



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
 PROYECTO MINERO QUEBRADA BLANCA FASE 2**

**CAPÍTULO 3.3.2
 “LINEA DE BASE ALGAS, HONGOS Y LÍQUENES”**

TQB14016-REP-MA-0255

INDICE

3	LINEA DE BASE	3.3.2-1
3.3	ECOSISTEMAS TERRESTRES	3.3.2-1
3.3.2	ALGAS, HONGOS Y LÍQUENES.....	3.3.2-1
3.3.2.1	Introducción	3.3.2-1
3.3.2.2	Objetivos	3.3.2-1
3.3.2.3	Determinación y Justificación del Área de Influencia	3.3.2-2
3.3.2.4	Metodología	3.3.2-5
3.3.2.4.1	Revisión bibliográfica.....	3.3.2-5
3.3.2.4.2	Diseño del muestreo.....	3.3.2-5
3.3.2.4.3	Trabajo en terreno	3.3.2-6
3.3.2.4.4	Análisis de Información de Terreno	3.3.2-7
3.3.2.4.5	Cartografía	3.3.2-8
3.3.2.5	Resultados	3.3.2-9
3.3.2.5.1	Descripción Regional.....	3.3.2-9
3.3.2.5.2	Descripción de Información Campañas de Terreno	3.3.2-11
3.3.2.6	Síntesis y Conclusiones	3.3.2-41
3.3.2.6.1	Hongos y Algas	3.3.2-41
3.3.2.6.2	Líquenes	3.3.2-42
3.3.2.7	Bibliografía	3.3.2-43

TABLAS

Tabla 3.3.2-1.	Detalle de las campañas de terreno.....	3.3.2-6
Tabla 3.3.2-2.	Distribución de las parcelas de muestreo para las componentes hongos y líquenes dentro del área de influencia.....	3.3.2-11
Tabla 3.3.2-3.	Composición taxonómica de las especies de hongos encontradas en el área de influencia total.....	3.3.2-14

Tabla 3.3.2-4.	Clasificación taxonómica de la especie de macro-hongo determinada en sector Altiplano Mina-Planta.	3.3.2-15
Tabla 3.3.2-5.	Clasificación taxonómica de la especie de macro-hongo determinada en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.....	3.3.2-18
Tabla 3.3.2-6.	Clasificación taxonómica de la especie de macro-hongo determinada en sector Cordones Occidentales.	3.3.2-20
Tabla 3.3.2-7.	Composición taxonómica de líquenes en el área de influencia.....	3.3.2-22

FIGURAS

Figura 3.3.2-1.	Área de Influencia Componente Algas, Hongos y Líquenes.....	3.3.2-4
-----------------	---	---------

GRÁFICOS

Gráfico 3.3.2-1.	Distribución de la diversidad de especies de líquenes según su familia.	3.3.2-25
Gráfico 3.3.2-2.	Abundancia de las especies de líquenes dentro del Área de Influencia.	3.3.2-26
Gráfico 3.3.2-3.	Frecuencia de Líquenes de acuerdo a su sectorización dentro del Área de Influencia.	3.3.2-27
Gráfico 3.3.2-4.	Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Altiplano Variante A-97B.....	3.3.2-28
Gráfico 3.3.2-5.	Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector de Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.....	3.3.2-30
Gráfico 3.3.2-6.	Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector de Altiplano Mina – Planta.	3.3.2-32
Gráfico 3.3.2-7.	Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Quebrada Choja - Ramucho.	3.3.2-34
Gráfico 3.3.2-8.	Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Cordones Occidentales.	3.3.2-36
Gráfico 3.3.2-9.	Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Desierto Costero.	3.3.2-39

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.3-1.	Ejemplos de cortes transversales realizados a ejemplares de hongos..	3.3.2-13
Fotografía 3.3-2.	Macrohongos caracterizados en el Sector de Altiplano Mina - Planta ...	3.3.2-17
Fotografía 3.3-3.	Macrohongos caracterizados en el Sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.	3.3.2-19
Fotografía 3.3-4.	Macrohongos caracterizados en el Sector Cordones Occidentales.....	3.3.2-21

Fotografía 3.3-5. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector Altiplano Variante A-97B.	3.3.2-29
Fotografía 3.3-6. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector de Quebradas Huinquentipa - Ornajuno	3.3.2-31
Fotografía 3.3-7. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector de Altiplano Mina – Planta.	3.3.2-33
Fotografía 3.3-8. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector de Quebrada Choja - Ramucho.	3.3.2-35
Fotografía 3.3-9. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector Cordones Occidentales	3.3.2-37
Fotografía 3.3-10. Sector Desierto Interior.	3.3.2-38
Fotografía 3.3-11. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector del Desierto Costero	3.3.2-40

PLANOS

Plano 3.3.2-00	Plano General
Plano 3.3.2-01	Área Mina - Sector Altiplano Mina Planta – Quebrada Choja-Ramucho y Quebradas Huinquentipa -Ornajuno
Plano 3.3.2-02	Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B – Copaquiri
Plano 3.3.2-03	Área Obras Lineales - Sector Altiplano Cerro Quitala – Cerro Quitala
Plano 3.3.2-04	Área Obras Lineales - Sector Cordón Occidental – Desierto Interior
Plano 3.3.2-05	Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Quebrada Guatacondo
Plano 3.3.2-06	Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior - Challacollo
Plano 3.3.2-07	Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Quebrada Chipana
Plano 3.3.2-08	Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Salar Bellavista
Plano 3.3.2-09	Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero - Lagunas
Plano 3.3.2-10	Área Obras Lineales - Sector Desierto Costero – Desierto Costero
Plano 3.3.2-11	Área Obras Lineales - Sector Desierto Costero – Salar Grande
Plano 3.3.2-12	Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Quebrada Pintados
Plano 3.3.2-13	Área Pampa - Sector Desierto Interior – Quebrada Maní
Plano 3.3.2-14	Área Puerto - Sector Desierto Costero – Punta Patache

ANEXOS

Anexo 3.3.2-1	Tablas de Resultados Hongos.
Anexo 3.3.2-2	Tablas de Resultados Líquenes.



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO QUEBRADA BLANCA FASE 2**

**CAPÍTULO 3.3.2
“LINEA DE BASE ALGAS, HONGOS Y LÍQUENES”**

TQB14016-REP-MA-0255

3 LINEA DE BASE

3.3 ECOSISTEMAS TERRESTRES

3.3.2 ALGAS, HONGOS Y LÍQUENES

3.3.2.1 Introducción

A continuación se presenta la caracterización de la Línea de Base del componente Algas, Hongos y Líquenes, en el área de influencia del Proyecto, que comprende los sectores de Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón occidental, Quebrada Choja – Ramucho, Quebradas Huinquintipa – Ornajuno, Altiplano Variante A-97B, Altiplano Mina – Planta y Altiplano Cerro Quitala, en el marco del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2 (en adelante el Proyecto).

Cabe destacar que para efectos de la caracterización de hongos y algas, se considera incluir a los líquenes presentes en el área de influencia. Los líquenes son asociaciones simbióticas entre un hongo (micobionte) y al menos un componente fotoautotrófico (fotobionte), el cual puede ser un alga (ficobionte), una cianobacteria (cianobionte), o ambos (asociación tripartita) (Hale, M., 1969).

3.3.2.2 Objetivos

El objetivo general es establecer y caracterizar, de acuerdo a su composición y condición basal, las especies de hongos, algas y líquenes presentes en el área de influencia del Proyecto, de conformidad a lo señalado en el **artículo 18 e2)** el Reglamento del Medio Ambiente del SEIA (D.S. N°40/2012 MMA¹).

¹ Modificado por D.S. N°8/2014 y D.S. N°63/2014.

Se consideraron los siguientes objetivos específicos:

- Recopilar información bibliográfica de especies de hongos, algas y líquenes potencialmente presentes en el área de influencia.
- Definir y delimitar los ambientes de hongos, algas y líquenes presentes en el área de influencia.
- Realizar el reconocimiento taxonómico y determinar la distribución de los hongos, algas y líquenes presentes en el área de influencia.

3.3.2.3 Determinación y Justificación del Área de Influencia

De acuerdo a la relación que tendrá el proyecto con las variables ambientales en el desarrollo de sus distintas fases, el área de influencia, para la línea base de algas y hongos, corresponde al espacio geográfico asociado a los impactos directos y potenciales correspondientes a los sectores: Desierto Costero, Desierto Interior, Cordón occidental, Quebrada Choja – Ramucho, Quebradas Huinquentipa – Ornajuno, Altiplano Variante A-97B, Altiplano Mina – Planta y Altiplano Cerro Quitala, determinadas en la Línea Base de Flora y Vegetación.

El Desierto Interior y Desierto Costero albergan la mayor superficie dentro del área de influencia. Presentan una superficie mayoritariamente desprovista de vegetación, en una fisonomía caracterizada por un desierto absoluto con formaciones vegetales aisladas, de escasa cobertura y baja riqueza de especies de flora.

En el sector de Cordón Occidental se reconocen dos áreas que se bifurcan desde la zona de mayor altitud, contigua al sector Altiplano Mina-Planta, siguiendo un área lineal por el norte en sentido este-oeste; y una segunda área más al sur, en sentido suroeste-noreste en el área de mayor altitud por laderas de los cordones montañosos y en la zona de menor altitud, en sentido este-oeste siguiendo cordones montañosos y quebradas.

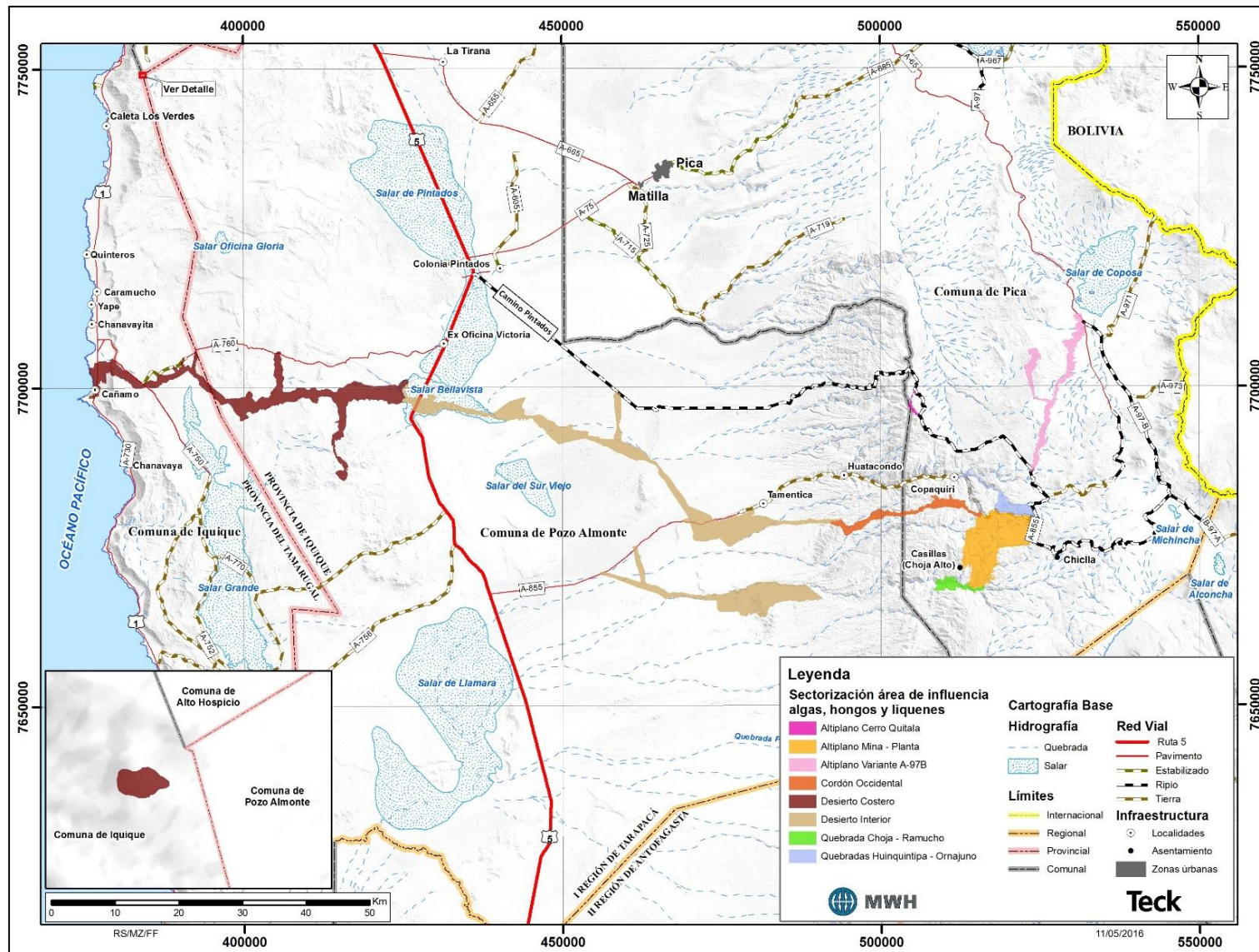
Por su parte, las Quebradas de Choja – Ramucho; y Huinquentipa y Ornajuno, están dentro de las menores superficies del área de influencia. No obstante, concentran gran variedad de formaciones vegetales. Destaca en las quebradas la vegetación hídrica en la confluencia de ambas quebradas y la riqueza de especies endémicas, especialmente de avifauna, que se desarrollan en estos ambientes.

El sector Altiplano Mina-Planta: comienza aproximadamente a los 4.000 metros de altitud, extendiéndose hasta los 4.400 m.s.n.m., en una zona geomorfológica que se interpreta de transición entre la precordillera (ambiente de quebradas y valles profundos) y el altiplano propiamente dicho.

Finalmente, el sector Altiplano Variante A-97B se caracteriza por su gran cobertura vegetal, principalmente formaciones de Estepa (pajonal), Matorral y Humedal (vega).

La determinación y justificación del área de influencia se detalla en el **Capítulo 2 Determinación y Justificación del Área de Influencia** del presente EIA, mientras que la distribución espacial de estos sectores se encuentra esquematizada en la Figura 3.3.2-1.

Figura 3.3.2-1. Área de Influencia Componente Algas, Hongos y Líquenes.



Fuente: Elaboración MWH.

3.3.2.4 Metodología

3.3.2.4.1 Revisión bibliográfica

a) Antecedentes regionales

Se realizó una descripción a escala regional, considerando la localización, geográfica y climatológica correspondiente al territorio de emplazamiento del área de influencia, esto mediante la revisión de fuentes de información disponibles.

b) Especies de algas, líquenes y hongos potenciales

Con la finalidad de generar un listado de especies potenciales para el área de estudio, se realizó una revisión bibliográfica de la literatura especializada, la cual determinó las algas, hongos y líquenes potenciales a nivel de área de influencia del proyecto, específicamente en las Provincias de Iquique, Pozo Almonte y Pica. Se utilizó principalmente la siguiente bibliografía por grupo taxonómico:

- Hongos: Guía de Campo de Hongos de Chile; Giuliana F., 2013.
- Líquenes: Guía de Campo de los Líquenes, Musgos y Hepáticas Volkmar W., Ruprecht D., 2004 (España).

Además de estudios e informes del área de influencia del proyecto y sectores adyacentes como también aquellos asociados a ecosistemas áridos presentes en la zona.

Cabe señalar que existe un levantamiento de información de Línea Base para estas componentes en el Área Mina, realizado dentro del marco del Estudio de Impacto Ambiental Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca.

3.3.2.4.2 Diseño del muestreo

El tipo de muestreo utilizado es principalmente del tipo estratificado-dirigido por ambientes, es decir, se realizó un recorrido y muestreo en toda el área de influencia. No obstante, se intensificaron los puntos de muestreo en aquellos ambientes potenciales para albergar a estas componentes. Para la ejecución del muestreo se consideraron los siguientes criterios:

- Representatividad y homogeneidad espacial de los atributos del ambiente a caracterizar, muestreando en una situación tipo o promedio del ambiente.
- Accesibilidad y condiciones de seguridad.
- Minimización de sobreposición de la muestra entre puntos.

Específicamente para el caso de los hongos, se realizó un esfuerzo de muestreo dirigido principalmente a las zonas con alta humedad (Mueller *et al.*, 2004), y/o características propicias para la colecta de hongos macroscópicos, como áreas con cobertura vegetal asociada a musgos y gramíneas, bofedales, vegas, áreas cercanas a cursos de agua, zonas con presencia de materia

orgánica y sectores con especies vegetales donde los hongos se pueden encontrar asociados, ya sea a través de parasitismo o de una relación simbiótica.

3.3.2.4.3 Trabajo en terreno

De manera preliminar al levantamiento de información en terreno, se clasificaron en gabinete los distintos ambientes de algas, hongos y líquenes, basándose en estudios previos del componente vegetación y flora vascular terrestre, concentrándose en sitios específicos de acuerdo a los siguientes criterios:

- Que dichos sitios se encuentren dentro de las áreas de intervención por obras del proyecto.
- Las estaciones de muestreo para líquenes posean un sustrato rocoso, debido a que el mayor porcentaje de este grupo son saxícolas (organismos que crecen sobre rocas). Para hongos y algas, las estaciones de muestreo se concentraron en áreas de alta humedad o zonas con materia orgánica en descomposición, como fecaderos de animales silvestres o cortezas de árboles.

Además, se incluyeron observaciones de situaciones que pudieran afectar el resultado del muestreo, principalmente climáticas y/o antrópicas (lluvia, trabajos en la vía, etc.).

El levantamiento de información primaria para la caracterización del componente algas, hongos y líquenes, se realizó en tres campañas de terreno, con las que se pudo abarcar la totalidad del área de influencia. El detalle de las fechas de ejecución de las campañas y los sectores prospectados se especifican en la Tabla 3.3.2-1.

Tabla 3.3.2-1. Detalle de las campañas de terreno.

Fecha	Sector
16 al 26 de Febrero del 2015.	Desierto Costero; Desierto Interior.
23 de Marzo al 02 de Abril del 2015	Cordón Occidental.
13 al 25 de Abril del 2015	Altiplano Mina - Planta; Altiplano Variante A-97B, Altiplano Cerro Quitala, Quebrada Choja – Ramucho y Quebrada Huinquintipa - Ornajuno.
12 al 16 de Enero del 2016	Quebrada Ramucho

Fuente: Elaboración MWH.

Se realizaron en total 375 parcelas de muestreo de 64 m² (8x8 m)² distribuidas en el área de estudio, correspondiendo 186 a hongos y 189 a líquenes. Además, mediante un muestreo estratificado - dirigido, se prospectó los microhábitats más propicios para estos seres vivos (en rocas, cortezas de árboles, entre otros). Para la identificación macroscópica de las poblaciones se contó con una base de datos fotográfica y con claves taxonómicas específicas, con el fin de reconocer las principales estructuras que caracterizan a los diferentes tipos de algas, hongos y líquenes.

² Se considera que el tamaño seleccionado de las parcelas (64m²), es equivalente al área mínima de muestreo, lo cual quedó en evidencia luego de haber experimentado con superficies mayores y menores.

Para el caso de las algas, no se realizaron parcelas de muestreo debido a que dentro del área de estudio, no se observaron áreas potenciales con las condiciones necesarias para la proliferación de este componente.

Para el componente hongos, los individuos encontrados durante las campañas de terreno fueron recolectados para su reconocimiento en gabinete, para lo cual se realizaron cortes transversales y longitudinales, reacciones químicas al pileo, además de microscopía de esporas y basidias con distintas tinciones, estudio del micelio entre otros aspectos.

En el caso de los líquenes, para efectuar una observación más detallada de los talos y cuerpos fructíferos (ascocarpos), se utilizó una lupa de mano con un aumento de 20x y de ser necesaria una recolección de especímenes, ésta se realizó mediante extracción de trozos de roca, utilizando para este efecto, martillo y cincel. Posteriormente, las muestras se depositarían en bolsas de papel, con las respectivas indicaciones de cada localidad, registrando en la libreta de campo datos del hábitat.

Para una adecuada recopilación de información, todas las especies en terreno fueron registradas de acuerdo a los siguientes pasos:

- Marcación general mediante puntos de muestreo en navegador GPS, considerando el DATUM previamente establecido en gabinete (para la producción cartográfica se considera trabajar con WGS 84)
- Registro fotográfico para su reconocimiento en terreno directamente o en gabinete a través de inspección visual. Este registro optimiza características tales como morfología del talo (folioso, crustoso, fruticuloso), sustrato de soporte, estructuras reproductivas (sexuales y asexuales), color y textura del anverso y reverso del talo, entre otros.

Además, se procedió a un reconocimiento fisonómico, florístico y vegetacional de cada zona con el propósito de identificar los hábitats, donde fuera posible encontrar ejemplares de algas aéreas y líquenes.

3.3.2.4.4 Análisis de Información de Terreno

a) Caracterización de algas, hongos y líquenes

A partir de la información recolectada en terreno y del análisis de gabinete, se elaboró el catálogo de algas aéreas, hongos y líquenes del área de estudio y su clasificación taxonómica.

Finalmente, se determinaron distintas variables biológicas para efectos de caracterizar el área de estudio.

a.1) Riqueza

La riqueza se expresó en el número de especies presentes en el área de influencia, en los sectores que alberga y en las formaciones vegetacionales que se distribuyen dentro del área

misma.

a.2) Origen fitogeográfico (distribución)

En consideración al escaso conocimiento respecto a la mayoría de las especies de este grupo, y en particular a las encontradas (líquenes y hongos) en el presente estudio, se estableció la distribución real de las especies conocida hasta el momento, ya que no hay fundamentos científicos válidos para establecer el origen de la mayoría las especies que se registraron.

En aquellos casos en que las especies solo pudieron ser identificadas a nivel de género, debido a la falta de información de este grupo en la zona, estas fueron catalogadas como de Distribución Indeterminada. Por otra parte, las especies que presentan una distribución en diversas partes del mundo, se clasificaron como Cosmopolitas.

a.3) Estado de conservación

Para el componente de los hongos, se revisó el documento oficial que caracteriza especies singulares en función de su estado de conservación y/o endemismo. Este documento corresponde al Undécimo Proceso de Clasificación aprobado por la Resolución Exenta N° 856/2014 y su posterior Decreto Supremo 38/2015, el cual propone un 22 taxa de hongos en categoría de conservación.

En el caso de los líquenes, se determinó el estado de conservación de cada especie, según el Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural, en el cual se establecen las categorías de conservación para los líquenes nativos de Chile (Quilhot *et al.*, 1998).

a.4) Rol ecológico de los hongos determinados

En el caso de los hongos se clasificó de acuerdo a su rol ecológico utilizando la nomenclatura de Wright (2002), la cual establece distintos roles ecológico para los hongos.

- Xylobiontes, para hongos especializados en la descomposición de la madera o xilema;
- Rizobiontes: hongos simbiotes con las raíces de las plantas vasculares, pueden formar micorrizas; y
- Pedobiontes: hongos que se desarrollan sobre el humus o están presentes en el suelo.

3.3.2.4.5 Cartografía

La cartografía está conformada por las formaciones vegetacionales en *Datum WGS 84, Huso 19 sur*, en donde se destacan las especies detectadas para cada ambiente. La escala de presentación de la cartografía fue determinada de acuerdo al nivel de detalle necesario para interpretar los resultados, el que correspondió a 1:15.000 para las obras areales y 1:7.000 para las obras lineales.

3.3.2.5 Resultados

3.3.2.5.1 Descripción Regional

Los ecosistemas terrestres del norte de Chile corresponden a ecosistemas desérticos, caracterizados por i) baja productividad, ii) productividad altamente variable, la cual depende de la disponibilidad de agua y nutrientes, iii) una baja utilización de la producción de plantas por parte de los herbívoros, y iv) la mayor parte de la biomasa de plantas es removida por erosión física (Noy-Meir, 1985).

En particular, la Región de Tarapacá se caracteriza por su alto nivel de endemismo, determinado por especies adaptadas a condiciones complejas donde el agua es el principal factor limitante para el desarrollo de la biota.

De esta manera empezando desde el sector este de la Región de Tarapacá nos encontramos con el altiplano del norte de Chile. En esta zona las principales características climáticas son la sequedad extrema, la limpidez atmosférica, la enorme variación térmica entre el día y la noche y una precipitación media anual cercana a los 300 mm, esta última concentrada mayoritariamente en el período entre noviembre y marzo. Gracias a la presencia de un suministro relativamente constante de agua se presentan sistemas vegetacionales característicos conocidos con el nombre de vegas y bofedales, los cuales técnicamente corresponden a un ambiente de humedal. Las vegas y bofedales corresponden a formaciones vegetales que se establecen en un ambiente edáfico, principalmente orgánico, caracterizado por una condición hídrica de saturación permanente, presentando una gran diversidad biológica respecto al entorno, con un mayor número de especies vegetales las cuales son propias de estos sistemas (Ahumada, Aguirre, Contreras, & Figueroa, 2012; Salazar, Rojas, Lillo, & Aguirre, n.d.).

a) Algas y Hongos

Las algas terrestres componen un grupo escaso asociados exclusivamente a ambientes restringidos, determinados por la disponibilidad de cuerpos de agua y sustratos apropiados.

Los hongos cumplen un rol ecológico bastante importante dentro de los ecosistemas terrestres, cumpliendo un rol activo en la formación y mantención de los mismos. Se les divide en macrohongos y microhongos de acuerdo a su capacidad de producir macroestructuras reproductivas.

Los macrohongos son también conocidos como hongos superiores, lo que no es rigurosamente exacto ni válido para todas las especies, aunque, como generalización es aceptable (Lazo, 2001), siendo aquellas especies capaces de producir grandes y vistosas macroestructuras, visibles al ojo desnudo, como también a la estructura en sí (Bills *et al.*, 2004). Los macrohongos son principalmente hongos basidiomycotas y en menor medida ascomycotas.

La descripción de hongos a nivel regional y en general de las zonas áridas es bastante deficiente, no obstante, recientemente se publicó la “Guía de Campo de Hongos de Chile” de Giuliana Furci

(2013), en la cual se observa una especie fúngica asociada a las zonas áridas Atacama, específicamente cerca de Huasco donde se registró el Basidiomycota, *Battarrea stevenii*, especie muy rara que se asocia a cactáceas y arbustos.

En el sector de Altiplano Costero, las nieblas matinales y ocasionales lluvias gatillan la fructificación de hongos poco conocidos que viven en el desierto de Atacama. Es preciso recorrer la zona pocos días después de la lluvia para identificar las especies presentes, aunque se carece de un catastro de los hongos que se desarrollan cuando el desierto florece (Furci, 2007).

b) Líquenes

Los líquenes son asociaciones simbióticas entre un hongo y un alga o una cianobacteria o ambos (asociación tripartita). El cuerpo vegetativo de los líquenes (talo) está formado por hifas fúngicas entretejidas que rodean y protegen al alga (Hale, 1969). De acuerdo a la forma de su talo, se pueden clasificar en: crustosos (íntimamente adheridos al sustrato), foliosos (adheridos más flojamente al sustrato) y fruticulosos (adheridos al sustrato por un pie), existiendo algunas formas intermedias entre ellos (Goward, 1999). Mientras que, de acuerdo al sustrato sobre el que se desarrollan, se clasifican en: corticícolas (crecen sobre corteza de árboles), terrícolas (crecen sobre suelo) y saxícolas (crecen sobre superficies rocosas). Son perennes y fácilmente discernibles a simple vista o con la ayuda de una lupa de campo (Hawksworth *et al*, 2005). Además poseen una gran longevidad, y obtienen la mayor parte de sus nutrientes de la atmósfera. Características que no suele darse simultáneamente en otros seres vivos de comparable sensibilidad.

Galloway (1998), define a la flora liquénica de Chile como una de las más desarrolladas del mundo en términos de diversidad y biomasa, gracias a la existencia de una gran variedad de condiciones climáticas y geográficas que permiten el desarrollo de diversos microclimas y microhábitats que favorecen su crecimiento. Así mismo, estas asociaciones liquénicas resultan particularmente atractivas para ser utilizadas como bioindicadores de lectura inmediata de la contaminación medioambiental, de los cambios climáticos y de la estabilización del suelo, por ejemplo existen especies liquénicas muy sensibles al dióxido de azufre (Méndez, 2011). De acuerdo a las características del funcionamiento de los proyectos mineros (sulfuros), las emisiones gaseosas suelen ser ricas en SO₂-SO₃, lo que a futuro puede implicar la formación de la denominada "lluvia ácida", cargada en ácidos fuertes como el sulfúrico o el sulfuroso que al llegar al suelo producen efectos negativos sobre la vegetación, infiltrándose en el suelo. No obstante lo anterior, la información disponible en estos temas es bastante escasa.

En las zonas áridas es posible encontrar microlíquenes criptoendolíticos (que colonizan cavidades estructurales en rocas porosas) de los géneros *Acarospora*, *Lecanora*, *Buellia* y *Lecidea*. Por otro lado, G.H. Schwabe (1960) describe la especie *Schizothrix atacamensis*, cianobacteria del Desierto de Atacama que destaca por su resistencia a condiciones hiperáridas.

Dentro de los estudios de líquenes asociados a ecosistemas de altura, cabe destacar:

- Follmann (1967), describe 140 especies de líquenes para la zona norte del país, específicamente en el oasis de neblina de Cerro Moreno, Antofagasta.
- Ramírez, A. y A. Cano (2005), describieron 38 especies de líquenes en un sector de la Cordillera Negra (Huaylas, Ancash) de Perú, entre 2.200 y 4.450 m.s.n.m.
- Hestmark (2009), describe 11 especies del género *Umbilicaria*, asociadas a la cordillera de Bolivia, algunas de estas presentes en Chile.
- Galloway & Marticorena (1991), define a la flora líquénica de Chile como una de las más desarrolladas del mundo en términos de diversidad y biomasa, gracias a la existencia de una gran variedad de condiciones climáticas y geográficas que permiten el desarrollo de diversos microclimas y microhábitats que favorecen su crecimiento.

3.3.2.5.2 Descripción de Información Campañas de Terreno

Como se especificó en la metodología, se realizaron cuatro campañas de terreno con un esfuerzo de muestreo de 375 estaciones de muestreo distribuidas dentro del área de influencia en ocho sectores. El detalle para cada sector de los componentes de este estudio se especifica en la Tabla 3.3.2-2.

Tabla 3.3.2-2. Distribución de las parcelas de muestreo para las componentes hongos y líquenes dentro del área de influencia.

Sector Área de Influencia	Número de Parcelas	
	Hongos	Líquenes
Altiplano Cerro Quitala	2	3
Altiplano Mina-Planta	43	45
Altiplano Variante A-97B	15	19
Quebrada Huinquantipa - Ornajuno	16	14
Quebrada Choja - Ramucho	5	7
Cordones Occidentales	13	12
Desierto Interior	40	44
Desierto Costero	52	45
Total	186	189

Fuente: Elaboración MWH.

Por su parte, la composición, distribución y riqueza para cada punto de muestreo, se especifica en los Anexos 3.3.2-1 y 3.3.2-2 para hongos y líquenes respectivamente. Los planos de esfuerzo de muestreo se detallan a continuación:

- Plano 3.3.2-00 Algas, Hongos y Líquenes General
- Plano 3.3.2-01 Algas, Hongos y Líquenes - Área Mina - Sector Altiplano Mina Planta – Quebrada Choja-Ramucho y Quebradas Huinquantipa -Ornajuno

- Plano 3.3.2-02 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales – Sector Altiplano Variante A-97B – Copaquiri
- Plano 3.3.2-03 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Altiplano Cerro Quitala – Cerro Quitala
- Plano 3.3.2-04 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Cordón Occidental – Desierto Interior
- Plano 3.3.2-05 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Quebrada Guatacondo
- Plano 3.3.2-06 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior - Challacollo
- Plano 3.3.2-07 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Quebrada Chipana
- Plano 3.3.2-08 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Salar Bellavista
- Plano 3.3.2-09 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales – Sector Desierto Costero - Lagunas
- Plano 3.3.2-10 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Desierto Costero – Desierto Costero
- Plano 3.3.2-11 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Desierto Costero – Salar Grande
- Plano 3.3.2-12 Algas, Hongos y Líquenes - Área Obras Lineales - Sector Desierto Interior – Quebrada Pintados
- Plano 3.3.2-13 Algas, Hongos y Líquenes - Área Pampa - Sector Desierto Interior – Quebrada Maní
- Plano 3.3.2-14 Algas, Hongos y Líquenes - Área Puerto - Sector Desierto Costero – Punta Patache Algas y Hongos

a.1) Área de Influencia Total

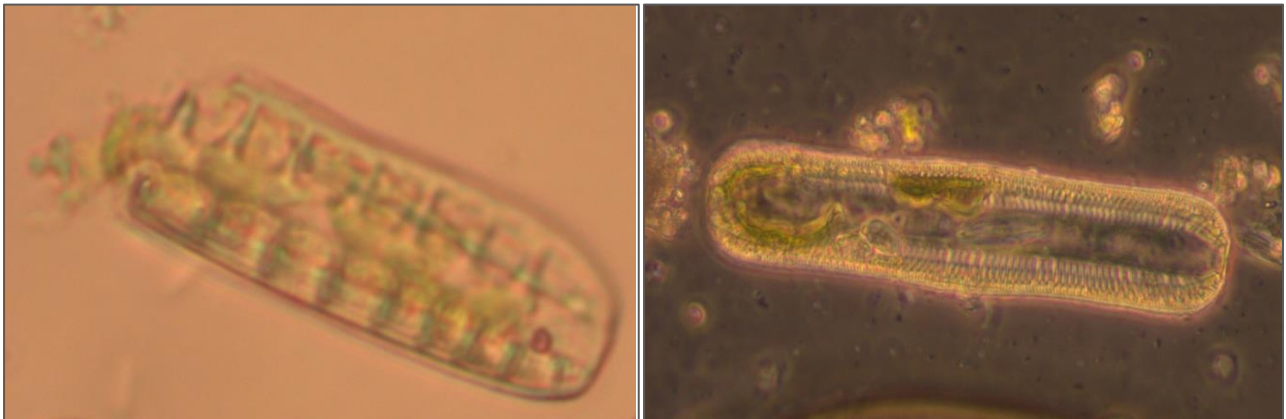
Para el componente algas, no se realizaron muestreos específicos, no obstante se prospectó cada parcela (hongos y líquenes) que cumpliera las condiciones mínimas o potenciales para albergar a este componente, no registrándose especies de esta componente en el área de influencia.

Respecto al componente hongos, se realizaron 186 parcelas de prospección asociadas al área de influencia, logrando identificar 12 taxa diferentes de hongos, de los cuales ocho fueron encontrados en sustrato de pasto y cuatro en suelo.

Para la identificación de los hongos recolectados de las campañas de terreno, se realizaron cortes transversales y longitudinales, reacciones químicas al pileo, además de microscopía de esporas entre otros aspectos. No obstante, de los 12 taxones de macrohongos identificados en el área, sólo en cinco son reconocidos a nivel de especie (Tabla 3.3.2-3).

Para esta componente, todas las especies observadas se concentran en los sectores precordilleranos y cordilleranos propiamente tal, asociado a formaciones azonales (Quebrada Huinquintipa – Ornajuno), zonas áridas (cordones occidentales) y la mezcla de ambos ambientes (sector altiplano mina planta). Estos ambientes se ven influenciadas por cuerpos de agua y/o lluvias esporádicas (invierno boliviano), las cuales gatillan la fructificación de hongos de escaso conocimiento (Furci. G, 2008). En la Fotografía 3.3-1, se observan dos muestras de diatomeas recolectadas al interior de dos géneros de hongos analizados microscópicamente. La composición taxonómica de las especies caracterizadas se especifica en la Tabla 3.3.2-3.

Fotografía 3.3-1. Ejemplos de cortes transversales realizados a ejemplares de hongos



Izquierda: Fotografía de diatomea, encontrada al interior del apotecio de *Scutellinia scutellata*; Derecha: Fotografía de diatomea, encontrada al interior del apotecio de *Agrocybe silvaticus*.

Fuente: Elaboración MWH.

Tabla 3.3.2-3. Composición taxonómica de las especies de hongos encontradas en el área de influencia total.

División	Orden	Familia	Especie	Distribución	Sustrato	Categoría de conservación
Basidiomycota	Agaricales	Strophariaceae	<i>Agrocybe silvaticus.</i>	Cosmopolita, Zona Central y Sur	Pasto	No determinado
		Coprinaceae	<i>Coprinus atramentarium</i>	Cosmopolita, Zona Central, Sur y Austral	Pasto	No determinado
			<i>Psathyrella ammophila</i>	Cosmopolita, Zona Central y Sur	Suelo	No determinado
		Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central y Sur	Pasto	No determinado
		Agaricaceae	<i>Agaricus sp.</i>	Cosmopolita, Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral	Suelo	No determinado
		Psathyrellaceae	<i>Panaeolus retirugis</i>	Cosmopolita, Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral	Suelo, Pasto	No determinado
		Pluteaceae	<i>Pluteus sp.</i>	Cosmopolita, Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral	Pasto	No determinado
		Tricholomataceae	<i>Tricholoma sp.</i>	Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral	Pasto	No determinado
	Lycoperdales	Geastraeae	<i>Geastrum sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central	Suelo	No determinado
Lycoperdaceae		<i>Vascellum sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central	Pasto	No determinado	
Ascomycota	Pezizales	Pyronemataceae	<i>Scutellinia scutellata</i>	Cosmopolita, Zona Central y Austral	Suelo, Pasto	No determinado
Basidiomycota	Tulostomatales	Tulostomataceae	<i>Tulostoma sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central	Suelo	No determinado

Fuente: Elaboración MWH.

De los 12 taxones de macrohongos identificadas, 11 pertenecen a la división Basidiomycota y una a la división Ascomycota.

Respecto al estado de conservación de las especies de hongos caracterizadas en la Línea Base, no se determinaron hongos en categoría de conservación en el área de influencia, según el Decreto Supremo 38/2015.

Agrocybe silvaticus, *Pluteus sp.*, *Tulostoma sp.* y *Scutellinia scutellata* presenta la mayor abundancia en el área de influencia con dos avistamientos (Anexo 3.3.2-1). Por otro lado, la familia con mayor diversidad corresponde a Coprinaceae con dos especies caracterizadas (Tabla 3.3.2-3).

a.2) Sectores del Área de Influencia

- Altiplano Cerro Quitala

Se evaluaron dos estaciones de muestreo asociadas a este sector, el cual presenta la menor superficie asociada al área de influencia (146,9 Há), caracterizada por una baja cobertura asociado a sectores rocosos de gran pendiente y con escasas áreas potenciales para la proliferación de esta componente. No se observaron individuos para esta taxa.

- Altiplano Mina-Planta

Se realizaron 43 estaciones de muestreo asociadas al sector Altiplano Mina-Planta. Identificando a seis especies de macrohongos distribuidos en cinco estaciones de muestreo. Del total de los hongos identificados en el sector sólo uno de ellos se caracterizó a nivel de especie, los cinco restantes se identificaron a nivel de género. Las especies identificadas corresponden a *Scutellinia scutellata*, encontrado en dos puntos de muestreo, *Geastrum sp.*, *Hygrocybe sp.*, *Tricholoma sp.*, *Coprinus atramentarium*. y *Agrocybe silvaticus.*, esta última encontrada en dos estaciones de muestreo (Tabla 3.3.2-4).

Tabla 3.3.2-4. Clasificación taxonómica de la especie de macro-hongo determinada en sector Altiplano Mina-Planta.

División	Familia	Especie	Distribución
Ascomycota	Pyronemataceae	<i>Scutellinia scutellata</i>	Cosmopolita, Zona Central y Austral
Basidiomycota	Geastraeae	<i>Geastrum sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central
Basidiomycota	Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central y Sur
Basidiomycota	Tricholomataceae	<i>Tricholoma sp.</i>	Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral
Basidiomycota	Coprinaceae	<i>Coprinus atramentarium</i>	Cosmopolita, Zona Central, Sur y Austral
Basidiomycota	Bolbitiaceae	<i>Agrocybe silvaticus.</i>	Cosmopolita, Zona Central y Sur

Fuente: Elaboración MWH.

Scutellinia scutellata, es una especie cosmopolita, perteneciente a la familia Pyronemataceae, de diámetro aproximado de 50 mm, entre color rojo vivo a un naranja, suele tener un comportamiento

más lignícola, siendo su hábitat preferencial la madera aunque también puede hallarse en el suelo, se asocia a climas con bajas temperaturas (Choi *et al.*, 2012) y alto grado de humedad, por lo que es habitual encontrarla en el borde de ríos, arroyos o estanques, lo que obedece al ambiente donde fue localizado (parcelas NCT 218 y NCT 219). Cabe señalar que es la única especie caracterizada en el área de influencia que corresponde a la División Ascomycota, el cual constituyen el taxón fúngico con mayor número de especies en el reino (Fotografía 3.3-2).

En Chile, Mujica y Vergara (1980) reportan siete especies pertenecientes al género *Scutellinia* (*S. kerguelensis*, *S. nigrohirtula*, *S. nivalis*, *S. patagónica*, *S. scutellata*, *S. texensis* y *S. theleboides*), las que se encuentran distribuidas entre la Quinta Región y Tierra del Fuego. Minter y Peredo (2006) reportan nueve especies pertenecientes al género *Scutellinia* (*S. erinaceae*, *S. inexpectata*, *S. kerguelensis*, *S. nigrohirtula*, *S. nivalis*, *S. patagónica*, *S. scutellata*, *S. umbrata* y *Scutellinia sp.*), especies que se encuentran distribuidas entre la región metropolitana y la Antártica.

Los cinco individuos restantes pertenecen a la división basidiomycota, el género *Agrocybe* y el género *Tricholoma* perteneciente a la familia Tricholomataceae, reportado también en el Sector Quebradas Huiniquinta - Ornajuno (Fotografía 3.3-2).

El género *Coprinus* se les denomina comúnmente “hongos coprinoides”, pertenecientes a la familia Agaricaceae, caracterizados por formar setas que se autodigieren como método de dispersión de esporas (Fotografía 3.3-2). Se ha reportado 18 especies en Chile de éste género, con presencia en la zona central y sur de Chile.

El género *Hygrocybe* (Kummer) es un género cosmopolita, que está presente en Indonesia, Europa, Norteamérica y Sudamérica, y se distribuye desde el mar a las zonas andinas, y desde la zona Ártica y Antártica hasta las zonas tropicales (Singer 1986). En Chile existen 19 especies pertenecientes al género *Hygrocybe*: (*H. araucana*, *H. chilensis*, *H. coccínea*, *H. conica*, *H. gomez-milasii*, *H. lateritiorosella*, *H. marchii*, *H. mexicana*, *H. octayensis*, *H. proteus*, *H. psittacina*, *H. pumanquensis*, *H. reidii*, *H. rosea*, *H. sciophana*, *H. strangulata*, *H. striatella*, *H. subheteromorpha* y *H. virginea*), las que se encuentran distribuidas entre la V Región y la Región de Los Lagos.

Finalmente el género *Geastrum*, de la familia Geastraceae. En Chile se han reportado seis especies pertenecientes a este género: *G. floriforme* Vittad., *G. fornicatum* (Hunds. ex Pers.) Hook., *G. jurei* Lazo, *G. mínimum* Scwein., *G. saccatum* Fr. y *G. triplex* Jungh, las cuales se encuentran distribuidas principalmente entre las regiones de Valparaíso y Metropolitana (Fotografía 3.3-2).

Cabe destacar que la totalidad de los individuos fúngicos identificados se asociaron a la Quebrada Llaleta, caracterizada por su vegetación ripariana de cuerpos o huellas de agua y por la presencia de “parches” de vegetación azonal de vegas y bofedales. En el Anexo 3.3.2-2 se detalla la distribución de las especies identificadas, su composición y riqueza.

Fotografía 3.3-2. Macrohongos caracterizados en el Sector de Altiplano Mina - Planta



Superior izquierda: *Scutellinia scutellata*; Superior derecha: *Tricholoma sp.*; Medio izquierda: *Hygrocybe sp. 1*; Medio derecha: *Geastrum sp.* Inferior izquierda: *Agrocybe silvaticus*; Inferior derecha: *Coprinus atramentarium*.

Fuente: MWH, 2015

- Altiplano Variante A-97B

Se evaluaron 15 estaciones de muestreo asociadas al sector Altiplano Variante A-97B. A pesar de la gran cobertura vegetal del área y el esfuerzo de muestreo realizado en zonas que tuviesen condiciones potenciales para albergar a este componente, no se encontraron individuos en la totalidad de las parcelas evaluadas.

- Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

Se realizaron 16 estaciones de muestreo asociadas a este sector, identificando cinco especies las cuales fueron caracterizadas sólo a nivel de género, entre las cuales *Pluteus sp.* presentó la mayor abundancia, teniendo dos avistamientos en el sector prospectado (Tabla 3.3.2-5).

Tabla 3.3.2-5. Clasificación taxonómica de la especie de macro-hongo determinada en sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno

División	Familia	Especie	Distribución
Basidiomycota	Lycoperdaceae	<i>Vascellum sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central
Basidiomycota	Agaricaceae	<i>Agaricus sp.</i>	Cosmopolita, Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral
Basidiomycota	Tricholomataceae	<i>Tricholoma sp.</i>	Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral
Basidiomycota	Psathyrellaceae	<i>Panaeolus retirugis.</i>	Cosmopolita, Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral
Basidiomycota	Pluteaceae	<i>Pluteus sp.</i>	Cosmopolita, Zona Norte Chico, Central, Sur y Austral

Fuente: Elaboración MWH.

Para el género *Vascellum* se ha reportado sólo una especie en Chile, *V. pratense* (Pers. ex Pers.) Kreisel, con presencia en la región de Valparaíso. Las especies del género *Agaricus* se caracterizan por tener sus píleos de colores apagados y una esporada café oscuro.

El género *Tricholoma*, se caracteriza por poseer cuerpos carnosos y de esporada blanca. El género *Panaeolus* presenta píleos de tonos gris a café, son de tamaño pequeño y poseen una esporada negra. Por último las especies pertenecientes al género *Pluteus* se caracterizan por poseer una esporada de color rosado (Fotografía 3.3-3).

Fotografía 3.3-3. Macrohongos caracterizados en el Sector Quebradas Huinquentipa - Ornajuno.



Superior izquierda: *Vascellum sp.*; Superior derecha: *Agaricus sp.*; Medio izquierda: *Tricholoma sp.*;
Medio derecha: *Panaeolus retirugis*; Inferior izquierda: *Pluteus sp. 1*; Inferior derecha: *Pluteus sp. 2*

Fuente: MWH, 2015

- Quebrada Choja - Ramucho

Se realizaron cinco estaciones de muestreo asociadas al sector Quebrada Choja - Ramucho. A pesar de que se prospectaron áreas en condiciones potenciales para albergar esta componente, no se encontraron individuos en la totalidad de las parcelas evaluadas.

- Cordones Occidentales

Se realizaron 13 estaciones de muestreo asociadas al sector Cordones Occidentales, de los cuales se registraron dos especies de macrohongos de los cuales sólo uno de ellos se caracterizó a nivel de especie, *Psathyrella ammophila* (Tabla 3.3.2-6).

Tabla 3.3.2-6. Clasificación taxonómica de la especie de macro-hongo determinada en sector Cordones Occidentales.

División	Familia	Especie	Distribución
Basidiomycota	Tulostomataceae	<i>Tulostoma sp.</i>	Cosmopolita, Zona Central
Basidiomycota	Coprinaceae	<i>Psathyrella ammophila</i>	Cosmopolita, Zona Central y Sur

Fuente: Elaboración MWH.

Tulostoma sp. (Fotografía 3.3-4) es un género cosmopolita, perteneciente a la familia Tulostomataceae, su mayor diversidad corresponde a regiones áridas y semiáridas (Hernández, 2011). El género Tulostoma posee un registro de cinco especies en Chile: *T. berteroanum*, Lév; *T. brumale*, Pers.; *T. deserticola* W. Phillips; *T. squamosum* J.F. Gmel; y *T. subfuscum* V.S. White. Las que se distribuyen entre las regiones de Valparaíso y de O'higgins.

Psathyrella ammophila (Durieu et Lév.) P.D. Orton (Fotografía 3.3-4), es una especie cosmopolita, que se asocia a climas desérticos y costeros. Con presencia en Argentina (Wright & Albertó 2002), en Inglaterra (Orton 1960), en México, Europa, Norte América, África, Australia, China, India, Japón y Sri Lanka (Padamsee 2008). En Chile se reportan 20 especies del genero *Psathyrella* (*P. acutissima*, *P. apora*, *P. atrifolia*, *P. candolleana*, *P. chilensis*, *P. chiloensis*, *P. disseminata*, *P. falklandica*, *P. fuegiana*, *P. gracilis*, *P. involuta*, *P. laevissima*, *P. minutula*, *P. nothomyrciae*, *P. polycystidiosa var. minor*, *P. subandina*, *P. subprona*, *P. tilcariensis*, *P. valdiviana*, *Psathyrella sp.*), las que se encuentran distribuidas desde Viña del Mar hasta Valdivia, particularmente *P. ammophila*, no posee registros en Chile.

Fotografía 3.3-4. Macrohongos caracterizados en el Sector Cordones Occidentales.Izquierda: *Tulostoma sp.1*; Medio: *Tulostoma sp.2*; Derecha: *Psathyrella ammophila*

Fuente: MWH, 2015

- Desierto Interior

Se realizaron 40 estaciones de muestreo asociadas al sector Desierto Interior. Cabe señalar que este tipo de ecosistema presenta una de las mayores superficies dentro del área de influencia. No obstante, los ecosistemas que alberga se caracterizan por las escasas áreas con condiciones potenciales para albergar este componente, en este sentido, no se encontraron hongos en las parcelas evaluadas.

Otra de las áreas prospectadas que circundan la zona delimitada para el concentraducto consiste en un hábitat de desierto absoluto siendo éste un sustrato aún menos apto para el crecimiento de estos organismos.

- Desierto Costero

Se realizaron 52 estaciones de muestreo asociadas al sector Desierto Costero. A pesar de que se prospectó parcelas que presentaron condiciones potenciales para albergar este componente, no se registró la presencia de hongos en ninguna de ellas.

El Desierto Costero consiste en un sustrato de tipo arenoso con salinidad alta, que genera un ambiente poco propicio para el crecimiento de macrohongos. En adición a lo anterior gran parte del ecosistema costero prospectado se sitúa cerca de asentamientos humanos o áreas con perturbaciones antrópicas como caminos, carreteras y basurales. A pesar de encontrar zonas con restos cadavéricos de aves y mamíferos, el sustrato y ambiente salino no permiten el crecimiento de macrohongos.

Cabe destacar, en las zonas circundantes al concentraducto, aproximadamente a 23 kilómetros de la costa, se localizan unas formaciones de plantas epifitas denominadas *tillandsias*, especies

de la familia Bromeliaceae. Específicamente, en la costa de Tarapacá habita la especie *Tillandsia landbeckii* (Cereceda *et al.*, 1999). Dado que este particular hábitat se encuentra directamente influenciado por la humedad proveniente de la camanchaca, se realizó un mayor esfuerzo de muestreo en el área; sin embargo, no se detectaron especies para esta componente.

Finalmente, es importante destacar que para efectos de los resultados del presente informe, el nivel de identificación de hongos se realiza exclusivamente a nivel macro. Esto se justifica ya que en estudios de diversidad microbiana, específicamente en bacterias y hongos, su identificación taxonómica puede estar sesgada según la técnica utilizada, por ejemplo las técnicas dependientes de cultivo estimulan la proliferación de aquellas especies que tiene el sustrato del cultivo como fuente alimenticia (e.g. carbono), favoreciendo a aquellas especies “cultivo-dependiente” que no necesariamente caracterizan el ambiente y que en vida silvestre, no hubiesen proliferado. Se estima que menos del 1% de los microorganismos son cultivables usando técnicas estándares de cultivo (Amman *et al.*, 1995).

Por lo tanto, para efectos de esta línea base y en particular para el componente hongo, se descartó realizar un estudio de identificación mediante la metodología de cultivo.

b) Líquenes

b.1) Área de Influencia Total

Los líquenes identificados en el área de influencia son en su totalidad saxícolas (crecen sobre superficies rocosas), a excepción de *Xanthoria parietina* caracterizada en una especie leñosa (corticícola). En la tabla siguiente se describen los individuos encontrados en el área de influencia de acuerdo a su familia, distribución y estado de conservación (Tabla 3.3.2-7).

Tabla 3.3.2-7. Composición taxonómica de líquenes en el área de influencia.

Familia	Especie	Distribución	Estado de conservación (Quilhot <i>et al.</i> , 1998)
Acarosporaceae	<i>Acarospora badiofusca</i>	América del Norte y del Sur	ND
Acarosporaceae	<i>Acarospora schleicheri</i>	Europa, África, América	Fuera de Peligro
Acarosporaceae	<i>Acarospora fuscata</i>	Europa, África, América	ND
Acarosporaceae	<i>Acarospora socialis</i>	América del Norte y del Sur	ND
Acarosporaceae	<i>Acarospora strigata</i>	América del Norte y del Sur	ND
Acarosporaceae	<i>Acarospora sp.1</i>	Indeterminado	ND
Acarosporaceae	<i>Acarospora sp.2 (café claro opaco)</i>	Indeterminado	ND

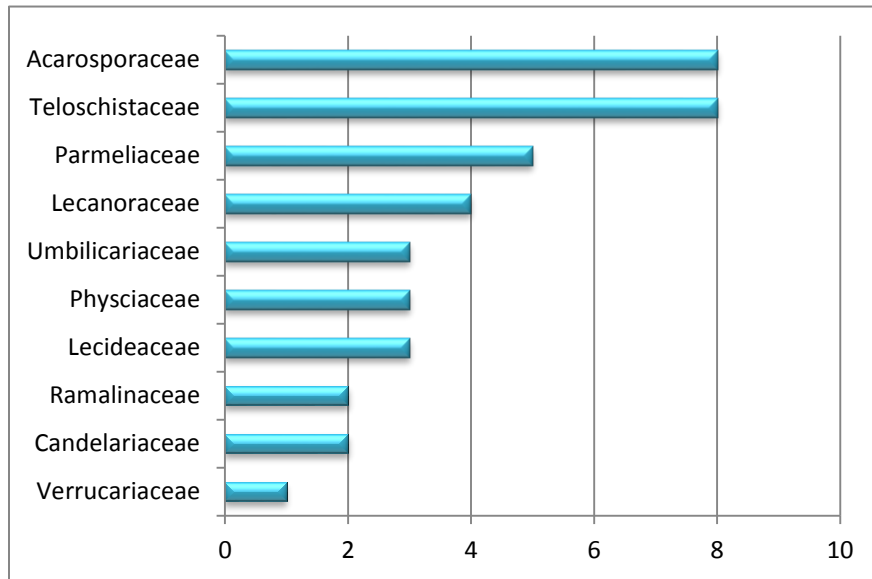
Familia	Especie	Distribución	Estado de conservación (Quilhot et al., 1998)
Acarosporaceae	<i>Acarospora sp.3 (negro)</i>	Indeterminado	ND
Physciaceae	<i>Buellia sp.1 (blanca con apotecions negros)</i>	Indeterminado	ND
Physciaceae	<i>Buellia sp.2 (café claro con apotecios negros)</i>	Indeterminado	ND
Physciaceae	<i>Buellia sp.3 (verde musgo con apotecios negros)</i>	Indeterminado	ND
Teloschistaceae	<i>Caloplaca cinnabarina</i>	Cosmopolita	ND
Teloschistaceae	<i>Caloplaca holocarpa</i>	Europa, África, América	ND
Teloschistaceae	<i>Caloplaca sp.1</i>	Indeterminado	ND
Teloschistaceae	<i>Caloplaca sp.2</i>	Indeterminado	ND
Teloschistaceae	<i>Caloplaca sp.3</i>	Indeterminado	ND
Candelariaceae	<i>Candelariella vitellina</i>	Europa y América	Fuera de Peligro
Verrucariaceae	<i>Dermatocarpon sp.1</i>	Indeterminado	ND
Lecanoraceae	<i>Lecanora garovaglii</i>	América del Sur (Andes Perú, Chile, Argentina)	ND
Lecanoraceae	<i>Lecanora sp.1</i>	Indeterminado	ND
Lecideaceae	<i>Lecidea atrobrunnea</i>	Cosmopolita	ND
Lecideaceae	<i>Lecidea sp.1 (parda)</i>	Indeterminado	ND
Lecideaceae	<i>Lecidea sp.2 (marrón con apotecios negros)</i>	Indeterminado	ND
Parmeliaceae	<i>Parmeliaceae sp.1 (marrón)</i>	Indeterminado	ND
Parmeliaceae	<i>Parmeliaceae sp.2 (verde agua)</i>	Indeterminado	ND
Candelariaceae	<i>Placomaronea candelarioides</i>	América del Sur (Andes Perú, Chile, Argentina)	ND
Ramalinaceae	<i>Ramalina maciformis</i>	África, América	ND
Lecanoraceae	<i>Rhizoplaca melanophthalma</i>	Europa, África, América, Antártica	ND
Lecanoraceae	<i>Rhizoplaca chrysoleuca</i>	Europa, África, América	Fuera de Peligro
Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria phaea</i>	Cosmopolita	ND

Familia	Especie	Distribución	Estado de conservación (Quilhot <i>et al.</i> , 1998)
Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria decussata</i>	Europa y América	ND
Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria sp.1</i>	Indeterminado	ND
Parmeliaceae	<i>Xanthoparmelia conspersa</i>	Europa y América	ND
Parmeliaceae	<i>Xanthoparmelia sp.1</i> (apotecios oscuros, isidios negros)	Indeterminado	ND
Parmeliaceae	<i>Xanthoparmelia sp.2 (gris)</i>	Indeterminado	ND
Teloschistaceae	<i>Xanthoria candelaria</i>	Cosmopolita	ND
Teloschistaceae	<i>Xanthoria elegans</i>	Cosmopolita	ND
Teloschistaceae	<i>Xanthoria parietina</i>	Cosmopolita	ND

Fuente: Elaboración MWH.

De los 38 líquenes identificados en el área de influencia, las familias Acarosporaceae y Teloschistaceae presentan la mayor riqueza con nueve especies por familia, seguido de Parmeliaceae y Lecanoraceae con cinco y cuatro especies respectivamente (Gráfico 3.3.2-1). Las especies pertenecientes a la familia Acarosporaceae presentan una amplia distribución a nivel continental, tanto en América como otros continentes y es liquenizado por algas verdes (Cannon, 2007). Por su lado, la familia Teloschistaceae representa el mayor número de hongos formadores de líquenes crustáceos, formando costras de más de 10 cm de diámetro, de color amarillo naranja. Finalmente se reconocieron tres líquenes en categoría de conservación (Quilhot *et al.*, 1998), *Candelariella vitellina*, *Acarospora schleicheri* y *Rhizoplaca chrysoleuca*, todos categorizados como fuera de peligro.

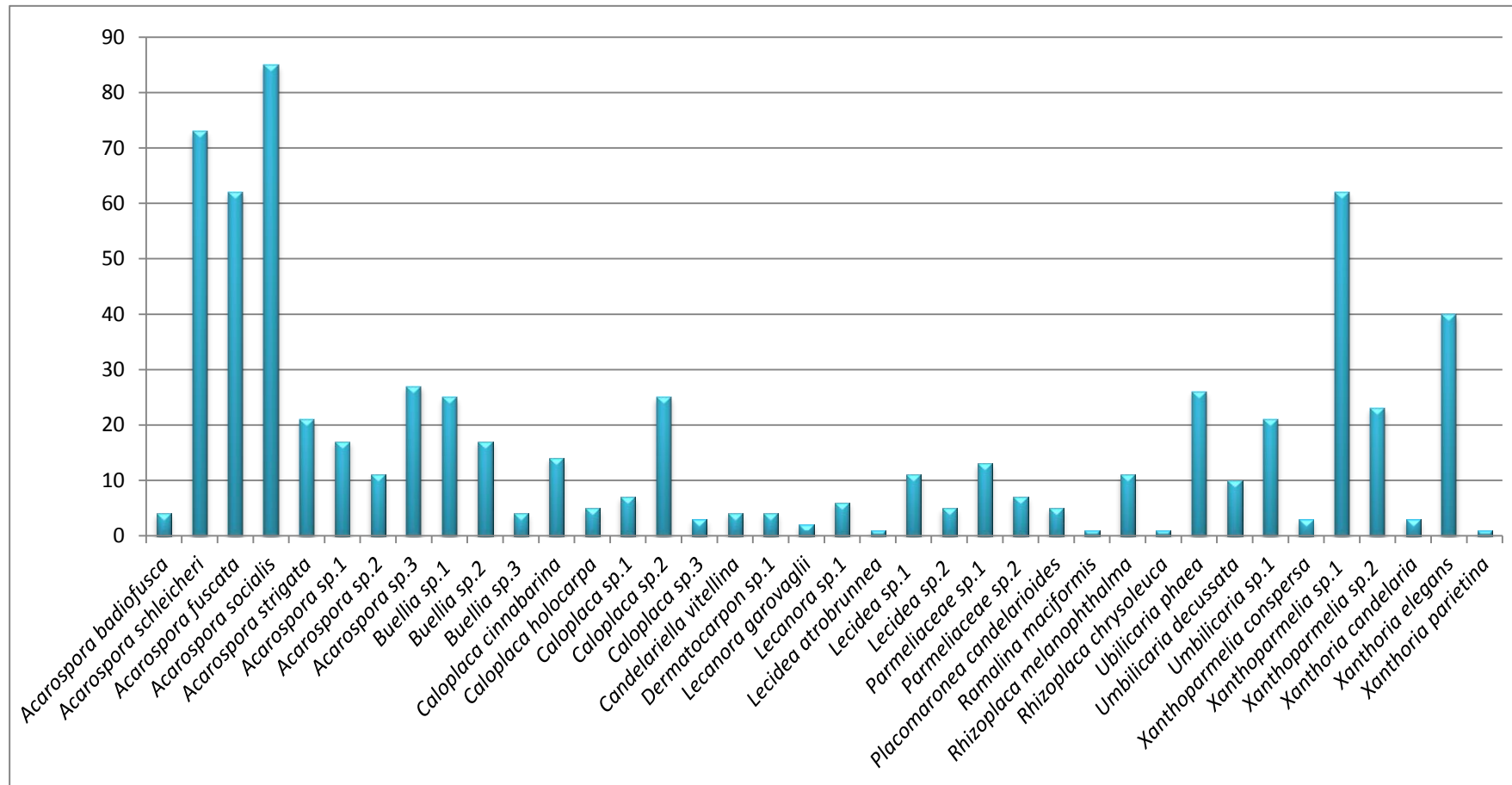
Gráfico 3.3.2-1. Distribución de la diversidad de especies de líquenes según su familia.



Fuente: Elaboración MWH.

De los 566 individuos caracterizados en el área de influencia, la mayor abundancia a nivel de especies corresponde a *Acarospora socialis* (12,88%), seguido de *Acarospora schleicheri* (11.06%) y *Acarospora fuscata* y *Xanthoparmelia sp. 1*, con un 9.39%. Por otro lado, las especies *Lecidea atrobrunnea*, *Ramalina maciformes*, *Rhizoplaca chrysoleuca* y *Xanthoria parietina*, presentan solo un avistamiento con el 0.15%. El detalle se observa en el Gráfico 3.3.2-2

Gráfico 3.3.2-2. Abundancia de las especies de líquenes dentro del Área de Influencia.



Fuente: Elaboración MWH.

b.2) Sectores del Área de Influencia

Como se especificó en la metodología, el área de influencia se dividió en diez sectores de acuerdo al tipo de ecosistema que albergaban. De acuerdo a esta sectorización, se realizaron 189 parcelas de muestreo determinando un total de 38 especies de líquenes, la abundancia para cada individuo caracterizado en el área de influencia se observa en la Tabla 3.3.2-2.

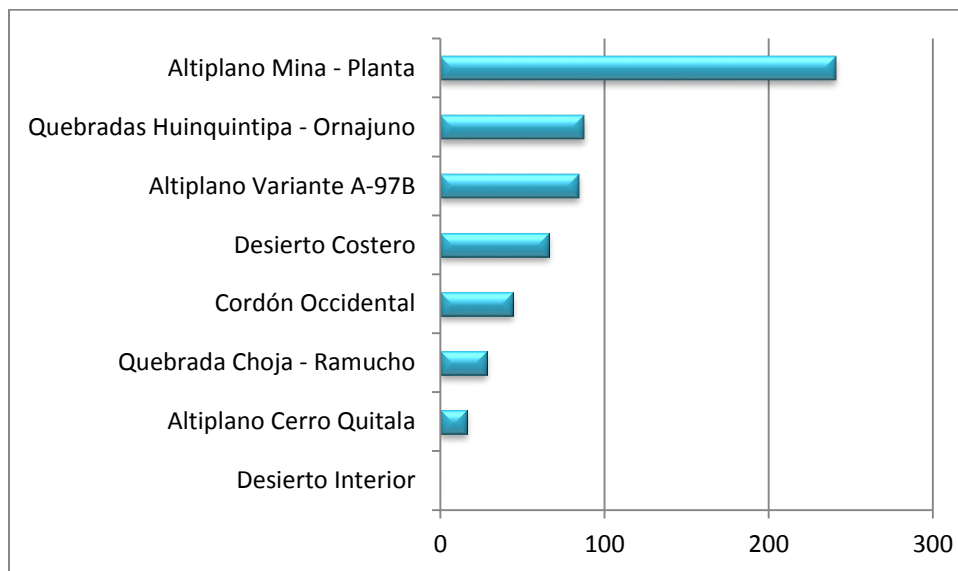
De acuerdo a los sectores prospectados, el Altiplano Mina – Planta, presenta la mayor frecuencia de líquenes con 241 individuos caracterizados, seguido de las Quebradas Huinquentipa – Ornajuno con 87 individuos.

Esto es consecuente al tipo de ecosistema que albergan a ambos sectores. El sector Altiplano Mina – Planta en una zona geomorfológica de transición entre la precordillera (ambiente de quebradas y valles profundos) y el altiplano propiamente tal caracterizado por la presencia de formaciones vegetacionales de estepa altoandina desértica.

Las Quebradas de Huinquentipa y Ornajuno presentan una cobertura vegetal en la mayor parte de su superficie, conformado, principalmente por formaciones de estepa, matorrales y formaciones mixtas entre ambos. Para ambos sectores se destacan individuos saxícolas pertenecientes a los géneros Acarospora, Buellia, Caloplaca y Rhizoplaca, entre otros.

En el otro extremo, se observa al sector de Desierto Interior sin individuos identificados.

Gráfico 3.3.2-3. Frecuencia de Líquenes de acuerdo a su sectorización dentro del Área de Influencia.



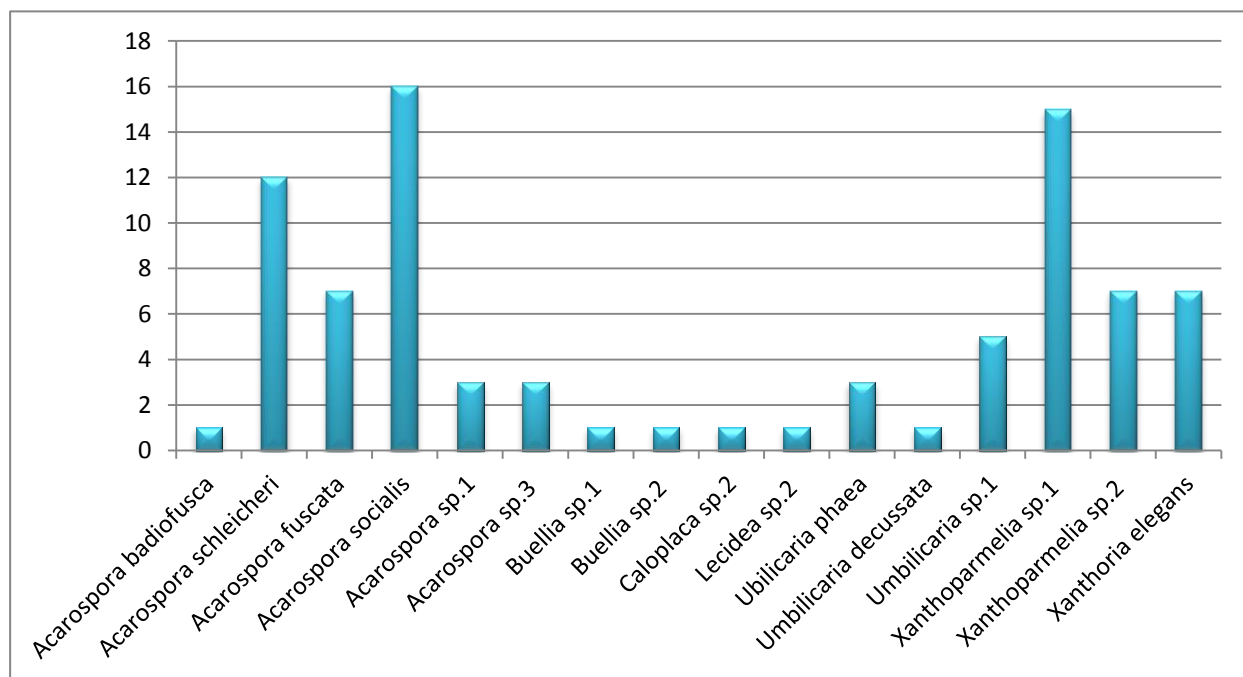
Fuente: Elaboración MWH.

A continuación se caracteriza esta componente de acuerdo a la sectorización realizada en el área de influencia.

- Altiplano Variante A-97B

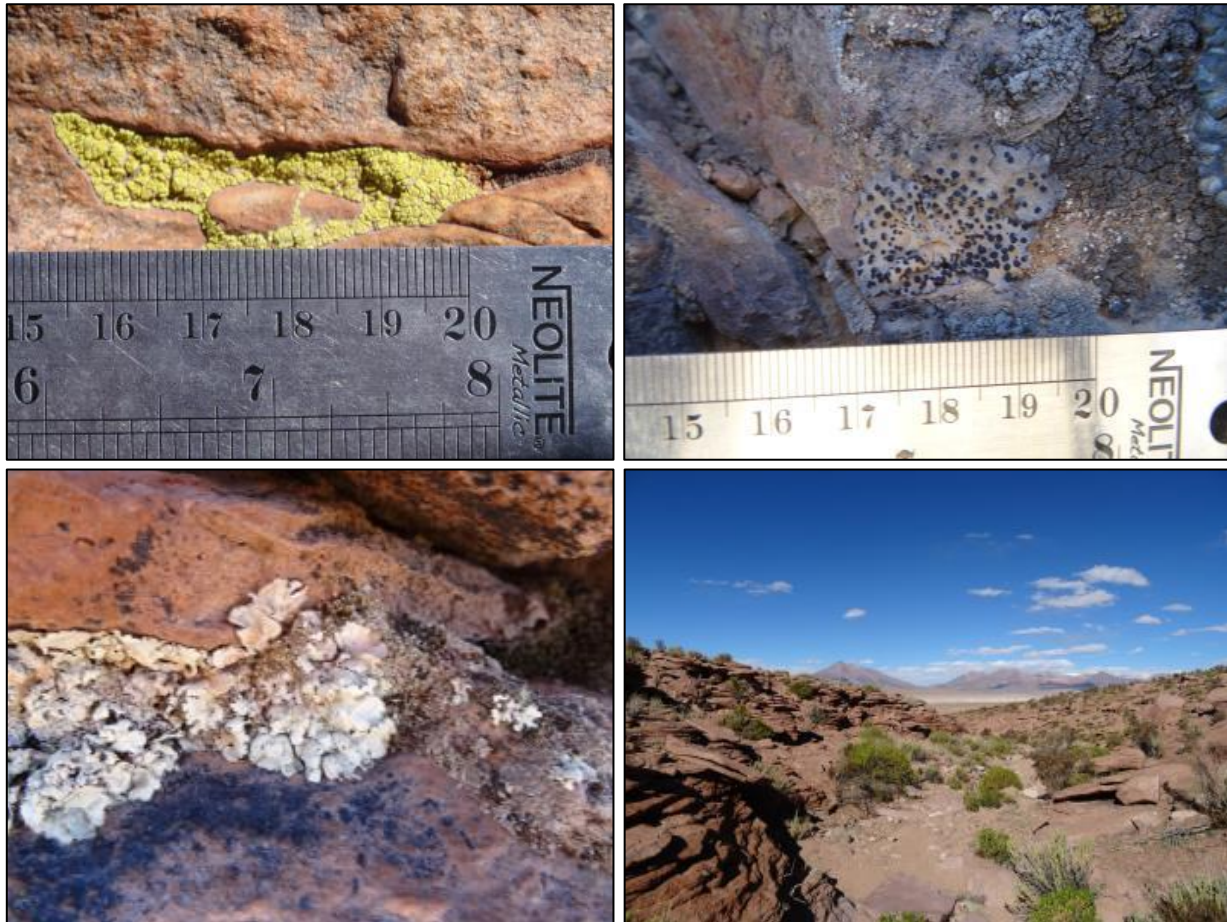
Se realizaron 19 estaciones de muestreo asociadas a este sector. Para la caracterización de esta componente, registrándose 84 individuos de líquenes distribuidos en 16 especies (aproximadamente 4.4 individuos por parcela de muestreo). Cabe señalar que *Acarospora socialis* y *Xanthoparmelia sp.1*, presentan la mayor abundancia en el sector con 16 y 15 identificaciones respectivamente. A su vez, la familia Acarosporaceae tiene la mayor abundancia con un 50% de las especies prospectadas (Gráfico 3.3.2-4). En la Fotografía 3.3-5 se observan especies representativas de este sector y el área prospectada.

Gráfico 3.3.2-4. Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Altiplano Variante A-97B.



Fuente: Elaboración MWH.

Fotografía 3.3-5. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector Altiplano Variante A-97B.



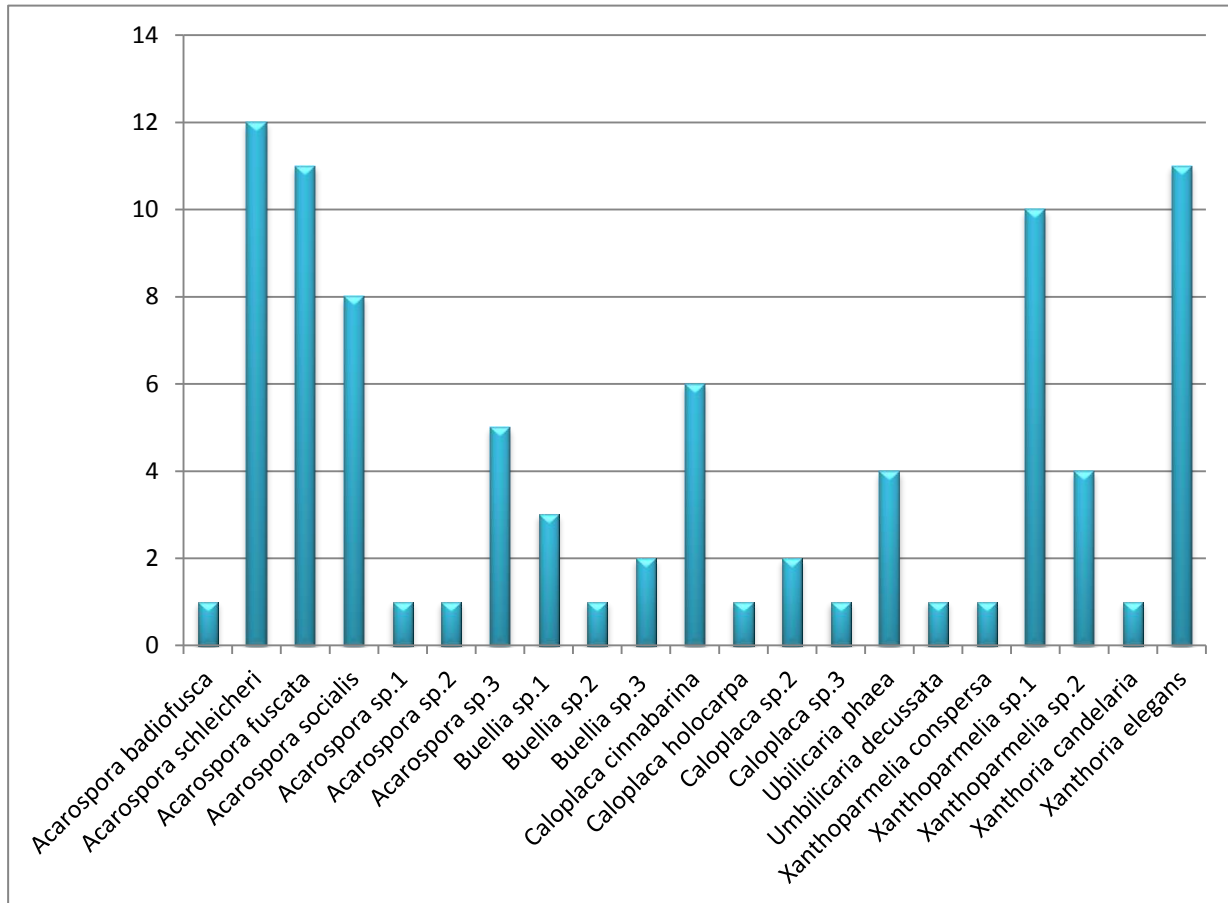
Superior derecha: *Acarospora socialis*; Superior izquierda: *Umbilicaria phaea*; Inferior izquierda: *Xanthoparmelia* sp. 1;
Inferior derecha: Sector Altiplano Variante A-97B.

Fuente: MWH, 2015

- Quebrada Huinquintipa – Ornajuno

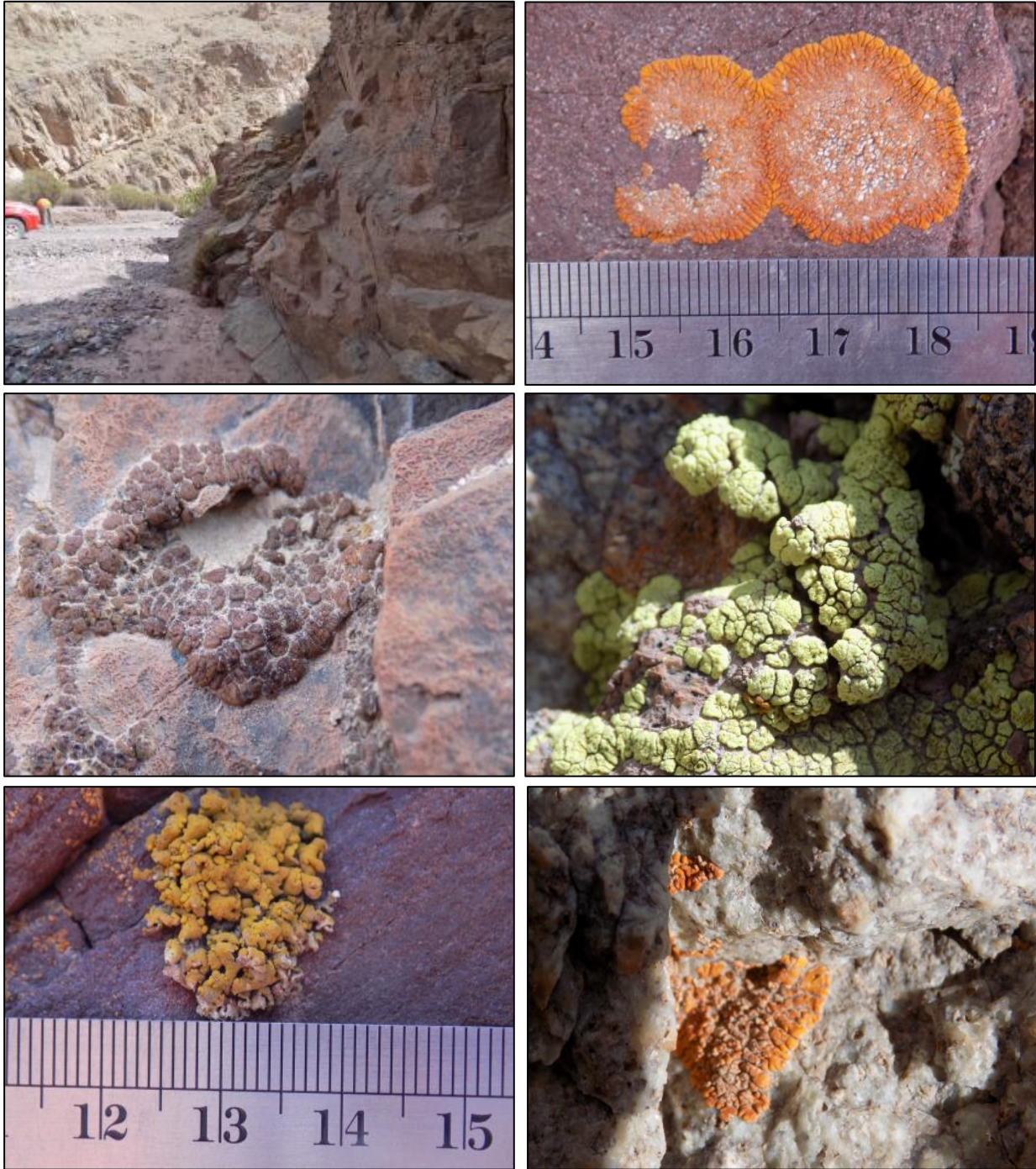
Este sector de cuencas se caracteriza por su vegetación de estepa - desértica de altura; sin embargo, conserva una gran presencia de vegetación azonal en quebrada Huinquintipa y en la confluencia con Quebrada Ornajuno. Se realizaron 14 estaciones de muestreo, determinando la presencia de 87 individuos (aproximadamente 6,2 individuos por parcela de muestreo), correspondientes a 21 especies de líquenes, en la cual se manifiesta una dominancia por la familia Acarosporaceae, representada principalmente por *A. Schleicheri*, *A. fuscata* y *A. socialis* representando el 35,6% del total de líquenes encontrados en este sector. En la Fotografía 3.3-6 se observan especies representativas de este sector y el área prospectada.

Gráfico 3.3.2-5. Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector de Quebradas Huinquintipa - Ornajuno



Fuente: Elaboración MWH.

Fotografía 3.3-6. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector de Quebradas Huinquentipa - Ornajuno



Superior izquierda: Sector Quebrada Huinquentipa; Superior derecha: *Caloplaca cinnabarina*; Medio izquierda: *Acarospora fuscata*; Medio derecha: *Acarospora schleicheri*; Inferior izquierda: *Xanthoria elegans*; Inferior derecha: *Caloplaca sp.2*

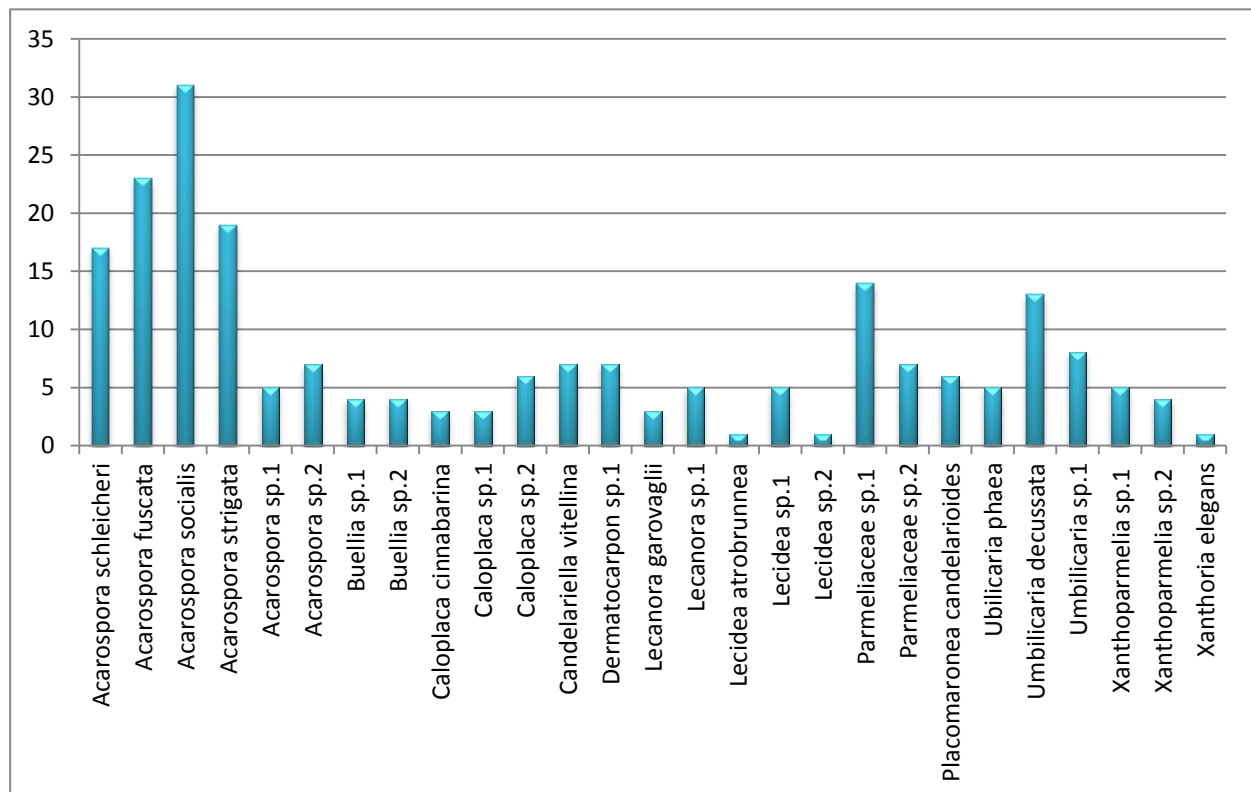
Fuente: MWH, 2015

- Altiplano Mina-Planta

Se realizaron un total de 45 parcelas de muestreo, dentro de las cuales se determinó una diversidad de 26 especies y un total de 241 individuos observados (5,4 individuos por parcela de muestreo). De acuerdo a lo descrito anteriormente, el sector Altiplano Mina Planta mantiene el patrón descrito para el área de influencia, en el cual se manifiesta una dominancia por la familia Acarosporaceae, representada principalmente por *A. socialis*, *A. fuscata*, *A. strigata* y *A. schleicheri*, representando el 42,3% del total de líquenes encontrados en este sector. En la Fotografía 3.3-7 se observan especies representativas de este sector y el área prospectada.

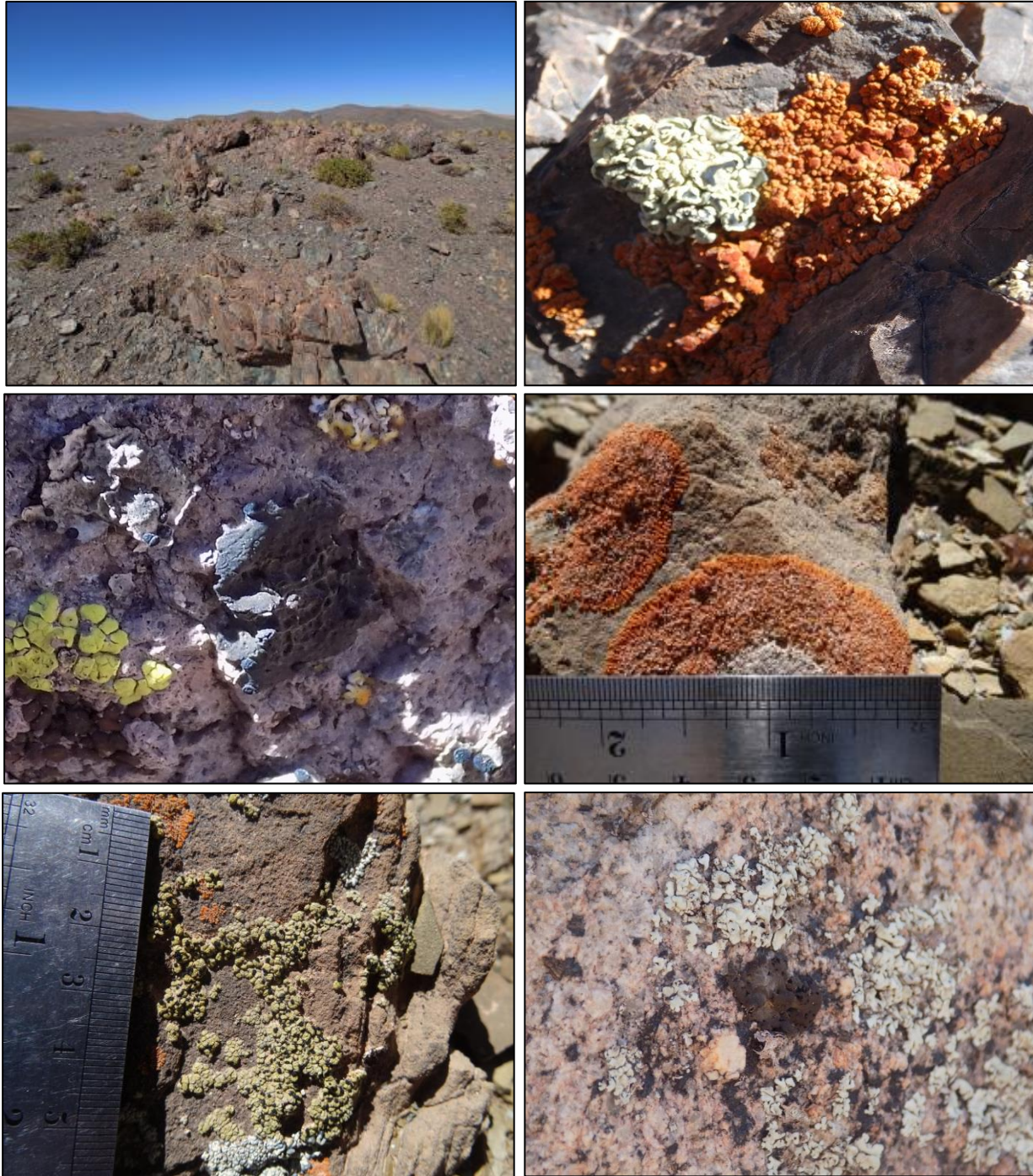
Cabe señalar que en este sector se realizó la parcela de muestreo con la mayor riqueza en este estudio con 18 especies de líquenes, todas ellas saxícolas.

Gráfico 3.3.2-6. Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector de Altiplano Mina – Planta.



Fuente: Elaboración MWH.

Fotografía 3.3-7. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector de Altiplano Mina – Planta.

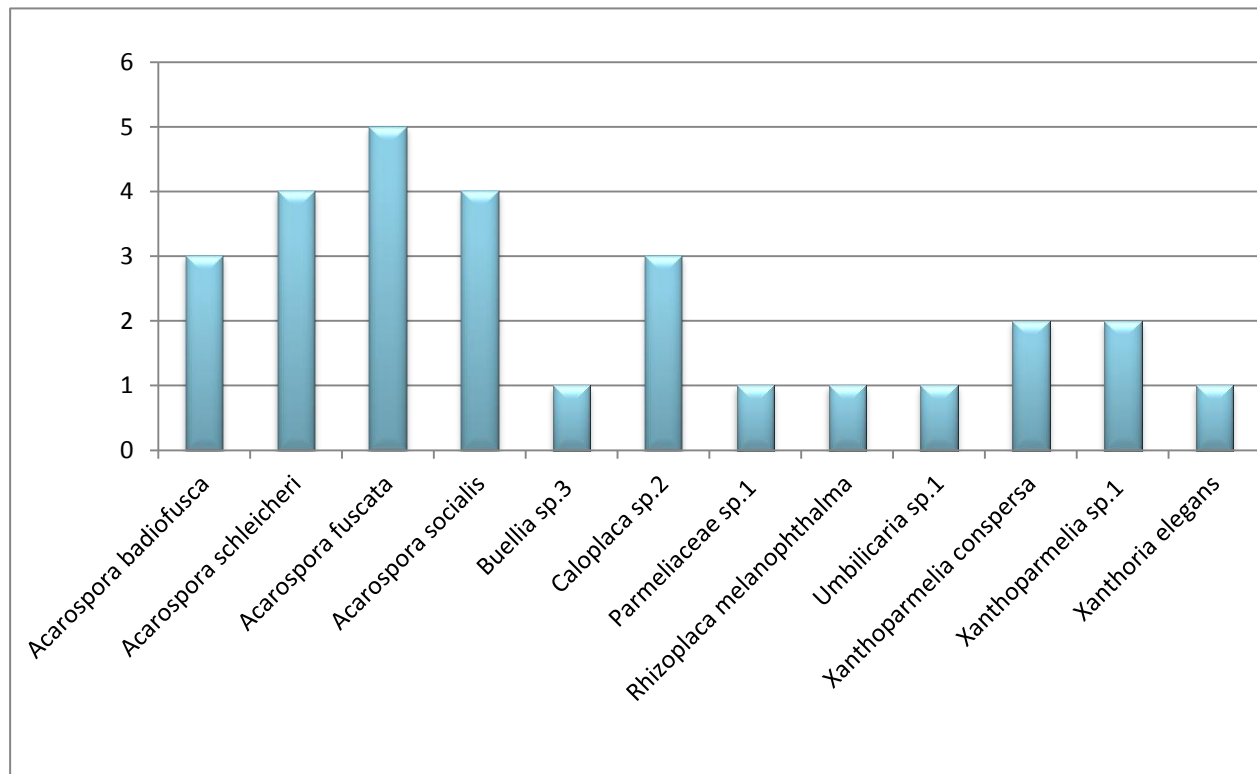


Superior izquierda: Sector Altiplano Mina - Planta: *Lecidea atrobrunnea*, *Caloplaca* sp.2; Medio izquierda: *Umbilicaria decussata*; Medio derecha: *Caloplaca cinnabarina*; Inferior izquierda: *Buellia* sp.2; Inferior derecha: *Umbilicaria phaea*, *Xanthoparmelia* sp.1
Fuente: MWH, 2015.

- Quebrada Choja - Ramucho

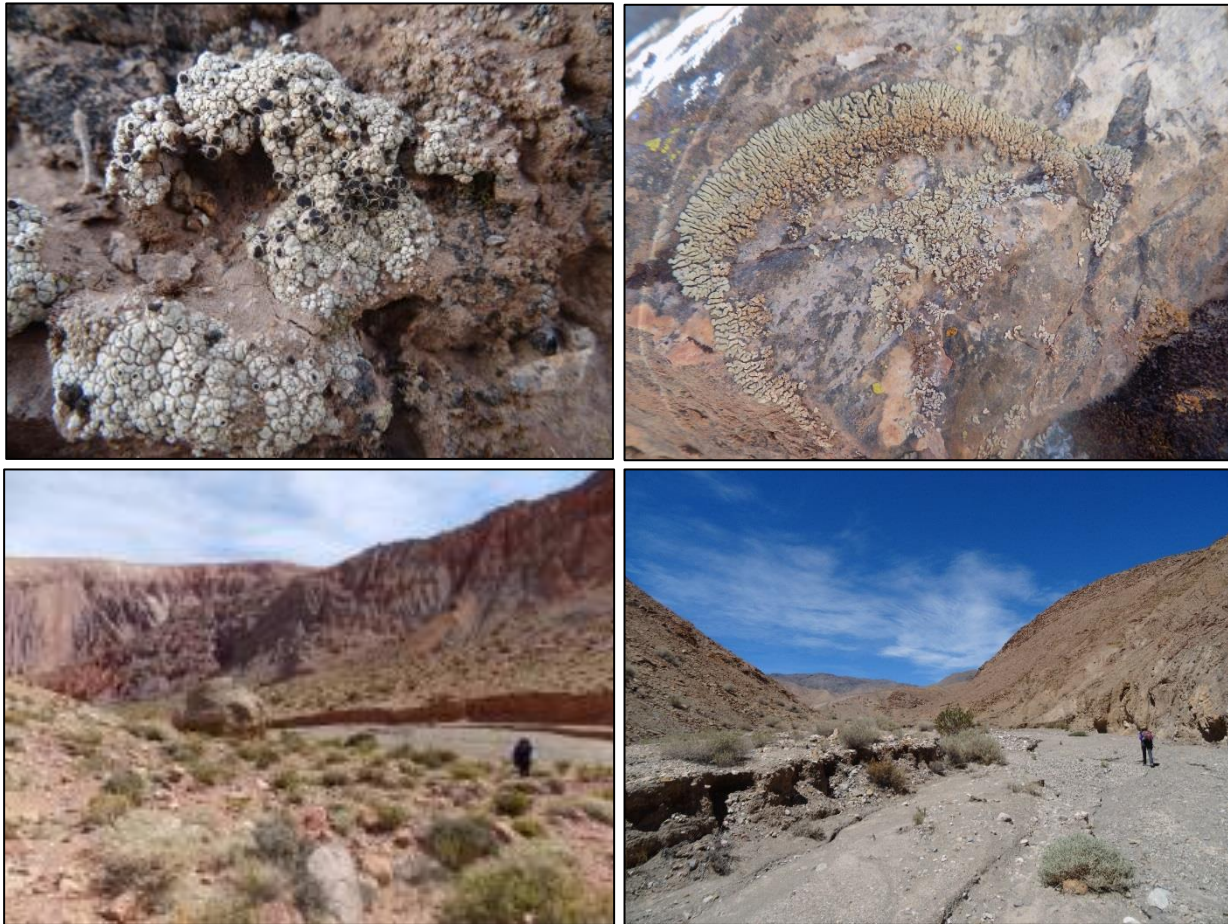
Se realizaron siete parcelas de muestreo, dentro de las cuales se determinó una diversidad de 12 especies y un total de 28 individuos observados (4,0 individuos por parcela de muestreo). La familia Acarosporaceae permanece con la mayor riqueza y abundancia, siendo nuevamente *Acarospora socialis* y *A. fuscata*, las especies con mayor presencia en el Sector. En la Fotografía 3.3-8 se observan especies representativas de este sector y el área prospectada.

Gráfico 3.3.2-7. Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Quebrada Choja - Ramucho.



Fuente: Elaboración MWH.

Fotografía 3.3-8. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector de Quebrada Choja - Ramucho.



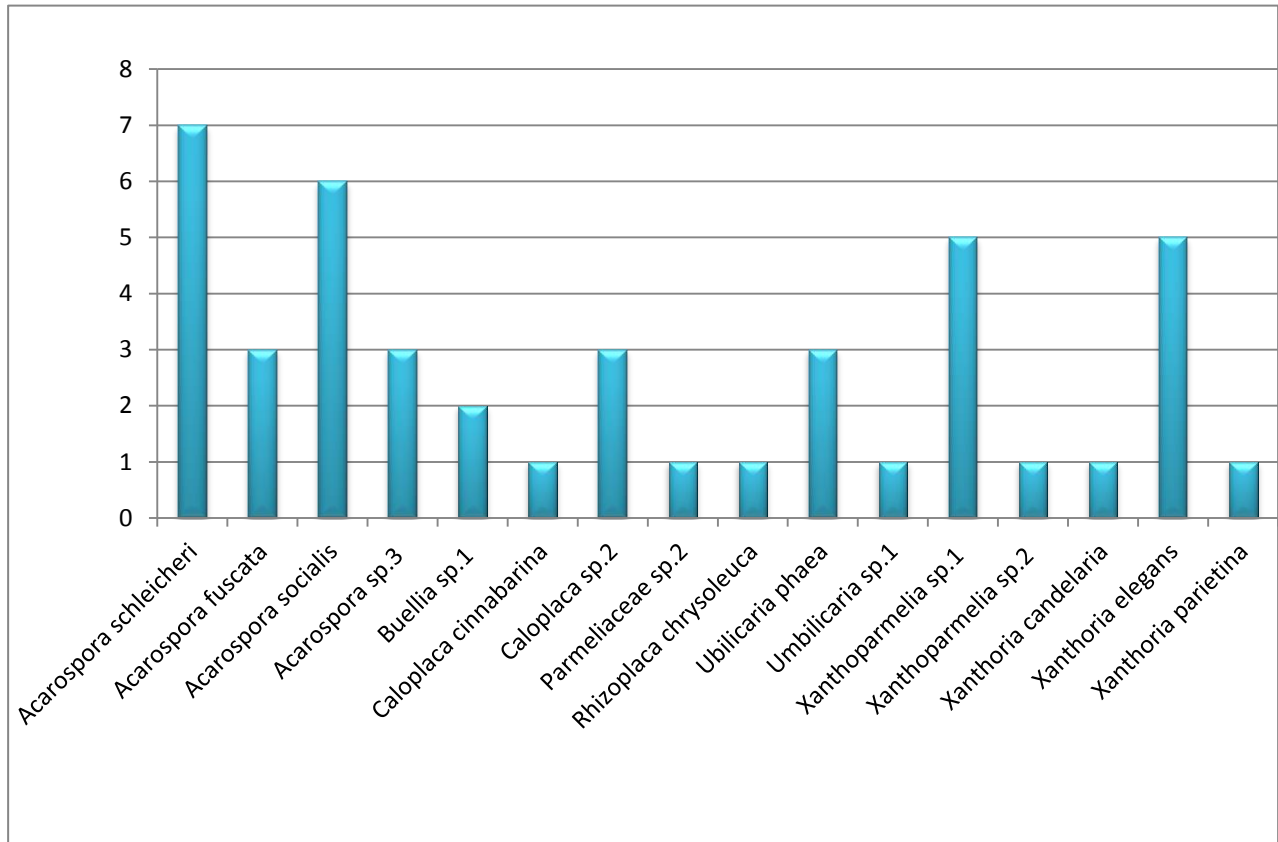
Superior derecha: *Rhizoplaca melanophthalma*; Superior izquierda: *Xanthoparmelia conspersa*; Inferior izquierda: Sector Quebrada Ramucho; Inferior derecha: Quebrada Choja
Fuente: MWH, 2015.

- Cordón Occidental

En este sector se reconocen dos áreas o quebradas que se bifurcan desde la zona de mayor altitud contigua al sector Altiplano Mina-Planta. La cobertura vegetal, presenta principalmente formaciones de Estepa, Matorral y formaciones mixtas entre ambas.

Para este sector, se realizaron 12 parcelas de muestreo, dentro de las cuales se determinó una diversidad de 16 especies y un total de 44 individuos observados (3,6 individuos por parcela de muestreo). Nuevamente la familia Acarosporaceae presenta la mayor riqueza y abundancia (43,2%), es *Acarospora schleicheri* la especie con mayor presencia, seguido de *Acarospora socialis*. En la Fotografía 3.3-9 se observan especies representativas de este sector y el área prospectada.

Gráfico 3.3.2-8. Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Cordones Occidentales.



Fuente: Elaboración MWH.

Fotografía 3.3-9. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector Cordones Occidentales



Superior derecha: *Acarospora* sp.3; Superior izquierda: *Xanthoria candelaria*; Inferior izquierda: *Xanthoria parietina*; Inferior derecha: *Rhizoplaca chrysoleuca*.

Fuente: MWH, 2015.

- Desierto Interior

El Sector Desierto Interior presenta la mayor superficie del Área de Influencia, por lo tanto, se realizaron 44 estaciones de muestreo en el área. Este sector se caracteriza por ser un ecosistema mayoritariamente desprovisto de vegetación con una fisonomía de desierto abosoluto con parches aislados de vegetación con escasa cobertura y una gran oscilación térmica. A pesar del esfuerzo de muestreo realizado, no se observaron individuos para esta componente (Fotografía 3.3-10).

Fotografía 3.3-10. Sector Desierto Interior.

Fuente: MWH, 2015

- Desierto Costero

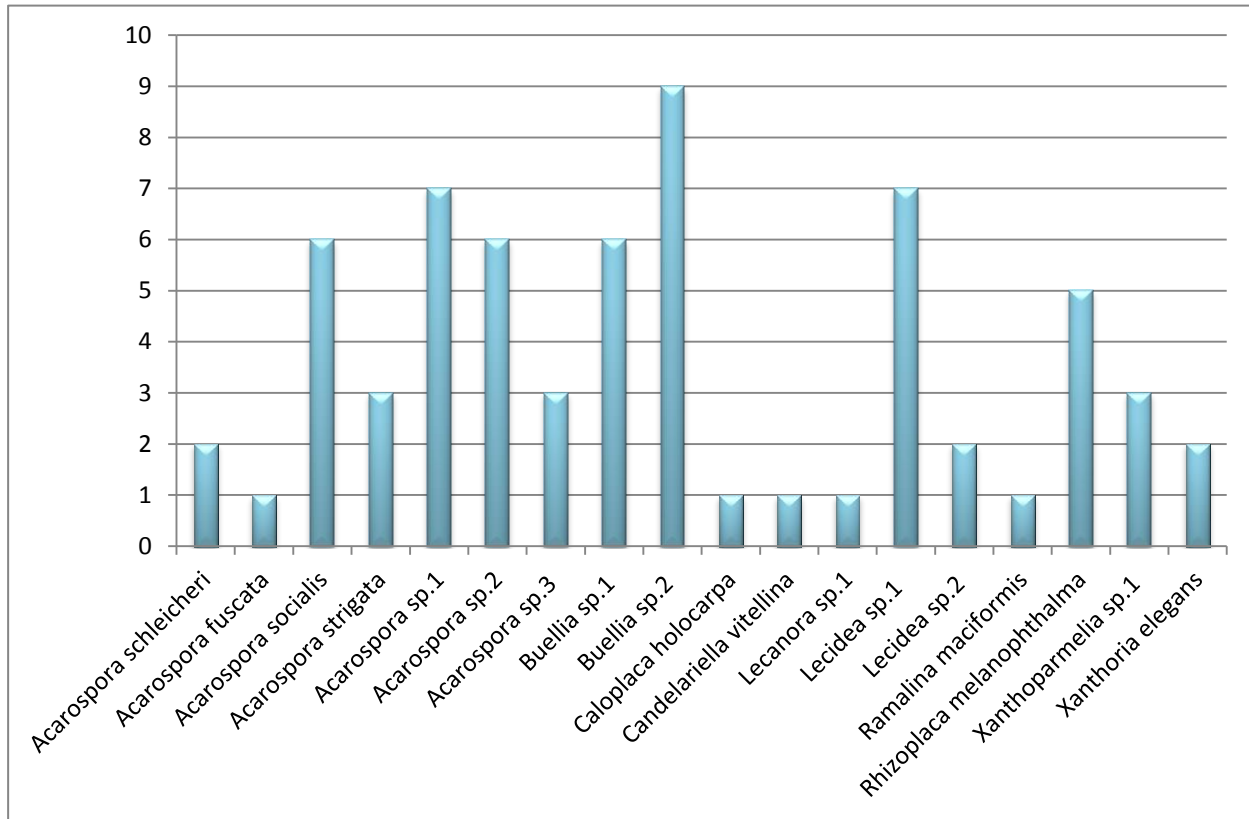
Este sector se caracteriza por su alta humedad atmosférica en el cual se desarrolla una escasa biomasa vegetal, por lo mismo, prolifera una flora muy especializada. En este contexto, existe un tipo de vegetación que es característica de las zonas de niebla (camanchaca) conocida como *Tillandsias*, especies de la familia *Bromeliaceae*, la cual debe su existencia por los aportes hídricos de la niebla, particularmente en los meses de invierno y primavera (Fuentes, 1999). La cual se desarrolla en las variadas formas de relieve de la cordillera de la costa. Así mismo, este microecosistema da lugar a la proliferación de líquenes poco frecuentes, como el caso de *Ramalina maciformis* o *Caloplaca holocarpa*, entre otras especies.

Para el Sector del Desierto Costero se realizaron 45 parcelas de muestreo de los cuales se observaron 66 individuos (1.47 individuos por parcela de muestreo), identificando 18 especies de líquenes. Cabe señalar que casi la totalidad de los individuos de líquenes caracterizados se encontraban dentro de los puntos de muestreo de las tillandsias (6 parcelas).

Tal como ocurre en los sectores anteriores, la familia *Acaroporaceae* mantiene una dominancia en cuanto a riqueza (38.8%) y abundancia (42,4%). No obstante, la especie con mayor representatividad corresponde a *Buellia sp.2*, de la familia *Physciaceae* con nueve registros.

En la Fotografía 3.3-11 se observan especies representativas de este sector y el área prospectada.

Gráfico 3.3.2-9. Composición, riqueza y abundancia de líquenes asociados al Sector Desierto Costero.



Elaboración: MWH, 2015

Fotografía 3.3-11. Especies de líquenes caracterizadas en el Sector del Desierto Costero



Superior izquierda: *Buellia* sp.1, *Buellia* sp.2; Superior derecha: *Ramalina* maciformis; Medio izquierda: *Caloplaca* holocarpa; Medio derecha: *Rhizoplaca* melanophthalma; Inferior izquierda: *Candelariella* vitellina; Inferior derecha: Ambiente de *Tillandsias*.

Fuente: MWH, 2015.

3.3.2.6 Síntesis y Conclusiones

La modificación al reglamento del SEIA (D.S. 40/2012³), incorporando la realización de una línea base de Algas y Hongos, representa un avance significativo en términos de conocer y entender la dinámica de los ecosistemas y la importancia que juega el ser humano como un beneficiario directo de ellos.

Numerosos estudios han indicado que los componentes descritos en este estudio tienen un rol fundamental como bioindicadores del ecosistema. Hawksworth *et al.* (2005), describe a los líquenes como claves para detectar cambios de manera temprana en la biota. Sin embargo, en Chile los estudios al respecto son bastante escasos, siendo nulos para los ecosistemas áridos. Recientemente se publicó la “*Guía de Campo de Hongos de Chile*” de Giuliana Furci (2013), no obstante, aún tenemos ecosistemas áridos de alto valor ecológico como vegas y bofedales en total desconocimiento de la biodiversidad que alberga.

3.3.2.6.1 Hongos y Algas

A partir de las tres campañas realizadas en los sectores del área de influencia del Proyecto se determinaron 12 especies de hongos macroscópicos de los cuales ocho fueron encontrados en sustrato de pasto y cuatro en suelo. En cinco casos fue posible identificar a nivel de especie *Agrocybe silvaticus*, *Coprinus atramentarium*, *Panaeolus retirugis*, *Psathyrella ammophila* y *Scutellinia scutellata*. Esta última es una especie importante para los ecosistemas de altura, destacándose su capacidad como Xylobionte (descomponedor de materia orgánica de origen vegetal). De las especies caracterizadas, ninguna se encuentra en categoría de conservación de acuerdo a los 22 taxa categorizadas en el D.S. N°38/2015.

Los sectores con mayor diversidad para esta componente fueron las Quebradas Huinquentipa y Ornajuno con cinco especies identificadas y el Sector Altiplano Mina – Planta con seis especies descritas. Por otro lado, los sectores de Altiplano Variante A-97B, Altiplano Cerro Quitala, Quebrada Choja - Ramucho, Desierto Interior y Desierto Costero no presentaron individuos para esta componente.

Cabe destacar que dada la superficie total del área de influencia (50.393,4 hectáreas), la diversidad de esta componente es modesta, lo cual da cuenta de las condiciones extremas, dado principalmente por la escasez de agua, la cual es una de las condicionantes principales para la sobrevivencia de la mayoría de estos individuos.

³ Modificado por D.S N° 8/2014 y D.S N°63/2014.

3.3.2.6.2 Líquenes

Para esta componente se determinaron 38 especies de líquenes asociados al área de influencia, de las cuales, la familia mejor representada corresponde a Acarosporaceae y Teloschistaceae, con 8 especies respectivamente. Le siguen las familias Parmeliaceae y Lecanoraceae con cinco y cuatro especies respectivamente.

Respecto a la frecuencia, de los 566 individuos caracterizados en el área de influencia, con una proporción de 2,79 líquenes por parcela realizada. La mayor abundancia a nivel de especies corresponde a *Acarospora socialis* (12,88%), seguido de *Acarospora schleicheri* (11.06%) y *Acarospora fuscata* y *Xanthoparmelia sp.1*, con un 9.39%. Por otro lado, las especies *Lecidea atrobrunnea*, *Ramalina maciformis*, *Rhizoplaca chrysoleuca* y *Xanthoria parietina*, presentan solo un avistamiento con el 0.15%).

De acuerdo a los sectores prospectados, el sector Altiplano Mina - Planta presenta la mayor frecuencia de líquenes con 241 individuos caracterizados, seguido por las Quebradas Huiniquinta – Ornajuno con 87 individuos.

En todos los sectores descritos en el Área de Influencia, la familia Acarosporaceae abarca la mayor diversidad y abundancia de especies.

Cabe señalar que para el Sector Desierto Costero se desarrolla un ecosistema particular (*Tillandsias*), asociado a los aportes hídricos de la niebla costera dando lugar a la proliferación de líquenes poco frecuentes en ecosistemas áridos, como el caso de *Ramalina maciformis*, *Candelariella vitellina* o *Caloplaca holocarpa*, entre otras especies.

Del total de taxones de líquenes registrados en el área de influencia, 18 se determinaron a nivel de género, lo cual se está asociado a una distribución indeterminada, 6 especies presentaron una distribución cosmopolita, una especie se distribuyen en América del Norte y del Sur, 2 especies en Chile, Perú y Argentina, 3 especies en Europa y América, y 4 especie en Europa, África, América.

De acuerdo a las categorías de conservación para los líquenes nativos de Chile (Quilhot *et al.*, 1998), tres líquenes se encuentran clasificados en alguna categoría de conservación, correspondiente a Fuera de Peligro (*Acarospora schleicheri*, *Candelariella vitellina* y *Rhizoplaca chrysoleuca*).

Existe escaso conocimiento sobre sistemática, ecología y distribución de las especies encontradas, la mayoría de las cuales aún no es posible determinar a nivel genérico o específico.

3.3.2.7 Bibliografía

Ahumada, M., Aguirre, F., Contreras, M., & Figueroa, A. (2012). Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos (COMUN & K.).

Amman, R.; Ludwig, W. and K. Schleifer. (1995). Phylogenetic Identification and In Situ Detection of Individual Microbial Cells without Cultivation. *Appl. Environ. Microbiol.* 59: 754–762.

Bills, G.F., Collado, J., Ruibal, C., Peláez, F., and Platas, G. (2004). *Hormonema carpetanum* sp. nov., a new lineage of dothideaceous black yeasts from Spain. *Studies in Mycology* 50: 149-157.

Cannon PF, Kirk PM. (2007). *Fungal Families of the World*. Wallingford, UK: CAB International.

Cereceda, P., Larrain, H., Lázaro, P., Osses, P., Schemenauer, R. S., & Fuentes, L. (1999). Campos de tillandsias y niebla en el desierto de Tarapacá. *Revista de Geografía Norte Grande*, 26, 3–13.

Cereceda, P., Larrain, H., Velásquez, F., von Igel, B., Egaña, I., Osses, P., Pinto, R. (2004). Caracterización del clima de desierto costero y su relación con algunos oasis en Tarapacá, Chile. VIII Congreso Internacional Ciencias de La Tierra. Comisiones Científicas: Dinámica de Sistemas Globales Y Locales., 13.

Choi, Y.J., H.D. Shin, J.G. Han & D.H. Pfister (2012): *Scutellinia* (Pezizales) in Korea, with a new species and eight new records. –*Nova Hedwigia* 95(3-4).

David L. Hawksworth D., Iturriaga T., Crespo A. (2005). “Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos”. Universidad Complutense de Madrid, España.

Follmann, G. (1967). Die Flechtenflora der nordchilenischen Nebeloase Cerro Moreno. *Nova Hedwigia*, Bd. XIV, Verlag von J.Cramer, Alemania, 215-281 pp.

Fredlund, L., Ekulend, F., Jacobsen, C. S. and Kaare J. (2001). Development and Application of a Most-Probable-Number-PCR Assay to Quantify flagellate populations in Soil samples. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 1613-1618.

Furci G. (2013). “Guía de Campo de Hongos de Chile”, Fundación Fungi, Chile.

Furci, G. M. (2007). Diversidad de especies, Hongos. In *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos* (pp. 366–375).

Galloway, DJ/ Marticorena, C. (1991). A bibliography of Chilean lichenology [Bibliografía de liquenología de Chile]. - *Gayana Botanica* 48(1-4): 17-66.

Galloway, D.J. and W.Quilhot. (1998). Checklist of Chilean Lichen-forming and lichenicolous Fungi. *Gayana Botánica*, 55 (2): 111-185 pp.

Goward. T. (1999). Lichens of British Columbia, Illustrated Keys. Part 2: Fruticose Species. MoF Forestry Division Service Branch, Special Report No.9. 319 pp.

Hagn, A., Pritsch, K., Ludwig, W. and Schloter M. (2003). Theoretical and practical approaches to evaluate suitable primer sets for the analysis of soil fungal communities. *Acta Biotechnol.* 23 (4), 373-381.

Hale, M. (1969). How to know the Lichens. W.M. C. Brown Company Publishers, Iowa, USA, 226 pp.

Hawksworth, D., Iturriaga, T. y Crespo, A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Rev Iberoam Micol*, 22, 71-82. Recuperado de <http://www.reviberoammicol.com/2005-22/071082.pdf>.

Hernández M., Domínguez L., Hosaka K., Crespo M. (2011). *Tulostoma domingueziae* sp. nov. from *Polylepis australis* woodlands in Córdoba Mountains, central Argentina. *Mycologia*. 103 (5): 1047-1054.

Hestmark, G. (2009). New observations and records for *Umbilicaria* (Umbilicariaceae) in Bolivia. *The Bryologist* 112(4):833-838.

Lazo, W. (2001). Hongos de Chile. Atlas Micológico. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. Santiago. Chile.

Malinarich, V. (2013). Estudio de Censos de Avifauna de la Región de Tarapacá. Unidad de Recursos Naturales Renovables, Región de Tarapacá.

Marquet, P., Bozinovic, F., Bradshaw, G. a, Cornelius, C., Gonzalez, H., Gutierrez, J. R., ... Jaksic, J. C. (1998). Los ecosistemas del Desierto de Atacama y área Andina adyacente. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71, 593–617.

Méndez V.& Monge J., 2011. El uso de líquenes como Biomonitores para evaluar el Estado de la contaminación Atmosférica a nivel mundial. *Biocenosis* 25: 51 – 67.

Novoa, J. E., Tracol, Y., & López, D. (2008). Capítulo 2 Paisajes Eco-Geográficos de la Región de Atacama. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama (pp. 13–24).

Noy-Meir, I., Goodall, D.W., Evenaru, M. (1985). Hot desert and arid shrublands, Elsevier, Amsterdam. 365 pp.

Oyarzun, R., Cubas, P., & Oyarzún, F. (2008). Apuntes geológicos, botánicos y antropológicos de un viaje por la Región de Tarapacá, Desierto de Atacama, Chile. *Ciencias Y Sociedad*, 1–16.

Ramírez, A., y Cano, A. (2005). Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huaylas, Ancash, Perú). *Rev. peru. biol.* 12(3): 383- 396 (2005).

Salazar, C., Rojas, L., Lillo, A., & Aguirre, E. (n.d.). Análisis de requerimientos hídricos de vegas y bofedales en el norte de Chile. *Vertiente*, 7(7), 19.25.

Schwabe, G.H. (1960). Zur autotrophen Vegetation in ariden Böden. Blaualgen und Lebensraum IV. *Österreichischen Botanischen Zeitschrift*, Band 107, Heft 3/4.

Tapia, L. (2002). Guía de Biodiversidad N°4, Macrofauna y Algas Marinas. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental II región de Antofagasta, Chile. 66 pp.

Torsvik, V., Ovreas L., and Thingstad T.F. (2002). Prokaryotic iversity: Magnitude, dynamics, and controlling actors. *Science* 296:1064–1066.

Volkmar W., Ruprecht D., (2004) “Guía de Campo de los Líquenes, Musgos y Hepáticas” Editorial Omega, España, 599 pp.

Wright, J. y Albertó, E. (2002). Hongos, guía de la región pampeana. Edit. Colin Sharp. Buenos Aires. Argentina. 279 pp.

Cybernome, el nomenclador de los Hongos y sus Organismos Asociados. [www.cybertruffle.org.uk/cybernome/esp, sitio consultado: 13 de junio 2015].