero *et al*, 1997).

El conjunto de los elementos diferenciadores del Altiplano de la Región de Antofagasta, lo definen como un sector transicional, entre los dos grandes sistemas climáticos que afectan a gran parte del país. El continental – estival, desde la región altiplánica al norte, y el frontal – occidental, desarrollado progresivamente en dirección al Sur. En cualquier caso, el componente continental – estival representa un porcentaje variable entre el 50 y 80% del total de precipitaciones del área.

Las precipitaciones que en cada verano afectan al Altiplano, tienen su origen en los alisios que acarrearán gran cantidad de humedad proveniente desde el Atlántico Tropical, la cual es transportada por la circulación continental ligada a la Alta de Bolivia. Esta configuración coincide con la presencia de intensa actividad convectiva, en especial sobre las cadenas montañosas, producida por fuerte radiación basal, con un gradiente vertical de temperatura superadiabático en los primeros 500 a 1.000 m sobre la superficie, generándose convección húmeda y precipitación (Fuenzalida y Rutllant, 1986).

En la última década, se han detectado fuertes eventos lluviosos en los años 1975, verano de 1984 y verano de 1987. Desde dicha fecha a la actualidad, se ha vivido una prolongada sequía, con inusuales nevazones invernales, en los años 1983, 1992 y 1993. Estas últimas parecen ser causadas por una ciclo génesis de barlovento que afecta a frentes que se desplazan de Norte a Sur (Romero *et al*, 1997).

Se postula que la incidencia del fenómeno El Niño, implica menores precipitaciones estivales de origen Norte y Este y mayores lluvias invernales en la región altiplánica de Antofagasta. El incremento de las precipitaciones invernales y primaverales, de origen frontal occidental, puede alcanzar un carácter catastrófico en la costa del Pacífico, produciendo inusuales nevazones en la cordillera de los Andes (Romero *et al*, 1997).

Al año siguiente de la ocurrencia del fenómeno El Niño, se restablecen las condiciones “normales” de circulación, las que junto a eventos cálidos en el Atlántico, han implicado fuertes precipitaciones estivales de origen continental, tales como en 1984 al año siguiente del mayor Niño del siglo pasado (1982-83)

La mantención de condiciones similares a las de años Niño, por períodos de tiempo prolongado, implicaría períodos de sequía en el Altiplano, acompañados de mayores temperaturas, tales como los observados en la última década (Rivera y Romero, 1993).

La precipitación media en la cuenca del río Loa, varía debido a su gran extensión. En el mismo sector bajo (más cercano a su desembocadura) la precipitación es prácticamente nula hasta la altura de Quillagüa. Hacia el interior se observa un aumento progresivo, llegando a 300 mm anuales en las partes altas, con una concentración de las precipitaciones entre los meses de Enero a Marzo en lo que se denomina “Invierno Altiplánico” .

La temperatura media en la zona baja es del orden de 18 °C, decrece hacia la zona alta, alcanzando valores de 13 y 2 °C en las estaciones de Calama, Caspana, y Linzor respectivamente. La variación de la temperatura presenta máximas de 21 °C en Coya Sur y 6 °C en Inacaliri, y mínimas de invierno de 14 °C y 3 °C, respectivamente (CONAMA, 2000).

La evaporación media en el sector del litoral es de 6 mm/día, aumentando hacia el interior, observándose mayores tasas a la altura de Calama (10 mm/día), Conchi (5 mm/día) y San Pedro (7mm/día). Hacia la parte más alta se observa un descenso de la evaporación (Espejo, 1999).

1.3 Aspectos hidrológicos:

Las cuencas altoandinas de la región en estudio, se caracterizan por ser del tipo endorreico, donde es posible encontrar en sus depresiones salares y sectores lagunares importantes, y son irrigadas temporalmente, dando origen a vegas y bofedales, que ofrecen una importante dinámica ecológica tanto desde el punto de vista de la capacidad de carga de avifauna y resto de fauna terrestre silvestre, como para la sustentabilidad en el uso antrópico de estos significativos recursos de pastoreo y desarrollo de ganado caprino y auquénido. Estas cuencas se desarrollan en la zona de la Puna de Atacama, presentándose también hacia el norte, como es el caso de las cuencas de los salares de Ascotán – Carcote, y hacia el sur del Salar de Punta Negra (CONSECOL, 1986).

Es importante señalar que estas cuencas altoandinas, presentan los mayores volúmenes potenciales de aprovechamiento de aguas, fundamentalmente de sus napas confinadas. Sin embargo, los valores de recarga están en función de altas variaciones de los aportes hídricos, tanto en el punto de vista temporal como espacial. Lo anterior ha llevado a diferentes autores a postular que ciertos sectores del Altiplano de la región poseerían aguas calificadas como fósiles, pues provendrían en sus orígenes, de las paleolagunas que aquí se desarrollaron, bajo condiciones climáticas más húmedas que las que actualmente se conocen.

Los recursos hídricos que están disponibles en la Región de Antofagasta, son en su gran mayoría no potables, por el alto contenido de diversos componentes tóxicos (Arsénico y Boro), los cuales se encuentran ligados fundamentalmente a rocas volcánicas cenozoicas que prevalecen en el territorio andino oriental, particularmente de centros volcánicos más recientes o con actividad latente. El Arsénico estaría principalmente relacionado con el volcanismo andesítico, mientras el Boro, lo estaría particularmente con el volcanismo latente riolítico a dacítico. Ambos se incrementarían extraordinariamente en áreas de volcanismo latente activo, como en el caso de las aguas de los geysers de El Tatio (ESSAN 1992).

Las contaminaciones por sólidos disueltos, con la inclusión de cloruros y sulfatos, resultan de baja cuantía en las cabeceras de las hoyas altoandinas y se incrementan gradualmente en la medida del avance de los recursos hídricos aguas abajo (Romero *et al*, 1997).

Las aguas subterráneas poseen una característica hidroquímica bastante similar a las aguas superficiales, con importantes cantidades de Arsénico, Boro, sulfatos, cloruros y

sólidos disueltos. Esta agua se encuentra en general a gran profundidad y cuando se trata de aguas subterráneas con recorridos cortos o poco distantes, poseen una buena calidad química, superior a la de los probables acuíferos más profundos de menor calidad inferida (Romero *et al*, 1997).

1.4 Características y calidad sanitaria de aguas de bofedales y vegas del área andina Chilena

En las áreas pre-cordillerana y altiplánica de la zona andina chilena la característica común es la escasez del recurso agua. El régimen hídrico, conformado por afloramientos que dan origen a ríos y vertientes, ha condicionado la existencia de sistemas vegetacionales conocidos con el nombre de bofedales y vegas, que se establecen en un ambiente edáfico principalmente orgánico, caracterizado por una condición hídrica de saturación permanente (Castro *et al*, 1993).

Los bofedales, conformados por especies de juncáceas en cojines, predominan en la I Región; en tanto que en la II Región, la predominancia corresponde a vegas, estrata herbácea diferenciada de acuerdo a distintos niveles de salinidad. Este tipo de vegetación es utilizado para pastoreo de ganado camélido – bovino, que corresponde a la principal actividad productiva de una población Aymará reducida y de otras entidades pobladas de la zona. Por la lejanía e inaccesibilidad del lugar, prácticamente no se tiene antecedentes sobre la calidad de las aguas, desde el punto de vista de contaminación bacteriológica, situación que ciertas comunidades de la zona perciben como responsable de problemas de salud (Sancha *et al.*, 1992)

En la mayoría de los poblados rurales en el mundo, la falta de suministros de calidad sanitaria apta para el consumo humano, es una situación común (WHO, 1981), principalmente en poblados dispersos localizados en zonas remotas, donde es difícil establecer sistemas de tratamiento y control rutinario de la calidad del agua.

Un trabajo realizado por el Centro Internacional de investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC) ha incentivado a nivel mundial el uso de metodologías simples que permitan calificar en el terreno, la calidad sanitaria de las fuentes de agua (Dutka y El Shaarawi, 1990).

Con el fin de establecer una visión general de la calidad de los recursos hídricos de la zona, se recopiló antecedentes producidos por una evaluación preliminar de la calidad bacteriológica de bofedales y vegas del área andina de la primera y segunda región de Chile, realizada mediante un sistema simplificado, propiciado por IDRC, que se ha aplicado en sistemas rurales de las zonas central y sur del país (Castillo y Duarte, 1992).

La dirección General de Aguas y su Clasificación

El trabajo realizado por Castro y Colaboradores en 1993, forma parte de un catastro de sistemas acuáticos de altura realizado para la Dirección de Aguas, con la participación del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Calificación

Con los resultados de verificación del ensayo del H2S la DGA procedió a una calificación sanitaria de las aguas, según el siguiente criterio:

Clase A: Buena calidad bacteriológica por presentar ausencia de color y de bacterias coliformes totales y fecales.

Clase B: Calidad bacteriológica incierta por presentar presencia de color negro y bacterias coliformes totales, en ausencia de bacterias coliformes fecales.

Clase C: Mala calidad bacteriológica por presentar presencia de color negro y bacterias coliformes totales y fecales.

Las muestras analizadas por metodología rutinaria fueron clasificadas según su aptitud para agua potable y uso en riego según los criterios establecidos por norma nacional (NCh 409 Of. 84 y NCh 1333 Of. 78 del Instituto Nacional de Normalización. INN, Chile)

Tabla 1. CARACTERIZACIÓN SANITARIA BOFEDALES 1ª REGIÓN – CHILE

MUESTRA N°	FECHA	CUENCA	SUBCUENCA	NOMBRE	USUARIO *	USOS	CT	CF	CLASE
24	Abr-93	ALTIPLANO	L. Chungará	Mal Paso	Ajata	Pastoreo	+	+	C
25			Río Lauca	Desaguadero	Parinacota	Pastoreo	-	-	A
26			Río Lauca	Parinacota	Parinacota	Pastoreo	-	-	A
27			Río Lauca	Churiguayo	Guallatire	Pastoreo	-	-	A
28			Río Lauca	Ancuta	Ancuta	Pastoreo	+	+	C
30			Río Lauca (1)	Nasahuento/Chall.	Nasahuento	Pastoreo	+	+	C
31			Río Lauca (1)	Visviri	Visviri	Pastoreo	+	-	B
32			Río Lauca (1)	Chañupalca	Chañupalca	Pastoreo	+	-	B
33			Río Lauca (1)	Ulluni	Chañupalca	Pastoreo	-	-	A
34			Río Lauca (1)	Pacharaque	Caquena	Pastoreo	+	-	B
38			Río Lauca (1)	Caquena	Caquena	Pastoreo	+	+	C
29			Río Lauca (1)	Huaylas Castilluma	Putre	Pastoreo	+	+	C
35		RIO LLUTA	Río Lauca (1)	Grande Pauta	Colpitas	Pastoreo	+	-	B
36			Río Lauca (1)	Choquinanta	Pauta	Pastoreo	+	-	B
37			Río Lluta alto	Ancocalane	Ancocalane	Pastoreo	+	+	C
39		ALTIPLANO	Río Lauca	Misitune	Misitune	Pastoreo	+	+	C
40			Río Lluta	Japu	Guallatire	Pastoreo	+	-	B
41			Río Lauca	Paquisa	Guallatire	Pastoreo	-	-	A
42			Sañar Surire	Salar Surire	Surire	Pastoreo	-	-	A
45			Río Lauca (2)	Jalsuri	Isluga	Pastoreo	+	+	C
43			Sencata/Sacaya	Parajaya Pansuta	Ancochulpa	Pastoreo	-	-	A
44			Sencata/Sacaya	Paserijo	Vilacoyo	Pastoreo	+	+	C
46			Sencata/Sacaya	Chuyuncane	Chuyuncane	Pastoreo	+	+	C

47	May-93		Sencata/Sacaya	Umiña	Anquake	Pastoreo	+	+	C
48		PAMPA DEL	Qbda. Tarapacá	Cóndor Chojona	Cultane	Pastoreo	+	-	B
49		TAMARUGAL	Qbda. Tarapacá	Tangani	Cultane	Pastoreo	+	-	B
50			Qbda. Tarapacá	Aguas Calientes	Lirima	Pastoreo	+	+	C
66		RIO LOA	Río Loa (3)	Copaquire	Copaquire	Pastoreo	+	-	B
51			Río Loa Alto	Chalvire	Lirima	Pastoreo	+	+	C
52		ALTIPLANO	Sencata/Sacaya	Canto	Cancosa Cancosa y Li	Pastoreo	-	-	A
54			Salar Huasco	Lagunillas	Li	Pastoreo	+	+	C
53			Salar Huasco	Coyacagua			+	+	C
55			Salar Huasco	Huasco Grande	Huasco	Pastoreo	-	-	A
56			Salar Coposa	Coposa	Coposa	Pastoreo	-	-	A

SIMBOLOGÍA CT: COLIFORMES TOTALES CF: COLIFORMES FECALES

CLASE A: BUENA CALIDAD BACTERIOLÓGICA – AUSENCIA DE CONTAMINACIÓN
FECAL

B: CALIDAD BACTERIOLÓGICA SOSPECHOSA – CONTAMINACIÓN
INDETERMINADA

C: MALA CALIDAD BACTERIOLÓGICA – CONTAMINACIÓN FECAL

(*): Entidad poblada
(1): Entre límite Perú, Bolivia y río Lauca
(2): antes río Guallatire
(3): entre río Salado y Quebrada Barrer

Tabla 2. CARACTERIZACIÓN SANITARIA VEGAS 2ª REGIÓN – CHILE

MUESTRA	FECHA	CUENCA	SUBCUENCA	NOMBRE	USUARIO	USOS	CT	CF	CLASE
---------	-------	--------	-----------	--------	---------	------	----	----	-------

N°									
1	Ene-93	SALAR DE	Salar de Atacama	Tulan	Peine	Pastoreo	-	-	A
2		ATACAMA	Salar de Atacama	Tarajne	Peine	Pastoreo	+	+	C
3		(1)	S. Pta. Negra	De las Zorras	Peine	Abandonad	-	-	A
4		(4)	Aguas Calientes	Aguas Calientes	Socaire	Pastoreo	-	-	A
5		SALAR DE	S. Atacama	Cas	Socaire	Pastoreo	-	-	A
6		ATACAMA	S. Atacama	Talabre	Talabre	Pastoreo	+	-	B
7.8		(4)	S. Aguas Caliente	Sucultur	Talabre	Pastoreo	-	-	A
9		(4)	S. Aguas Caliente	Chamaca	Talabre	Pastoreo	+	-	B
10		(4)	S. Aguas Caliente	Pili o Río Negro	Talabre	Pastoreo	-	-	A
11.12		(2)	Salar Tara	Tara	Talabre	Pastoreo	-	-	A
13		(2)	Salar Tara	Poquis	Talabre	Abandonad	-	-	A
14		(4)	Lag. Parico	Quepiaco	Talabre	Pastoreo	-	-	A
15		SALAR DE	Río San Pedro	Lican	Río Grande	Pastoreo	+	+	C
18		ATACAMA	Río San Pedro	Putana	Río Grande y Machuca	Pastoreo	+	-	B
16		RIO LOA	Río Loa Alto	Tatio	Caspana	Pastoreo	-	-	A
17			Río Loa Alto	Tatio	Caspana	Pastoreo	-	-	A
19			Río Loa Alto	Campament	Caspana	Pastoreo	-	-	A
20.21	Feb-93		Río Loa Alto	Incahuasi	Caspana	Pastoreo	+	+	C
22			Río Loa Alto	Cabana	Toconce	Pastoreo	+	-	B
23			Río Loa Alto	Caspana	Caspana	Pastoreo	+	-	B
57	May-93	(3)	Río Loa Alto	Ayquina	Ayquina	Pastoreo	+	-	B
58		(3)	Salar Carcote	Cuchicha	Ollagüe	Pastoreo	+	+	C
59		(3)	Río Loa Alto	Chalhuire	Ollagüe	Pastoreo	-	-	A
60		(3)	Salar Ollagüe	Amincha	Amincha	Pastoreo	+	+	C
61		(3)	Salar Ollagüe	Del Inca	Ollagüe	Pastoreo	+	+	C
62		(3)	Salar Ascotan	Cebollar	Ollagüe	Pastoreo	+	+	C
63.64		(3)	Salar Ollagüe	Alconcha	Ollagüe	Pastoreo	+	-	B
65		(3)	Salar Ollagüe	Puquios	Ollagüe	Pastoreo	+	-	B
		ALTIPLANIC	S. Michincha	Ujina	Ujina	Abandonad	-	-	A

SIMBOLOGÍA CLASE CT: COLIFORMES TOTALES CF: COLIFORMES FECALES
A: BUENA CALIDAD BACTERIOLÓGICA-AUSENCIA DE CONTAMINACIÓN FECAL
B: CALIDAD BACTERIOLÓGICA SOSPECHOSA-CONTAMINACIÓN INDETERMINADA
C: MALA CALIDAD BACTERIOLÓGICA-CONTAMINACIÓN FECAL
(*): Entidad poblada
(1): endorreica: Salar de Atacama-vertiente Pacífico
(2): fronteriza: Salar de Atacama – Socompa
(3): fronteriza: Salar Pichincha – Río Loa
(4): endorreica: Entre fronteriza y Salar de Atacama

Los resultados cuantitativos de coliformes totales y fecales de 17 muestras recolectadas en ambas regiones se muestran en la Tabla 3. De ellos se desprende que el nivel de contaminación es relativamente bajo, por lo que se pueden considerar como fuentes de agua potable de calidad sanitaria de buena a regular (NCh777Of.71. INN), sin embargo, la gran mayoría (13/17) no cumple con los requisitos de calidad bacteriológica para agua potable, estipulados por la norma chilena en vigencia (Of.84. INN). En ambos casos, estos resultados corroboran la caracterización obtenida de los ensayos simplificados realizados en el terreno (Tablas 1 y 2), sobre la necesidad de aplicar algún tipo de tratamiento de descontaminación, previo al consumo. Por restrictos como verduras y frutos crecidos a ras de suelo (NCh 1333 Of.78. INN).

**Tabla 3. CALIDAD BACTEREOLÓGICA VEGAS Y BOFEDALES SECTOR ANDINO
1ª Y 2ª REGIÓN – CHILE**

REGIÓN	NOMBRE	CT	CF	CALIFICACIÓN AGUA POTABLE*	CALIFICACIÓN RIEGO **
		NMP/100ML	NMP/100ML		
1ª	Condor Cho	23	6	no apta	apta
	Tangani	13	<2	no apta	apta
	Aguas				
	Calientes	6	6	no apta	apta
	Chalhuire	240	240	no apta	apta
	Canto	<2	<2	apta	apta
	Lagunillas	13	13	no apta	apta
	Huasco	240	62	no apta	apta
	Huasco				
	Grande	<2	<2	apta	apta
	Coposa	<2	<2	apta	apta
	Cuchicha	700	23	no apta	apta
	Chalhuire	6	<2	apta	apta
	Amincha	700	62	no apta	apta
	Del Inca	240	23	no apta	apta
	Cebollar	6	6	no apta	apta
	Alconcha	6	<2	no apta	apta
Puquios	62	<2	no apta	apta	
Ujina	<2	<2	apta	apta	

* NCh 409 Of.84, INN, Chile CT: COLIFORMES TOTALES

** NCh 1333 Of. 78 INN, Chile CF: COLIFORMES FECALES

1.5 Descripción de las zonas biogeográficas con relación al área de influencia del proyecto

Los organismos, vegetales y animales, comparten áreas geográficas en la medida en que han sido sometidos a similares exigencias ambientales a través de los procesos de la evolución con tiempos de varios miles a millones de años. Por esta razón, la coexistencia biológica durante estos procesos, ha generado múltiples puntos de convergencia en la definición de las estrategias y formas de vida, conformándose las asociaciones de flora y fauna que caracterizan los distintos lugares del planeta. Por estas circunstancias, las distintas zonas climáticas o altitudinales del planeta, poseen flora y fauna características y pueden ser definidas en función de la interacción de estas composiciones y los organismos que allí se desarrollan. Según Cabrera y Willink (1973) las grandes divisiones biogeográficas del planeta pueden no coincidir entre un enfoque basado en la vegetación y otro basado en la distribución animal, sin embargo, *la Región Neotropical*, que cubre el continente sudamericano, es coincidente tanto desde la perspectiva fitogeográfica, como zoogeográfica.

La alta diversidad de la Región Neotropical, se favorece por los variados compartimentos biogeográficos que presenta el continente, con precisas delimitaciones, cómplices de su diversidad geomorfológica bien estructurada. Cada compartimento permite subdividir la Región en *Dominios*, uno de los cuales corresponde a la zona en donde se ha establecido gran parte de las fronteras nacionales, especialmente la macrozona norte del país.

El Dominio *Andino Patagónico* contiene las provincias biogeográficas *Altoandina, Puneña, del Desierto, Chilena-central* y *Patagónica*. El Dominio se extiende desde las altas cordilleras de Venezuela y Colombia, a lo largo de las cordilleras y punas del Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, hasta Tierra del Fuego, incluyendo los desiertos costeros de Perú y Chile y la estepa patagónica desde Neuquen a Santa Cruz. En las Regiones tropicales y subtropicales está confinado a las grandes altitudes, no obstante se extiende hasta el mar en las costas de Perú y Chile.

La fauna se distingue por sus adaptaciones a condiciones de gran aridez, oscilación térmica de gran amplitud, alta exposición a la radiación solar, hecho que condiciona en muchos casos la actividad y utilización de ambientes a la nocturnidad y utilización de grietas y cuevas, respectivamente. Los animales más característicos son los roedores, varios de los cuales son exclusivos del Dominio, junto a los camélidos sudamericanos como llamas, alpacas, vicuñas y guanacos.

Dentro de la especificidad de las zonas biogeográficas de Chile, a lo menos tres propuestas clasificatorias han mostrado una mayor aceptación en los últimos años. Sin embargo entre estas tres, la que se basa precisamente en la conformación de las comunidades de vida silvestre y disponibilidad de agua (Mann, 1960) es la de menor utilización por los investigadores nacionales. Las clasificaciones mas frecuentemente utilizadas son la de Di Castri (1968) y Gajardo (1983, 1987, 1992).

Para las áreas que nos preocupan, Di Castri (1968) las clasifica como *Zona de Tendencia Desértica* y *Zona de Tendencia Tropical de Altura*, incluyendo en la primera la *Región Desértica Litoral* y la *Región Desértica Interior*, y en la segunda, a la *Región Tropical Marginal* y a la *Región Tropical de Altura*, como se describió anteriormente. No obstante esta aproximación, Gajardo (1992) estructura esta misma área con un mayor detalle, dentro de la unidad *Región del Desierto* y varias sub-regiones.

El área de influencia del proyecto se encuentra dentro de la Región del Desierto, la que según Gajardo 1992, se subdivide de la siguiente forma:

REGIÓN DEL DESIERTO
Sub Región del Desierto Absoluto

1.5.1. Desierto de los aluviones

Presenta una formación de substratos más secos, sueltos y con menos cubierta vegetal, salvo algunos oasis, como el de Pica y Matilla (I Región) y Calama (II Región), que rompen la homogeneidad de su paisaje. Las comunidades características están representadas por: ***Phillipiamra pachyphylla*** – ***Hoffmanseggia ternata*** (Griasal – Culchao), comunidad de fisonomía típicamente desértica con escasa cobertura y gran pobreza florística; ***Atriplex imbricata*** (Ojalar); ***Atriplex atacamensis*** - ***Acantholippia trifida*** (Cachiyuyo – Oreganillo); entre otras.

El ambiente antes descrito se caracteriza por la escasa presencia de fauna. Entre las aves se puede observar especies de los géneros ***Muscisaxicola spp.*** y ***Sicalis sp.*** . En cuanto a los reptiles se observan especies del género ***Microlophus spp.***

1.5.2. Desierto de la Cuenca superior del río Loa

El que según Gajardo (1992), presenta formaciones vegetacionales que lo relacionan con el piso inferior de la estepa alto-andina, conteniendo especies arbustivas bajas y amplios sectores desprovistos de vida vegetal. Las especies más representativas serían la Rica-Rica ***Acantholippia punensis*** y la Petaloxa ***Franseria meyeniana***.

1.5.3. Desierto montano de la cordillera de Domeyko

El que, como su nombre lo indica, corresponde al macizo montañoso de la Cordillera de Domeyko, en el borde Oeste del Salar de Atacama proyectándose hacia el Sur, hasta la III Región de Atacama. Son cumbres cuya altura puede alcanzar hasta los 3700 n.s.n.m., no obstante, lo normal es encontrar alturas de unos 2500 m. Como el anterior, comparte vegetación típica del desierto más seco, con aquella de sectores de mayor altura. Gajardo (1992) menciona la existencia de algunas formaciones vegetales, que perteneciendo a otras unidades, se encuentran en este Desierto Montano. La información disponible, aportada por Philippi en el siglo XIX, señala que existen elementos florísticos de interés, especialmente en el sector Sur y lugares de mayor altitud. Entre las asociaciones de especies vegetales más representativas se destacan el Cachiyuyo ***Atriplex atacamensis*** y Oreganillo ***Acantholippia trifida***. Otras asociaciones son: Cachiyuyo ***A. atacamensis*** y Cauchal ***Coldenia atacamensis***; Cachiyuyo ***A. atacamensis*** y Calpiche ***Lycium minutifolium***; Ojalar ***Atriplex imbricata*** y

Malvilla *Cristaria andicola*, paja iros *Festuca chrysophylla* y Pata de pizaca *Fabiana bryoides*.

1.6. Fauna presente en la Región con énfasis en el área de emplazamiento del proyecto

De acuerdo a la fuente de información recopilada del **“Primer Informe Final Subcomisión “Catastro de flora y fauna río Loa”, CONAMA , 2000”**, se desprende lo siguiente:

En el trabajo realizado por la *Subcomisión Flora y Fauna de CONAMA*, se establecieron cuatro secciones a lo largo de la cuenca del río: alta, media, baja y desembocadura.

La sección alta corresponde al sector comprendido desde su nacimiento hasta la localidad de Chiu – Chiu; la sección media esta delimitada entre Chiu – Chiu y Chacance (Coya Sur); la sección baja se inicia en Chacance y termina en la desembocadura; y por último está la desembocadura propiamente tal, y su área de influencia inmediata hasta las caletas más próximas.

El inventario de flora y fauna, fue dividido sistemáticamente por clases y demás taxas hasta llegar a especies, indicando nombres científicos, nombre común, la sección del río donde se encuentra identificada y su ambiente. Además, se indican aquellas especies de flora y fauna que presentan problemas de conservación.

1.6.1. Catastro de Flora y Fauna (según Comisión Flora y Fauna CONAMA, 2000)

Clase Mamíferos

La mayor parte de especies pertenecientes a la clase mamíferos citada (Tabla 4), corresponde al sector alto del río, constituyendo el 80% de la representación del grupo en todo el área de estudio, de un total de 30 especies identificadas. El 20% de las especies se encuentran en la desembocadura, solamente se encontró información de una especie en el sector medio (3,33%) y dos en el sector bajo (6,7%). El estudio no considera los mamíferos marinos, a pesar que en otros grupos, la fauna marina es incorporada en las estadísticas. Sin embargo, debido a la poca o nula trascendencia de la fauna marina para el estudio, se mantuvo lo informado por la Comisión Flora y Fauna Conama 2000)

Clase Peces

De un total de 38 especies identificadas (Tabla 5) la mayor parte de la información es en relación a especies marinas citadas en la desembocadura y caletas aledañas (es decir, especies propias de los ambientes marinos, sin incidencia en los ambientes limnícicos del río), conformando el 81,58%. Coincidiendo con el hecho de que la desembocadura es un centro natural de reproducción, desarrollo de juveniles y migración (zona de reclutamiento), para especies marinas.

El 15,79% de las especies citadas se sitúan en la sección alta, seguida por un 10,53% en la sección media y un 5,26% (2) en la sección baja.

Para evitar confusiones de valoración de fauna propia del río, se removió de las tablas a las especies definitivamente marinas.

Superclase Crustacea

Corresponde al Camarón del río del Norte, el cual puede ser encontrado en la parte baja y desembocadura del río Loa (ver Tabla 6).

Phylum Mollusca

Como se puede apreciar en la Tabla 7 el caracol de agua dulce está presente en las secciones alta, media y baja del río Loa.

Phylum equinodermata

En el trabajo de CONAMA se citan en la Tabla 8, tres especies de equinodermos identificadas en sectores cercanos a la desembocadura del río Loa. No obstante, como las especies indicadas no se encuentran en aguas límnicas, en el presente informe se eliminó la tabla completa.

Clases Aves

En la Tabla 9 se presenta una gran variedad de especies, sumando un total de 92 especies diferentes. La información hallada en relación a la parte baja y desembocadura del río fue muy escasa, siendo de un 13 y 11,96% respectivamente.

En tanto que en el sector medio el número de especies identificadas alcanzan un 67,4% de la información total, lo cual se debe a que fue posible acceder a una mayor información que informa sobre especies detectadas en este sector.

Las especies ubicadas en la parte alta del río alcanzan un 50% del total.

Clase Reptiles

Para esta clase se señalan (Tabla 10) cinco especies distintas, tres se sitúan en la sección alta del río, tres en la parte media, dos en la parte baja y uno en la desembocadura. Cabe destacar que el lagarto dragón se presenta a lo largo de todo el río.

Clase Anfibios

En la Tabla 11 se aprecian tres especies identificadas. Ubicadas, una en la parte alta y dos en la parte media.

Flora

En relación con la flora en literatura se encontraron 178 especies diferentes, 157 de las especies nombradas en la Tabla 12 (88%) se ubican en la parte alta, 24 (13,5%) en la sección media de la cuenca, 13 (7,3%) en el sector bajo y sólo 4 (2,2%) en la desembocadura.

1.7 Flora y Fauna de la Región según su estado de conservación

Tabla 13. Listado de especies arbóreas y arbustivas de la II Región, clasificadas en las categorías: en Peligro, Vulnerables y Raras, según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989).

En Peligro	Vulnerables	Raras
<i>Berberis litoralis</i>	<i>Azorella compacta</i>	<i>Asteriscium vidalii</i>
<i>Dalea azurea</i>	<i>Croton chilensis</i>	<i>Grabowskia glauca</i>
	<i>Deuterocohnia chrysantha</i>	<i>Malesherbia tocopillana</i>
	<i>Krameria cristoidea</i>	<i>Nolana balsamiflua</i>
	<i>Monttea chilensis</i>	<i>Salvia tubiflora</i>
	<i>Polylepis tarapacana</i>	
	<i>Prosopis spp.</i>	

Tabla 14. Catálogo de Fauna con información distribución y estado de conservación, del área influencia general del proyecto (ámbito Regional). Los tipos de hábitat corresponden a: 1) Desierto Árido Cálido; 2) Matorral Desértico; 3) Comunidades Riparias; 4) Salar de Altura; 5) Estepa Fría de Altura; 6) Desierto de Altura. Estado de Conservación según D.S. Nº 5 de Diciembre de 1998 (Reglamento de la Ley de Caza). Solo se indica estado para la Zona Norte

Tabla 14: Catalogo de fauna							
Especies	Tipo de Hábitat						Estado Cons.
	1	2	3	4	5	6	
REPTILES							
<i>Liolaemus paulinae</i>	X						SE R
<i>Liolaemus fabiani</i>	X	X					SE R
<i>Liolaemus constanzae</i>	X	X					SE R
<i>Liolaemus schmidtii</i>			X		X		SE R
<i>Liolaemus walkeri</i>					X		SE R
<i>Liolaemus dorbignyi</i>	X				X		SE R
<i>Phrynosaura stolzmanni</i>					X		SE R
AVES							
<i>Pterocnemia pennata</i>		X		X	X		S P
<i>Podiceps occipitalis</i>	X						E .

<i>Bubulcus ibis</i>	X						B .
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	X		X	X			SE V
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	X		X	X			SE V
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	X		X	X			SE V
<i>Chloephaga melanoptera</i>			X				. V
<i>Lophonetta specularioides</i>	X		X	X			Pc
<i>Anas flavirostris</i>	X		X	X			Pc
<i>Anas puna</i>			X	X			S .
<i>Vultur gryphus</i>		X			X		BE V
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	X	X					BE .
<i>Buteo poecilochrous</i>		X	X		X		BE I
<i>Buteo polyosoma</i>	X	X	X	X	X		BE .
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>		X	X			X	BE .
<i>Falco femoralis</i>	X						BE .
<i>Falco sparverius</i>	X						BE .
<i>Fulica armillata</i>	X						Pc
<i>Fulica cornuta</i>				X			S V
<i>Charadrius alticola</i>	X		X	X			BS .
<i>Oreopholus ruficollis</i>	X						BS .
<i>Phegornis mitchellii</i>			X				BS .
<i>Recurvirostra andina</i>	X		X	X			BS .
<i>Tringa melanoleuca</i>	X			X			BS .
<i>Calidris bairdii</i>	X		X	X			B .
<i>Calidris melanotos</i>			X				BS .
<i>Phalaropus (Steganopus) tricolor</i>	X			X			BS .
<i>Attagis gayi</i>			X				S R
<i>Thinocorus orbignyianus</i>			X	X			S .
<i>Larus serranus</i>			X	X			S V
<i>Zenaida (asiatica) meloda</i>	X		X				Pc
<i>Zenaida auriculata</i>	X		X				Pc
<i>Metopelia spp</i>		X		X	X	X	(*)
<i>Metopelia aymara</i>	X		X				S .
<i>Geositta rufipenis</i>	X		X	X	X		B .
<i>Upucerthia dumetaria</i>	X						BS .

<i>Cinclodes atacamensis</i>			X	X			B .
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	X	X	X	X	X		B .
<i>Asthenes dorbignyi</i>				X	X		B .
<i>Agriornis montana</i>	X						BE .
<i>Muscisaxicola spp.</i>	X	X	X	X			BE .
<i>Lessonia oreas</i>			X	X			BE .
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	X	X	X	X	X		BE .
<i>Hirundo rustica</i>	X		X	X			BSE .
<i>Turdus chiguanco</i>	X						S .
<i>Anthus correndera</i>	X						BE .
<i>Sicalis auriventris</i>	X	X	X	X	X		Pc
Zonotrichia capensis	X						B .
Phrygilus atriceps	X		X				E .
Phrygilus unicolor	X	X		X	X		S .
Phrygilus dorsalis			X				S .
Carduelis atratus	X		X	X			S .
MAMIFEROS							
Thylamis elegans	X						BE R
Oreailurus jacobita			X				SE R
Pseudalopex culpaeus	X	X	X	X	X		E I
Galictis cuja				X			BE V
Lama guanicoe	X						S P
Vicugna vicugna			X	X	X		S P
Ctenomys fulvus	X		X	X	X		S V
Lagidium viscacia			X		X		S P
Abrotrix andinus	X				X		Pc
Eligmodontia puerulus		X		X			S .
Phyllotis xanthopygus	X				X		S .
Phyllotis (darwinii) rupestris	X						Pc

E: especie considerada beneficiosa para actividad silvoagropecuaria

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

B: especie considerada benéfica para equilibrio de ecosistemas

P: en Peligro de Extinción

V: Vulnerable

R: Rara

I: escasamente o Inadecuadamente Conocida

F: Fuera de Peligro

Pc: Permitida su caza con cuota y período.

Nombre		Estado de Conservación				
		P	V	R	I	F
Científico	Común					
<i>Cheilanthes pruinata</i>	Helecho			x		
<i>Copiapoa tocopillana</i>	Copiapoa	x				
<i>Prosopis alba</i>	Algarrobo de Canchones		x			
<i>Prosopis chilensis</i>	Algarrobo de Canchones		x			
<i>Polylepis tarapacana</i>	Queñoa de Altura		x			
<i>Pellaea ternifolia</i>	Cusapi				x	

Referencia: Libro Rojo de Los Sitios prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile 1999.

2 Campaña de terreno

Se realizaron visitas a terreno, las que consistieron en recorridos en los sectores que comprenden la ciudad de Calama y sus alrededores. Con mayor énfasis se realizaron observaciones en el sector Topater (nudo vial de salida a San Pedro de Atacama), hasta el sector del cruce con el camino al aeropuerto de Calama.

A pesar que en la revisión bibliográfica se consideró una macro zona desde la cuenca superior del río Loa, pasando por las zonas media, baja y finalizando en la desembocadura del río, la caracterización de detalle y opiniones ambientales darán énfasis a la zona en que se emplazará el proyecto, la que corresponde a la sección Media del recorrido.

Para realizar una mejor evaluación de los aspectos ambientales del proyecto, se dividió el área de observaciones en las 7 zonas planteadas en el proyecto de ordenamiento, las que corresponden a:

- Zona I: ZU1 Zona residencial baja densidad
- Zona II: ZU2 Zona residencial media densidad
- Zona III: ZM1 Zona mixta1, vivienda, equipamiento, comercio
- Zona IV: ZM2 Zona mixta 2, vivienda, equipamiento, recreacional, turístico
- Zona V: ZE1 Zona equipamiento comercial recreacional
- Zona VI: ZE 2 Zona equipamiento deportivo
- Zona VII: AV Zona áreas verdes

Las observaciones de terreno permitieron verificar que tanto el área general del proyecto, como sus divisiones internas (ver listado en párrafo anterior), carecen de cubierta vegetal y corresponden a suelos infértiles muy áridos, prácticamente sin influencia hídrica del río. No obstante parecen haber algunos afloramientos de napas, detectándose al menos uno. Este acuífero revisado (aguada; ver capítulo geología del sector), muestra que las condiciones dadas por la composición de los sustratos como del agua, no permiten el desarrollo de ensambles de flora y fauna, como para definir áreas de importancia bioecológica vinculada a éste.

El margen Oeste del Seccional, es coincidente con el trazado que tiene el actual camino de circunvalación, recientemente habilitado con varias pistas de circulación y equipamiento, incluyendo el nudo vial de empalme a carretera San Pedro de Atacama y avenida de ingreso a Calama en el sector Monumento Topater. La cuenca con valor paisajístico y bioecológico, justamente comienza a manifestarse hacia el Oeste de este margen, por lo que el proyecto en su variable ocupación territorial, no incide sobre estos suelos. Muy por el contrario, el emplazamiento del Seccional fuera de los márgenes del oasis o mejor dicho, fuera de los márgenes del sistema bioecológico asociado al río Loa, permite preservarlo con el mínimo uso humano (histórico). En este sentido, uno de los aspectos de mayor relevancia, desde la perspectiva ambiental en su dimensión natural, es la continuidad ecológica que debe tener este sistema, el que se sustenta básicamente por las formas vegetacionales descritas, la extensión de las cubiertas arbustivas y la variada fauna de especies de insectos, reptiles y mamíferos que se desarrollan asociados a estos hábitat. Por otro lado, la comunidad aviar existente se sustenta en la presencia de los grupos animales y vegetales mencionados y la flora y fauna acuática. Las especies mencionadas para el sector del proyecto, coincidentes para el área de Calama, corresponden a aquellas cuya presencia se reconoce para la zona “media del río” indicadas en forma particular en las Tablas anteriores.

3 Uso actual y potencial de los recursos naturales

3.1 Recursos naturales y su estado de “conservación”

Del análisis de la información de este capítulo, se desprende que existe un número importante de especies que se encuentran en alguna categoría preocupante de conservación. Sin embargo, en el sitio de emplazamiento del proyecto no se encuentra ninguna de ellas, siendo precisamente el sector del sistema ecológico ribereño dependiente del río Loa el que alberga las especies indicadas en las Tablas recopiladas. La ubicación del proyecto, en forma positiva previene la ocupación de la “cuenca verde” del río y motiva la conservación del patrimonio natural del área en donde se encuentra la ciudad de Calama.

3.2 Capacidad de diferentes usos de suelo

El área de emplazamiento del proyecto se ubica en suelos sin valor para el sostenimiento de flora o fauna silvestre (ver capítulo geología). Las observaciones en el terreno confirman la no existencia de elementos de flora y fauna, a pesar de que en un punto se detectó el afloramiento de agua de napa subterránea (ver

fotografías). En este punto, las características físico químicas tanto del agua como de los suelos, inhiben el desarrollo vegetacional natural en todo el sector. Los suelos comienzan a manifestar valoración para la vida silvestre en un gradiente positivo que va desde unos 50 – 100 m del margen Oeste del Proyecto Seccional hasta el mismo cauce del río (ver mapas de ubicación).

3.3 Listado de actividades que se realizan en el área de influencia del proyecto

- ❖ Minería cobre (planta sulfuros, refinería y fundición)
- ❖ Minería azufre y bórax
- ❖ Industria metalmecánica
- ❖ Otras actividades industriales
- ❖ Comercio, hotelería
- ❖ Explotación de tierras agrícolas
- ❖ Transporte ferroviario de carga, transporte interurbano (buses)
- ❖ Sectores de camping, áreas de esparcimiento y recreación
- ❖ Terminal aéreo

4 Identificación de Fuentes de impacto actuales y potenciales

4.1 Aire

La calidad del aire es uno de los problemas más serios en esta área, siendo las emisiones industriales el mayor responsable de generación de material particulado en suspensión. En segundo lugar se encuentra el efecto de suspensión de particulado fino que ejercen los vehículos al transitar por caminos sin consolidación de sustrato.

- ❖ Empresas mineras: en Chuquicamata la calidad del aire es mala, esta localidad está declarada zona saturada. La información que se encuentra en los informes del sistema de monitoreo de CODELCO, respecto de contenido de SO₂, material particulado y As en el aire, determina que las normas primarias de calidad del aire han sido excedidas para anhídrido sulfuroso y material particulado (ver fotografías).

Debido a que estos elementos contaminantes provienen de megafuentes fijas mineras, de las cuales la más importante, es la fundición de cobre de Chuquicamata, el principal impacto es a nivel local, afectando a los trabajadores de Chuquicamata y por efectos de los vientos el problema se traslada a las áreas cercanas, como la ciudad de Calama y al sector Este de la Provincia (PARA, 1996).

Este hecho, es el responsable que en la ciudad de Calama, se detectan partículas en suspensión, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y arsénico, además de malos olores. A pesar de no encontrarse en las concentraciones que se han registrado en la localidad de Chuquicamata, son sustancias peligrosas para la salud humana y para los recursos naturales.

- ❖ Ripieras y canteras, ubicadas en los alrededores de la ciudad, trabajan sin ninguna medida eficiente para disminuir las partículas en suspensión, producida por el desplazamiento de maquinaria pesada, movimientos de tierra, extracción de áridos y excavaciones (ver fotografías).
- ❖ Vertedero Municipal, actualmente se han implementado mejoramientos al procedimiento de disposición final y acopios de desechos, sin embargo aún los esfuerzos son incipientes, debido a que no se ha materializado la instalación de una planta de tratamientos de líquidos percolados producto del acopio y depositación de basuras en el Vertedero. Este hecho reviste importancia significativa, por cuanto se trata de una cuenca única, por lo que la percolación hacia napas subterráneas pueden alcanzar los sectores de importancia ecológica en las márgenes del río.
- ❖ Existen sitios usados como vertederos no autorizados, en que los desechos no son sometidos a ningún tipo de tratamiento, ni tampoco son cubiertos, por lo que además del mal aspecto, malos olores, vectores de enfermedades y plagas de roedores y otros animales, el viento desplaza y disemina los residuos, dañando el paisaje, la fauna y flora del lugar.
- ❖ Calles sin pavimento, las calles más periféricas y sitios eriazos al no estar pavimentadas, generan material particulado en suspensión al pasar vehículos o con el viento característico de esta zona.

4.2 Suelo

- ❖ Barrio industrial, percolación de RILes como lubricantes, aceites de motores maquinaria pesada, vehículos, transformadores, baterías, combustibles, sustancias químicas y otros.
- ❖ Vertedero Municipal y clandestino. Por la carretera aproximadamente desde el Vertedero Municipal hasta la entrada de la ciudad de Calama se observan, sitios en donde se depositan clandestinamente escombros de actividades de construcción y basuras domésticas, envases plásticos, restos de alimentos, elementos de embalaje, cartones y otros. No se cuenta con una planta de tratamiento de líquidos percolados para el Vertedero Municipal de Calama, por lo que es un constante peligro, para la calidad del agua del ecosistema río Loa.
- ❖ Sectores de atractivo turístico, sectores a orilla del río, se observa la vegetación deteriorada, por el paso sin un ordenamiento con senderos o cercos para proteger el lugar, marcas en el suelo por quema de neumáticos (fogatas), mal manejo de las basuras, los residuos son dejados en el suelo o arrojados al río, el acceso a estos lugares es peligroso, debido a que se encuentran deteriorados (accesos a recursos naturales y equipamiento en mal estado, cerrados o con escombros, o inseguros para acceder)
- ❖ En general se observan paredes, muros y árboles rallados con pintura, graffiti y otras manifestaciones, deteriorando el paisaje y entorno.

4.3 Agua

La calidad del agua está altamente afectada por la presencia de minerales y particularmente Arsénico (As). Sin embargo, debido a servicios urbanos de agua potable la calidad el agua con respecto al As, bacterias y calidad de desinfección, es buena en la ciudad de Calama, con una concentración de 0.05 mg/l (PARA, 1996).

En relación con el agua que obtienen las empresas mineras, éstas son de buena calidad en CODELCO y también en El Abra desde el punto de vista bacteriológico y de la calidad de desinfección, pero de mala calidad en relación con As (PARA, 1996).

5 Conclusiones y sugerencias

Uno de los riesgos ambientales del crecimiento de la ciudad de Calama, es la superposición que paulatinamente se produce sobre los sistemas naturales, generando el fenómeno de fragmentación del hábitat constituido por el río y sus sistemas acuáticos y terrestres ribereños (cuenca). El mismo hecho de ubicarse en un desierto (ver descripción biogeográfica de este capítulo), obliga a definir el sistema natural existente como hábitat en un continuo emplazamiento longitudinal por el trazado del río, generando el riesgo catastrófico que produce la fragmentación en estas condiciones. Si se compara con un bosque, por ejemplo, es posible entender que en este último las poblaciones de vegetales y animales se puedan distribuir en parches o mosaicos en todas las direcciones del plano, generando en el conjunto una gran comunidad constituida por varias metapoblaciones (cada especie está en todo el bosque, pero explota parches en donde se producen mejores condiciones específicas). De esta forma, cada parche puede tener una dinámica diferente a sus vecinos, generando condiciones favorables o desfavorables para una o varias de las poblaciones que allí se desarrollan. En algunos casos, pueden producirse efectos antropogénicos en un parche, que hagan decrecer alguna de las poblaciones allí presente, sin embargo, la configuración multidimensional (en todas las direcciones del plano), permite inferir que de cualquier lado, se podría producir la inmigración de individuos, fenómeno que a la larga permitiría restituir la (o las) población (o poblaciones) afectada(s). No obstante, cuando los bosques se talan y los suelos son destinados a crianza de ganado o se establecen sendos parches de plantaciones, de todas formas se van cerrando los corredores por donde pueden transitar los individuos migrantes que permiten las recuperaciones indicadas, inhibiendo así la recuperación y produciendo la extinción de poblaciones locales, lo que sumado o llevado al nivel de la metapoblación, incrementa el riesgo de extinción de las especies y destrucción de los sistemas naturales. Si esto es posible que ocurra en sistemas de distribución multidimensional (en todas las direcciones de un plano), indudablemente, en un sistema de distribución lineal, unidimensional (en solo una dirección: la del río) como es el río Loa emplazado en un desierto, cualquier disminución de calidad de hábitat en uno o más de sus segmentos, produce una fatal fragmentación cuyas consecuencias inmediatas son la pérdida de poblaciones y con ellas, el deterioro y pérdida de procesos ecológicos esenciales (flujo de materia y energía).

Lo anterior, analizado teniendo como base de las características biogeográficas de la región, la formación vegetal y los componentes de flora y fauna del río, descritas extensamente en este capítulo, permite justificar plenamente la necesidad de ordenar territorialmente el crecimiento de la ciudad de Calama, teniendo como premisa fundamental el no producir la fragmentación del ecosistema del río. En este sentido, al evaluar ambientalmente el proyecto seccional, el mayor de los riesgos tiene una valoración positiva, quedando todo otro potencial efecto negativo, en posición de ser manejado favorablemente y mitigado sin generar mayores complicaciones (ver Declaración de Impacto Ambiental más adelante).