DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén

Decreto Exento N°257/2022

CAPÍTULO 2/ANEXO 2.9

Caracterización Ambiental Líquenes

2026

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN 5

2 OBJETIVOS 6

2.1 Objetivo General 6

2.2 Objetivos Específicos 6

3 FACTORES GENERADORES DE IMPACTOS 7

3.1 Definición. 7

3.2 FGI asociados a los componentes líquenes y briófitas. 8

4 ÁREA DEL PROYECTO 9

4.1 Ubicación geográfica del Proyecto. 9

4.2 Determinación y justificación del Área de Influencia del Proyecto. 10

5 METODOLOGÍA 13

5.1 Antecedentes bibliográficos del Área de Influencia. 13

5.2 Diseño de muestreo y trabajo de campo 14

5.3 Identificación de especies. 16

5.3.1 Análisis de laboratorio. 18

5.4 Estados de conservación 19

5.5 Cambio climático. 20

6 RESULTADOS 21

6.1 Antecedentes bibliográficos. 21

6.1.1 Líquenes. 21

6.1.2 Briófitas. 22

6.2 Especies potenciales del área de estudio. 23

6.3 Especies registradas en la campaña de terreno. 24

6.3.1 Líquenes. 24

6.3.1.1 Riqueza taxonómica de líquenes en el Área de Influencia. 25

6.3.2 Briófitas. 29

6.3.2.1 Riqueza taxonómica de briófitas en el Área de Influencia. 29

6.4 Distribución de los hallazgos. 33

6.4.1 Distribución dentro del área de estudio. 33
6.4.1.1 Líquenes. 33
6.4.1.2 Briófitas. 34
6.4.2 Distribución de los hallazgos en el contexto de las Unidades Vegetacionales. 36
6.4.2.1 Líquenes. 38
6.4.2.2 Briófitas. 39
6.5 Estados de conservación. 40
6.5.1 Descripción de las especies en categoría de conservación registradas. 41
6.6 Análisis de cambio climático. 42
6.6.1 Índices de riesgo para la Biodiversidad de Flora. 42
6.6.2 Efecto del riesgo climático sobre los componentes briófitas y líquenes. 43
7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 45
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48
9 APÉNDICES 53
9.1 Profesionales especialistas. 53
9.2 Especies de líquenes registradas por sitio de muestreo. Se indica unidad vegetacional de los registros. 53
9.3 Especies de briófitas registradas por sitio de muestreo. Se indica grupo taxonómico y unidad vegetacional de los registros. 55
9.4 Registro Fotográfico 57
9.4.1 Registro de líquenes 57
9.4.2 Registro de briofitas 65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del enfoque de los FGI en SEA 7
Figura 2. Ubicación y extensión de las partes y obras del Proyecto. 9
Figura 3. Área de influencia estimada líquenes y briófitas. 12
Figura 4. área considerada para la búsqueda de registros previos de briófitas y líquenes en plataforma GBIF. 13
Figura 5. Sitios de muestreo prospectados en la campaña de terreno. 15
Figura 6. Número de especies de líquenes por Familia. 27
Figura 7. Origen biogeográfico de los líquenes registrados. 28
Figura 8. Forma de crecimiento de los líquenes registrados. 28
Figura 9. Sustrato donde habitan los líquenes registrados. 29
Figura 10. Grupos taxonómicos de briófitas registrados y su abundancia relativa. 30
Figura 11. Número de especies de briófitas por Familia. 31
Figura 12. Origen biogeográfico de las briófitas registradas. 32
Figura 13. Sustrato donde habitan las briófitas registradas. 32
Figura 14. Sitios de muestreo con presencia de líquenes dentro del área de estudio del proyecto. 33
Figura 15. Sitios de muestreo con presencia de briófitas dentro del área de estudio del proyecto. 35
Figura 16. Sitios con hallazgos de líquenes y briófitas respecto a las unidades vegetacionales identificadas para el componente Flora y Vegetación. 40
Figura 17. Ubicación de las especies en categoría de conservación registradas en el levantamiento de información en terreno. 41
Figura 18. *Usnea sp*. 57
Figura 19. *Peltigera collina*. 57
Figura 20. *Candelariella vitellina.* 58
Figura 21. *Flavopunctelia flaventior.* 59
Figura 22. *Ramalina celastri.* 59
Figura 23. *Haematomma nothofagi.* 60
Figura 24. *Punctelia reddenda.* 61
Figura 25. *Teloschistes chrysophthalmus.* 61
Figura 26. *Teloschistes flavicans.* 62
Figura 27. *Sticta caulescens.* 63
Figura 28. *Physcia adscendens.* 63
Figura 29. *Pannaria rubiginosa.* 64

Figura 30. *Parmotrema perlatum.* 65
Figura 31. *Phaeoceros sp.* 66
Figura 32. *Funaria hygrometrica.* 67
Figura 33. *Bartramia halleriana.* 67
Figura 34. *Orthotrichum sp.* 68
Figura 35. *Ceratodon purpureus.* 69
Figura 36. *Lunularia cruciata.* 70
Figura 37. *Campylopus introflexus.* 71
Figura 38. *Brachythecium albicans.* 71
Figura 39. *Syntrichia ruralis.* 72
Figura 40. Estructuras observadas a lupa y microscopio 1. A-C: *Brachytheciastrum velutinum*; D-F: *Phaeoceros laevis*; G-I: *Funaria hygrometrica*. 73
Figura 41. Estructuras observadas a lupa y microscopio 2.A-C: *Bartramia halleriana;* D-F: *Brachythecium rutabulum;* G-I: *Ceratodon purpureus*. 74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas centrales de las parcelas de muestreo levantadas. 15
Tabla 2. Detalle de fechas y esfuerzo de terreno para cada campaña de terreno realizada. 16
Tabla 3. Categorías de Conservación 19
Tabla 4. Briófitas y líquenes potencialmente presentes en el Área de Influencia del Proyecto. 23
Tabla 5. Líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto. 25
Tabla 6. Briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto. 30
Tabla 7. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo con registro de líquenes. 34
Tabla 8. Coordenadas centrales de las parcelas de muestreo levantadas. 35
Tabla 9. Sitios con registros de líquenes por Unidad Vegetacional, abundancia relativa de éstos y número de taxa registrados por Unidad. 39
Tabla 10. Sitios con registros de briófitas por Unidad Vegetacional, abundancia relativa de éstos y número de taxa registrados por Unidad. 39
Tabla 11. Especies registradas que se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación. 40
Tabla 12. Matriz de riesgo climático para flora en la comuna de Quirihue. 43

1 INTRODUCCIÓN

La presente caracterización tiene por objeto describir las características de los componentes líquenes y briófitas en el área de estudio e influencia del Proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén", del titular TRANSEMEL, conforme lo establecido la Ley Nº 19.300, modificada por la Ley Nº 20.417 y el Reglamento del SEIA D.S. Nº 40/2012 (modificado por el D.S N°30/2024 y el D.S. N°17/2025), y de acuerdo a lo señalado en la *"Guía Metodológica para la descripción de Ecosistemas Terrestres"* (SEA 2025).

En términos generales, el Proyecto considera la construcción y operación de la Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, la Nueva Subestación Coiquén, una nueva Línea de Transmisión aérea 2x66 kV Las Delicias - Coiquén, con una longitud aproximada de 9,1 km, además del seccionamiento de una línea de transmisión existente en 220 kV. Las obras se emplazan en la Región de Ñuble, provincia del Itata, comuna de Quirihue.

El área del Proyecto se caracteriza por la presencia predominante de terrenos de uso forestal con remanentes de bosque nativo correspondientes a la Cordillera de la Costa. El clima de la zona es de tipo Templado cálido con lluvias invernales (Csb), según la clasificación climática de Köppen (1936). Esta situación redunda en veranos cálidos y secos, de 4 a 5 meses con, inviernos lluviosos, con una media de precipitaciones anual de 670 mm y una temperatura media anual de 13,2°C.

Líquenes y briófitas presentes se describen a partir de los resultados de una campaña de terreno realizada durante la temporada otoñal, en la cual se caracterizaron las zonas de mayor interés potencial dentro del área de influencia del Proyecto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Establecer una línea base para los componentes líquenes y briófitas en el área de influencia del Proyecto “Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén”.

2.2 Objetivos Específicos

- Establecer un Área de Influencia para los componentes briófitas y líquenes , de acuerdo a lo establecido en las guías metodológicas vigentes.
- Realizar un catastro de las especies de líquenes presentes en el Área de Influencia del Proyecto.
- Realizar un catastro de las especies de briófitas (musgos, hepáticas y antoceros) presentes en el Área de Influencia del Proyecto.
- Identificar las especies de líquenes y briófitas presentes en el Área de Influencia del Proyecto que cuenten con alguna categoría de conservación, conforme a la legislación ambiental vigente.
- Analizar los potenciales efectos del cambio climático sobre los componentes líquenes y briófitas.

3 FACTORES GENERADORES DE IMPACTOS

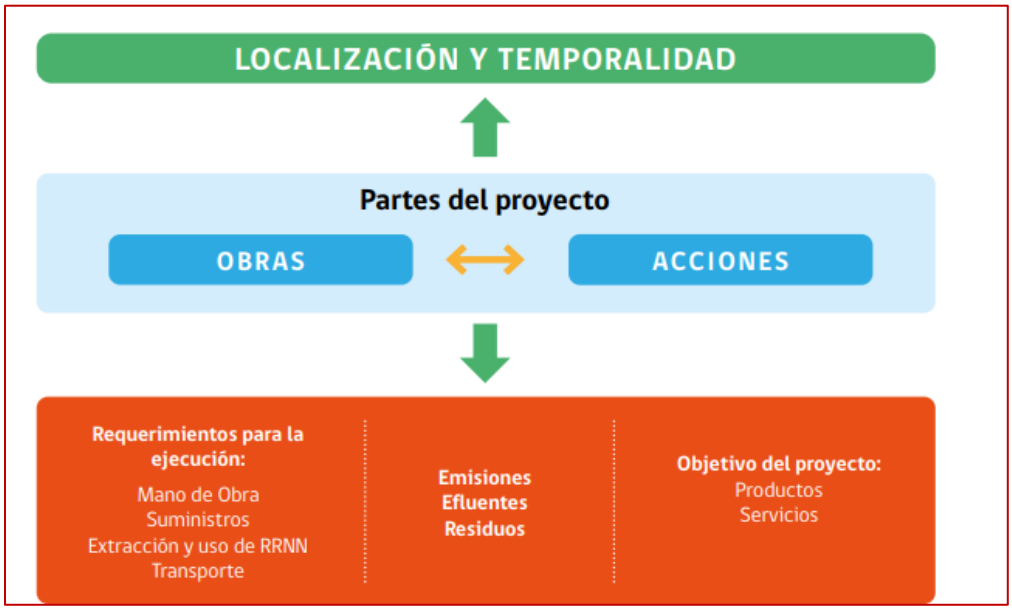
3.1 Definición.

Conforme a lo señalado por el Servicio de Evaluación Ambiental "Los impactos ambientales son causados por los factores generadores de impacto (FGI), entendiéndose por aquellos a los elementos del proyecto o actividad, en consideración a su localización y temporalidad, así como por sus emisiones, efluentes, residuos, explotación, extracción, uso o intervención de recursos naturales, mano de obra, suministros o insumos básicos y productos o servicios generados, según correspondan, que por sí mismos, generan alteración en el medio ambiente y que son identificables en cada una de las fases del proyecto."

"Como es reconocido, un mismo factor puede generar más de un impacto ambiental", lo que refuerza el carácter multidimensional del FGI. Los factores deben además ser detallados por los titulares en el capítulo de Descripción del Proyecto, conforme al artículo 18 literal c) y artículo 19 literal a) del Reglamento del SEIA (D.S. N°40/2012).

En la siguiente figura se resume este enfoque:

Figura 1. Esquema del enfoque de los FGI en SEA



Fuente: Elaboración propia.

3.2 FGI asociados a los componentes líquenes y briófitas.

Se estima que los Factores Generadores de Impacto para los componentes líquenes y briófitas serán equivalentes a aquellos para el componente Flora y Vegetación, dada la estrecha asociación que existe entre dichos componentes y la vegetación. Esta relación es de gran importancia, tal como señala la "Guía Áreas de Influencia en Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2024), ya que "un impacto sobre este componente (vegetación) puede irremediablemente generar impactos sobre otros componentes del ecosistema", lo cual es totalmente aplicable a líquenes y briófitas. En el caso de los líquenes, éstos suelen utilizar a la vegetación como sustrato para establecerse, aprovechando las condiciones ambientales que proveen las formaciones vegetales. En el caso de las briófitas, estas requieren condiciones de humedad y sombra que son más frecuentes en sectores con presencia vegetal.

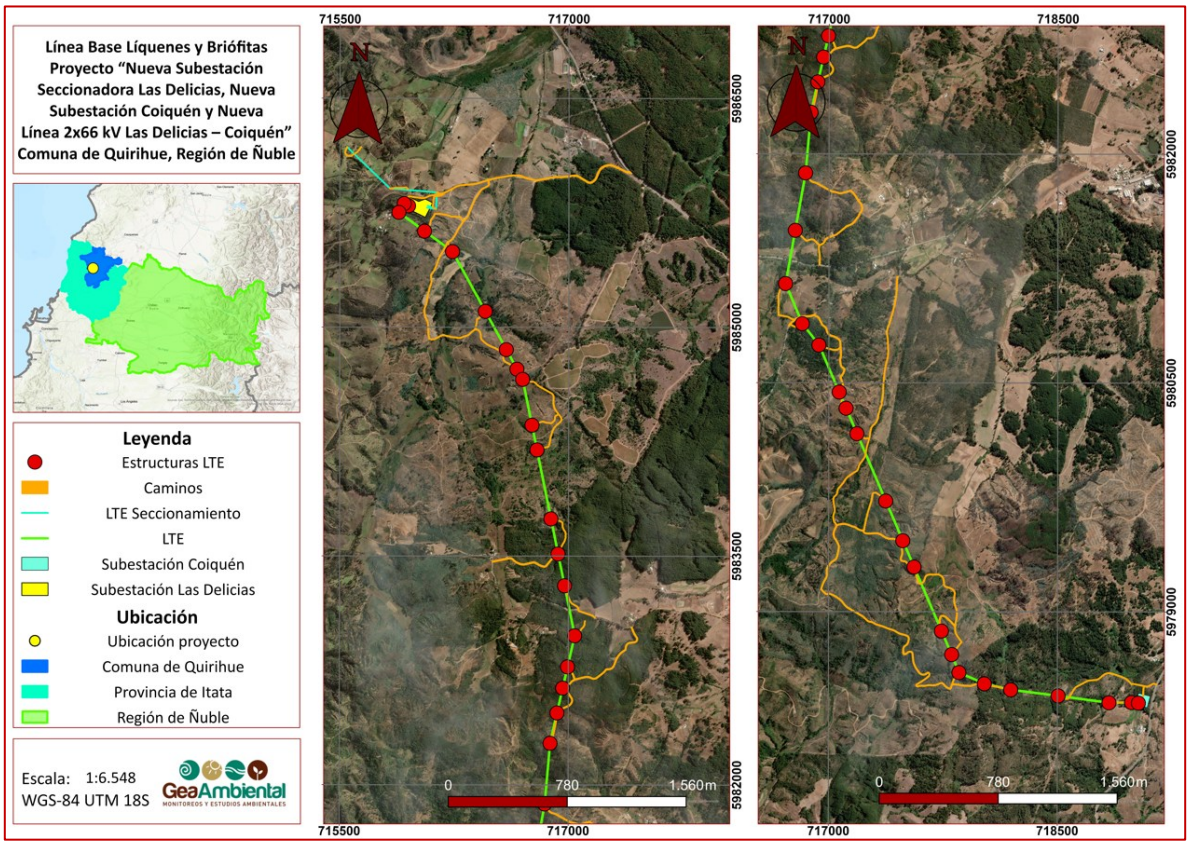
Los principales factores generadores de impacto considerados para el componente flora y vegetación correspondieron al despeje y remoción de cobertura vegetal, al escarpe y movimiento de suelo, a la habilitación de accesos y superficies de trabajo, al tránsito de maquinaria y personal, y a la generación de nuevos bordes entre superficies intervenidas y cobertura vegetal remanente. Tales factores podrían generar impactos directos, tales como pérdida de individuos, reducción de cobertura y alteración de la composición y estructura vegetacional, así como impactos indirectos vinculados al aumento del efecto borde, a la perturbación del entorno inmediato, a la pérdida de continuidad entre formaciones, a cambios microambientales locales y al favorecimiento del ingreso o expansión de especies oportunistas en áreas aledañas a las obras.

4 ÁREA DEL PROYECTO

4.1 Ubicación geográfica del Proyecto.

El Proyecto se encuentra ubicado a 1,8 km al oeste de la localidad de Quirihue, en la Región de Ñuble. Donde se emplaza en una zona con un uso de suelo dominante en cuanto plantaciones forestales silvícolas, sin embargo, al estar ubicado en plena Cordillera de la Costa, es posible encontrar remanentes de bosque nativo tipo caducifolio costero y mediterráneo interior (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 2. Ubicación y extensión de las partes y obras del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Determinación y justificación del Área de Influencia del Proyecto.

De acuerdo a lo señalado en la *"Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres"* (SEA, 2025), el área de estudio para los componentes briófitas y líquenes corresponderá al área de estudio utilizada para el componente Flora y Vegetación, debido a la estrecha asociación que existe entre estos componentes. En consecuencia, se utilizó como área de estudio el Área de Influencia determinada para el componente Flora y Vegetación, dentro de la cual se distribuyeron los sitios de muestreo.

El Área de Influencia (AI) del componente flora y vegetación fue definida a partir de los criterios establecidos en la *"Guía Áreas de Influencia en Ecosistemas Terrestres"* (SEA, 2024), *"Guía Áreas de Influencia en el SEIA"* (SEA, 2026) y la *"Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres"* (SEA, 2025), documentos elaborados por el Servicio de Evaluación Ambiental, en concordancia con lo dispuesto en el D.S. N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA).

En ese marco, el AI fue entendido como un proceso metodológico iterativo, desarrollado a partir de la identificación de las partes, obras y acciones del proyecto, de los factores generadores de impacto asociados a dichas intervenciones y de la extensión espacial razonable de sus efectos previsibles. Este enfoque permitió evitar una delimitación restringida exclusivamente a la huella de ocupación directa del proyecto, incorporando también sectores donde pudieran expresarse efectos indirectos sobre la flora vascular, la vegetación y la funcionalidad ecológica de las formaciones presentes, especialmente en ambientes de mayor sensibilidad, continuidad o valor de conservación. Preliminarmente se delimitó el AI considerando la localización de las obras de ejecución directa, la distribución de las unidades de vegetación presentes, la configuración del relieve y los antecedentes de gabinete disponibles. Posteriormente, esta delimitación fue ajustada con base en los resultados de la caracterización de terreno, en la identificación de singularidades ambientales y en el análisis de la relación entre cada obra o acción y los impactos potenciales sobre el componente. De esta manera, la delimitación final no respondió a un criterio geométrico uniforme aplicado de manera automática, sino a una evaluación diferenciada según el tipo de obra, el medio receptor y la susceptibilidad ecológica de los sectores adyacentes.

Para la determinación de dicha área de influencia, se consideraron como atributos ambientales relevantes: la presencia, distribución y representatividad de las formaciones vegetacionales; la continuidad y conectividad de la cobertura vegetal; la composición florística y estructura de las

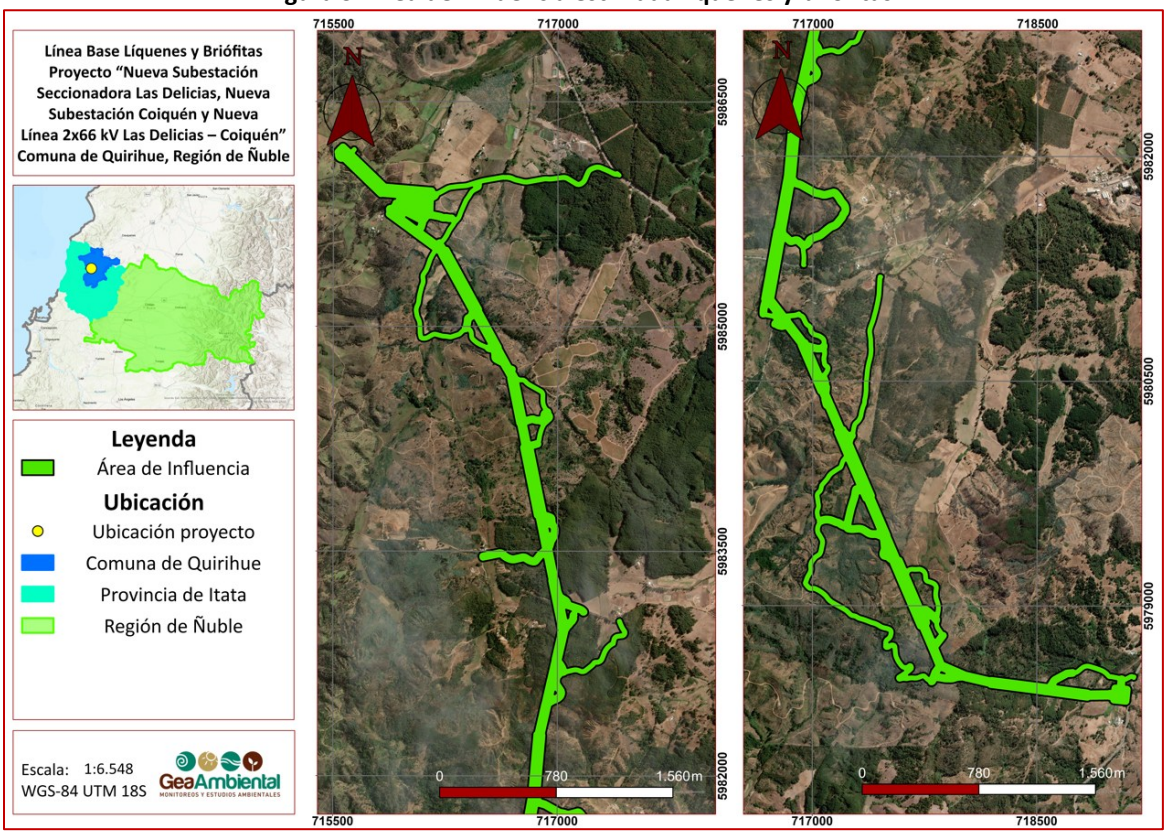
comunidades; la presencia de flora con protección legal o categoría de conservación; la existencia de parches de bosque nativo susceptibles a procesos de fragmentación o efecto borde; y la presencia de quebradas con vegetación nativa y condiciones de mayor naturalidad, cuya integridad pudiera verse comprometida por obras próximas.

En función de lo anterior, se definió como Área de Influencia del componente flora y vegetación la totalidad del área de intervención del Proyecto, incluyendo todas sus partes, obras y acciones (instalaciones, caminos de acceso y línea de transmisión), incorporando adicionalmente una franja buffer de 30 metros en todas direcciones desde el límite del polígono de intervención para todas las obras nuevas proyectadas, y de 20 metros en el caso de los caminos existentes. Esta diferenciación en los anchos de franja de resguardo (buffer) responde a los distintos grados de alteración previa y a la magnitud potencial de los impactos generados sobre el componente flora y vegetación, en concordancia con los criterios del SEA (2024). Para los caminos existentes, el uso de un buffer de 20 metros se considera suficiente y representativo debido a que corresponden a vías con un nivel de intervención antrópica preexistente y una franja de rodado consolidada, por lo que las obras contemplan mejoras puntuales con un requerimiento mínimo o nulo de escarpe y despeje de vegetación. En contraste, para las obras nuevas y la línea de transmisión, se definió un buffer ampliado de 30 metros, atendiendo a que la apertura de trazados implica labores directas de corta, despeje y mayores emisiones de material particulado. Esta amplitud adicional permite capturar adecuadamente la extensión del efecto borde y los eventuales cambios microclimáticos o dispersión de polvo sobre la vegetación colindante, además de evaluar adecuadamente la continuidad de las formaciones vegetacionales hacia el exterior del área intervenida, y la eventual presencia de flora vascular de interés para la conservación que pudiera verse afectada de manera directa o indirecta por la ejecución del proyecto.

En consecuencia, y conforme a los criterios metodológicos y técnicos establecidos en las citadas Guías metodológicas, el Área de Influencia definida para el componente flora y vegetación comprende una superficie aproximada de 158,09 hectáreas (Figura 3) la cual se considera representativa y suficiente para caracterizar los atributos ambientales relevantes y evaluar los impactos potenciales del Proyecto sobre dicho componente. Para el caso de líquenes y briófitas, dentro de esta Área de Influencia se acentuó la búsqueda en sectores con condiciones propicias para la aparición de los organismos de interés, así como la presencia de elementos como rocas y troncos que sirvan de sustrato para los hongos liquenizados, y en sectores ribereños, con

acumulación de humedad o sombríos, como bases de arbustos en quebradas o laderas de exposición sur, que pueden ser favorables para el desarrollo de briófitas.

Figura 3. Área de influencia estimada líquenes y briófitas.



Fuente: Línea Base de Flora y vegetación.

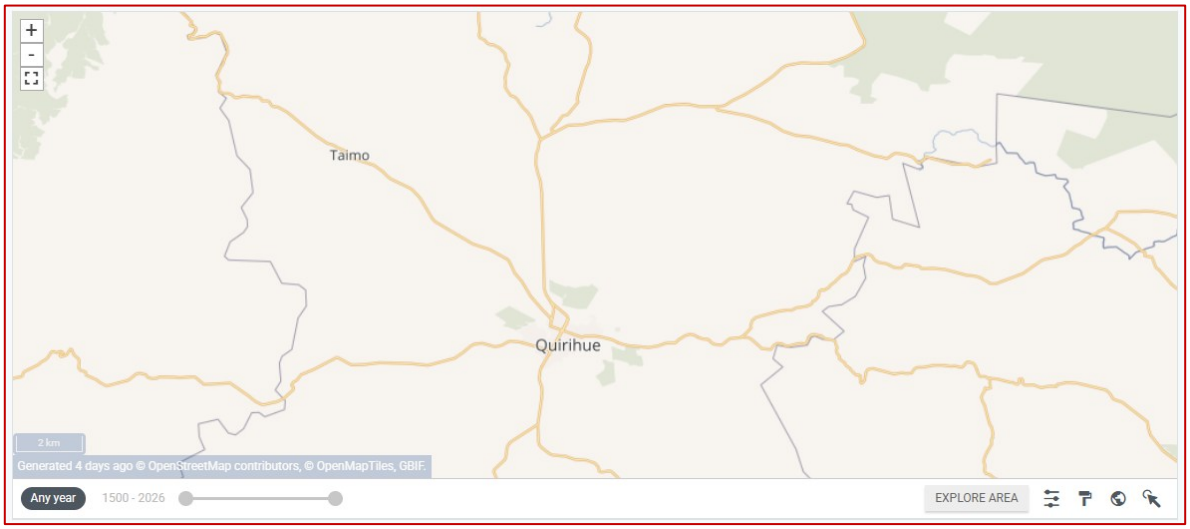
5 METODOLOGÍA

5.1 Antecedentes bibliográficos del Área de Influencia.

El trabajo de caracterización de las briófitas y líquenes del Área de Influencia del Proyecto consistió en un análisis de literatura especializada seguido de una campaña de terreno. Previo a la realización de la campaña se revisó la información bibliográfica referida tanto a líquenes como a briófitas. La información fue sistematizada a partir de distintas fuentes, las cuales incluyeron libros especializados, publicaciones científicas y bases de datos de acceso público que contengan información verificada de briófitas y líquenes como Index Fungorum y The Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org, 2026).

En el caso del repositorio GBIF, se realizó una búsqueda de los registros publicados para un área de aproximadamente 476 km^2, la cual incluye la ciudad de Quirihue y sus alrededores (Figura 4). Adicionalmente, se revisó la base de datos del SEIA para identificar los proyectos sometidos a evaluación (DIA y EIA), dentro de la misma área de interés, desde 1998 en adelante. En total fueron revisados 13 proyectos, ninguno de los cuales presenta estudios de Línea Base o caracterización de líquenes o briófitas.

Figura 4. área considerada para la búsqueda de registros previos de briófitas y líquenes en plataforma GBIF.



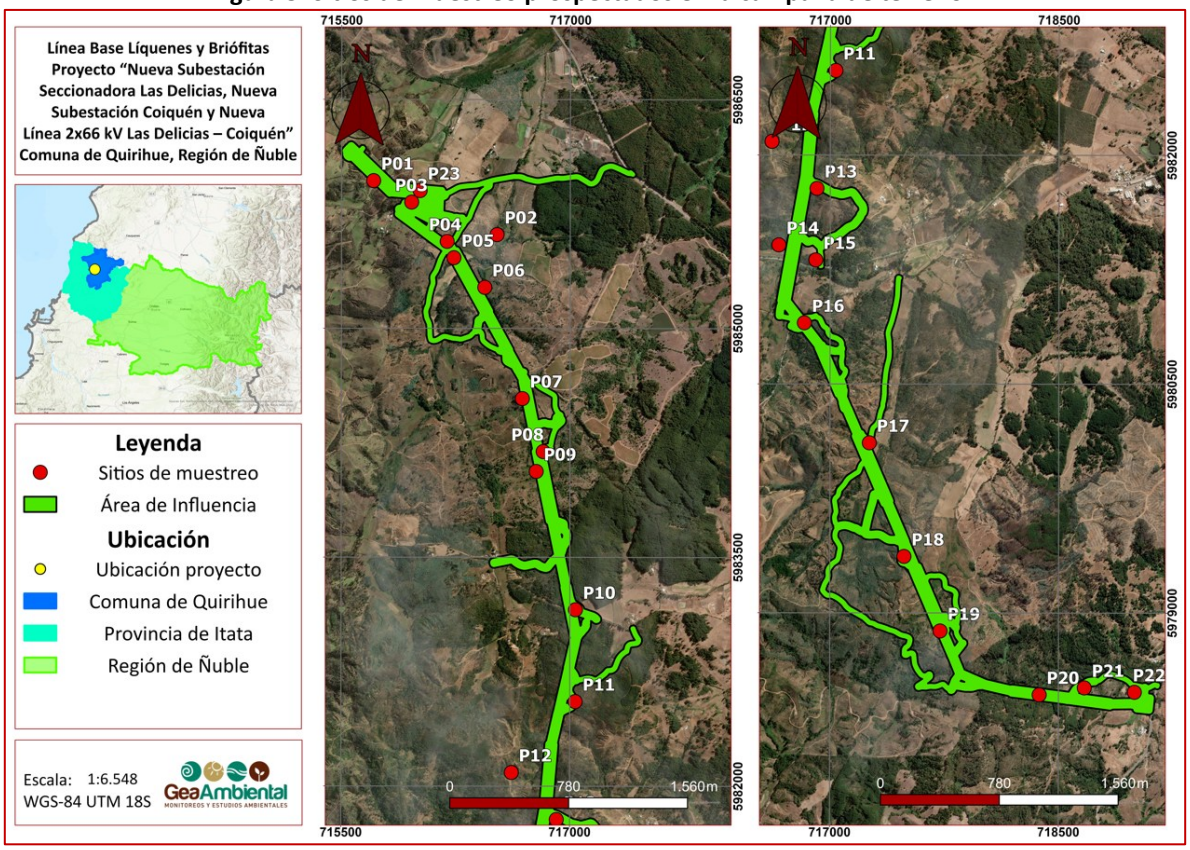
Fuente: Elaboración propia/GBIF.org, 2026

5.2 Diseño de muestreo y trabajo de campo

Los sitios de muestreo correspondieron a los determinados para el componente Flora y Vegetación. En dicho estudio, a partir del trabajo realizado en gabinete, específicamente el análisis de imágenes satelitales y el reconocimiento de las potenciales unidades vegetacionales, se distribuyeron los sitios de muestreo de forma aleatoria, por todas las unidades reconocidas. Para realizar el levantamiento de información en terreno se establecieron un total de 23 sitios de muestreo. La ubicación de estos sitios se dirigió a caracterizar de forma representativa las distintas unidades vegetacionales reconocibles. La cantidad y ubicación de los sitios de muestreo se fundamentó en la heterogeneidad ambiental observada en el área del proyecto, considerando diferencias en cobertura, estructura y grado de intervención, de acuerdo con los lineamientos de la "*Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres"* (SEA, 2025), y considerando también la continuidad de las formaciones vegetacionales fuera del Área de Influencia. Esta representatividad permite descartar escenarios de subestimación de impactos ambientales, en la medida que los datos obtenidos reflejan adecuadamente las condiciones reales del componente y permiten identificar, evaluar y descartar efectos adversos significativos asociados a las obras y actividades del proyecto.

En cada uno de los 23 sitios de muestreo, previamente definidos para el estudio de Flora y Vegetación, se realizó un recorrido a pie, con el objetivo de detectar líquenes y briófitas presentes. La ubicación de las parcelas (puntos centrales) fue georreferenciada utilizando un equipo GPS (Figura 5; Tabla 1).

Figura 5. Sitios de muestreo prospectados en la campaña de terreno.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Coordenadas centrales de las parcelas de muestreo levantadas.

Sitios de muestreo	Punto central (WGS84 UTM Huso 18S)	
	Este	Norte
P01	715.706	5.985.976
P02	716.499	5.985.641
P03	715.937	5.985.774
P04	716.143	5.985.566
P05	716.190	5.985.384
P06	716.432	5.985.341
P07	716.658	5.984.529
P08	716.824	5.984.193
P09	716.729	5.984.055

Sitios de muestreo	Punto central (WGS84 UTM Huso 18S)	
	Este	Norte
P10	717.099	5.983.164
P11	716.102	5.982.530
P12	716.740	5.982.065
P13	716.899	5.981.783
P14	716.677	5.981.426
P15	716.629	5.981.233
P16	716.870	5.980.876
P17	717.228	5.980.059
P18	717.878	5.979.358
P19	717.737	5.978.851
P20	718.243	5.978.535
P21	718.666	5.978.504
P22	719.006	5.978.440
P23	716.037	5.985.889

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Identificación de especies.

La identificación de las especies de líquenes y briófitas presentes en el área de influencia se realizó mediante una campaña de terreno, realizada en temporada otoñal (Tabla 2) .

Tabla 2. Detalle de fechas y esfuerzo de terreno para cada campaña de terreno realizada.

Campañas	Fechas	N° de Profesionales en terreno	N° de días en terreno	N° de días efectivos de trabajo	HH totales de muestreo
Otoño	26-29 de mayo de 2026	2	4	4	64

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de cada uno de los sitios de muestreo, la prospección se realizó mediante una búsqueda dirigida, con énfasis en los sectores que mostraron condiciones más propicias para la presencia de líquenes (troncos, rocas, etc), así como en sitios húmedos y sombríos, aptos para el establecimiento de briófitas, realizando un barrido previo que permitiera localizar dichos ambientes. Este tipo de muestreo, también llamado muestreo oportunista o búsqueda directa, y que fue utilizado para los dos componentes prospectados, es el tradicionalmente utilizado y que mejor se ajusta a estudios de este tipo debido a su eficiencia para caracterizar grandes superficies, ya que maximiza las probabilidades de detectar la presencia de estos organismos y de este modo lograr una mejor

aproximación a la riqueza total de especies del área estudiada (Lodge *et al*. 2004, Schmit & Lodge 2005, Stephenson *et al.* 2013). Es importante señalar que, en cada uno de los puntos de muestreo prospectados, se caracterizan ambos componentes incluidos en este estudio, ya que independiente a su distinta naturaleza (diferencias en nicho ecológico, distintos niveles de tolerancia a condiciones ambientales, etc.), su muestreo en terreno es homologable, especialmente si se consideran sus similitudes, como por ejemplo la dependencia de la humedad ambiental, al carecer de estructuras que eviten o reduzcan la pérdida de agua desde sus tejidos, o la dependencia de sustratos similares para su establecimiento.

En el evento del hallazgo de los organismos objetivo, se tomó fotografía, se registró el sustrato en el que se encontraban y se caracterizó *in situ* la morfología general de importancia taxonómica, de modo de registrar las características macroscópicas de los individuos. Para el caso de los líquenes se registró la forma de crecimiento, la cual puede corresponder a distintos biotipos: gelatinosos, crustosos, foliosos, fruticosos y compuestos (Barreno & Rico, 1984). Los crustosos están completamente adheridos a los sustratos desde su médula, sin cortezas inferiores; los foliosos tienen talos a modo de hojas sobre un sustrato sujeto por ricines; los gelatinosos suelen tener apariencia foliosa pero adoptan una textura blanda, viscosa y semitransparente cuando están húmedos; los fruticosos tienen un talo tridimensional unido a un sustrato por uno o pocos puntos de fijación; y los compuestos tienen una parte basal (foliosa o crustosa) y un talo erguido simple.

Para el caso de las briófitas, se distinguió preliminarmente su agrupación taxonómica general, ya que, en el sentido amplio, se utiliza el término “briófitas” para referirse a un conjunto de 3 grupos taxonómicos (Crandall-Stotler & Bartholomew-Began, 2007): Musgos (Bryophyta *sensu stricto*), que presentan tallos y hojas dispuestas en forma de espiral alrededor del tallo; Antocerotes o Antoceros (Antocerotophyta), que tienen un cuerpo denominado talo, sin hojas ni tallos; y Hepáticas (Marchantiophyta), las que pueden ser talosas o foliosas, presentando estas últimas pequeñas hojas generalmente dispuestas de forma aplanada.

Adicionalmente, para el caso de las briófitas, se tomaron muestras de los ejemplares, las que fueron almacenadas y trasladadas a laboratorio para apoyar su identificación mediante lupa o microscopio. En este caso, la remoción de la colonia desde su sustrato fue realizada con la ayuda de un cuchillo, evitando dañar sus estructuras. En algunos casos, la colección se mantuvo con una porción del sustrato, ya sea para evitar la disgregación de la muestra o debido a la imposibilidad de separar el organismo del mismo. Finalmente, todas las colecciones obtenidas en terreno fueron depositadas

en sobres de papel y rotuladas con los datos de colecta, para su conservación y posterior observación en laboratorio.

Los datos de carácter taxonómico obtenidos fueron analizados mediante la utilización de literatura específica. Se procedió a la determinación de la identidad de los ejemplares al nivel más bajo posible, según los caracteres taxonómicos. Las especies registradas fueron caracterizadas según las categorías taxonómicas: Reino, Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y Especie. Para líquenes, se siguió el esquema de Lumbsch & Huhndorf (2010) y específicamente para las especies pertenecientes al Phylum Ascomycota se utilizó el criterio de Hibbett *et al*. (2007) y Jaklitsch *et al*. (2016). En el caso de las briófitas, se siguen los criterios taxonómicos de Goffinet & Buck (2021) para los musgos y a Crandall-Stotler et al. (2009) para las hepáticas. Para la nomenclatura, en ambos casos se utilizó como referencia la estructura taxonómica del GBIF (www.gbif.org).

5.3.1 Análisis de laboratorio.

En el caso de las briófitas, un total de 42 muestras provenientes de terreno fueron analizadas para complementar la identificación de los ejemplares muestreados y fotografiados. Las metodologías de laboratorio usadas para la identificación de los organismos bajo estudio consideraron observaciones morfológicas de importancia taxonómica tanto macroscópicas mediante lupa estereoscópica, como microscópicas a través de un microscopio óptico.

Para esto se emplearon técnicas y procedimientos tradicionales para las briófitas, como los señalados por Schofield (1985), donde los caracteres taxonómicos relevantes y a analizar varían según cada grupo y se desprenden de la morfología y anatomía de las estructuras vegetativas y sexuales (hojas, tallo, nervio, células, pelos axilares, seta, cápsula, entre otros) además de observación de esporas en caso de estar presentes. Para su correcta observación, los especímenes se montaron de forma transitoria utilizando agua y, en algunos casos, añadiendo colorantes (Lugol o tinta china). Se tomaron fotografías de estructuras relevantes taxonómicamente para su posterior respaldo. Una vez finalizados estos procesos, se procedió a la curación del material, para su ingreso a las colecciones personales de los especialistas participantes de este estudio, quedando a disposición para futuras referencias.

5.4 Estados de conservación

El estado de conservación de las especies registradas en el área de influencia se determinó de acuerdo con el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), cuyo listado de especies en categoría de conservación ha sido elaborado y actualizado a lo largo de 20 procesos de clasificación, y se encuentra contenido en los distintos Decretos Supremos publicados entre los años 2006 y 2025, por los ministerios Secretaría General de la Presidencia (1er a 4to Proceso) y del Medio Ambiente (5to Proceso en adelante).

Según el DS 29/2011, que aprueba el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación, siguiendo lo establecido en el artículo 37 de la ley N° 19.300, las categorías de conservación reconocidas serán aquellas establecidas en la reglamentación internacional de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT), Preocupación Menor (LC), Fuera de Peligro (FP), Insuficientemente Conocida (IC), Rara (R) y Datos Insuficientes (DD). Dentro de estas categorías, las que se consideran como especies bajo amenaza son aquellas clasificadas dentro de las categorías Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico. A continuación (Tabla 3), se presenta la definición de cada una de las categorías de conservación mencionadas anteriormente:

Tabla 3. Categorías de Conservación

Categoría	Definición
Extinta (EX)	Cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto. Se presume que una especie está Extinta cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie.
Extinta en Estado Silvestre (EW)	Cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que una especie está Extinta en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie.
En Peligro Crítico (CR)	Cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.

Categoría	Definición
En Peligro (EN)	Cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
Vulnerable (VU)	Cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
Casi amenazada (NT)	Especie que no satisface los criterios de las categorías vulnerable, en peligro o en peligro crítico de la Lista Roja elaborada por la organización, aunque está cercano a cumplirlos o se espera que así lo haga en un futuro próximo.
Preocupación menor (LC)	Especie que tras ser evaluada por la UICN no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.
Datos insuficientes (DD)	Especie de la cual no existe la información adecuada para hacer una evaluación del riesgo de extinción basándose en la distribución y las tendencias de la población.

Fuente: IUCN

5.5 Cambio climático.

De acuerdo con los lineamientos de la *"Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA"* (tercera edición, 2024), se evaluaron los potenciales efectos del Proyecto considerando factores como el riesgo climático de la comuna de emplazamiento del Proyecto, y la vulnerabilidad de las especies presentes al cambio climático, así como las potenciales sinergias entre la ejecución del proyecto y los potenciales efectos del cambio climático. Si bien no existe una estimación directa de los efectos del cambio climático sobre los componentes briófitas y líquenes en general, ni específico para sus especies, se consideró el efecto proyectado sobre el componente Flora, debido a la asociación estrecha entre estos componentes, y en particular las variaciones en temperatura y precipitación, factores climáticos que tienen un efecto directo sobre la vegetación, la micobiota y la flora no vascular.

Para evaluar los riesgos en la zona de emplazamiento del proyecto se revisaron los mapas de riesgo del Atlas de Riesgos Climáticos, ARClim (MMA, 2020). en cinco categorías: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto. De acuerdo con lo señalado en la *"Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA"* (2024), de existir un riesgo moderado, alto o muy alto, sería necesario profundizar en la amenaza climática utilizando el Mapa de Especies. Sin embargo, este mapa no presenta información para líquenes o briófitas, por lo que el análisis se

limita a los efectos generales sobre el componente Flora y se extrapola por asociación con dichos componentes.

6 RESULTADOS

6.1 Antecedentes bibliográficos.

6.1.1 Líquenes.

Los líquenes son organismos complejos que forman parte del reino Fungi (Kirk et al. 2008), y están conformados por una asociación simbiótica mutualista, la cual da origen a un organismo definido fisiológica y ecológicamente como "holobionte". Este holobionte está conformado por un micobionte (hongo) y un fotobionte (alga), encontrándose en algunas ocasiones un tercer componente (levadura). La visión más holística del liquen lo considera un microhábitat en el que habitan varias especies de hongos, microalgas y bacterias, coexistiendo de forma simbiótica e incluyendo a otros organismos que podrían aportar funciones como defensa, ciclado y fijación de nutrientes. Considerando lo anterior, los líquenes son simbiontes multiespecíficos, e incluso se les puede considerar ecosistemas complejos autosostenibles.

Son organismos de crecimiento muy lento, lo cual los hace muy vulnerables a actividades extractivas indiscriminadas. Al carecer de sistemas de conducción o de excreción, son dependientes de las características de sus sustratos para establecerse. De este modo, existe una marcada selección por los sustratos utilizados por diferentes especies, los que, a largo plazo, pueden llegar a constituir un elemento florístico específico asociado a una formación vegetacional determinada (Ellis, 2012).

Los líquenes han sido particularmente ignorados en estudios ecológicos en el hemisferio sur (Galloway 1995), y particularmente en Chile, a consecuencia, entre otros factores, de la dificultad propia de su identificación. Se ha mencionado la presencia de un aproximado de 1.400 especies de líquenes en el país (Galloway & Quilhot, 1998; Quilhot et al. 2010), número que ha ido en aumento debido a un mayor interés por el grupo y a una mayor intensidad de muestreo registrada en las últimas décadas. Sin embargo, los estudios ecológicos sobre estructura poblacional y comunitaria en este grupo siguen siendo escasos. Sin embargo, aún no existe un catastro de líquenes definitivo para el país, siendo este componente uno de los últimos en integrarse a los requisitos para distintos estudios, como por ejemplo la evaluación ambiental de proyectos.

Respecto al conocimiento sobre la presencia de líquenes en el área de emplazamiento del Proyecto, es muy importante señalar desde ya que la información sobre este grupo en la zona central del país es escasa, y no existen catálogos acabados de la diversidad presente. A nivel regional, las regiones con mayor cantidad de estudios al respecto corresponden a Araucanía, Los Lagos, Aysén y Maule (Pereira et al., 2016). Para la región del Biobío los estudios son mucho más escasos, siendo el primero el de Galloway (1992), seguido por algunos trabajos como el de Stenroos (1995) y Pereira et al. (2002, 2016). Es importante señalar, además, que estos estudios consideraban a la actual región de Ñuble como parte de la región del Biobío, al ser previos a la división administrativa entre ambas.

6.1.2 Briófitas.

Las briófitas constituyen un grupo de unas 20.000 especies distribuidas en casi todos los ecosistemas del planeta. Se caracterizan por poseer una fase gametofítica (haploide) dominante y una fase esporofítica completamente dependiente del gametofito, la que posee un esporangio único (plantas monoesporangiadas). Estas características, junto con una escasa diferenciación de tejidos conductores, separan a este grupo del resto de las plantas terrestres. Ecológicamente, se caracterizan por su incapacidad para regular y mantener constante su contenido de agua, por poseer gran capacidad de dispersión a larga distancia mediante esporas, y por su tolerancia a la desecación y al frío.

Las briófitas cumplen roles relevantes en los ecosistemas que habitan. Ofrecen refugio a microinvertebrados y proveen de material a aves y pequeños mamíferos para la construcción de nidos o madrigueras (Gerson 1982, Suren 1993), tienen un rol de mucha importancia en el control de la erosión del suelo (Ross et al. 1984), tienen un papel fundamental como especies pioneras que conforman sustrato para especies de plantas vasculares que por sí solas no lograrían establecerse en ambientes desfavorables (Keizer et al. 1985), actúan como reservorios que captan agua y nutrientes disueltos en las aguas lluvia y los incorporan a los ecosistemas, entre otros (Rieley et al. 1979, van Breemen 1995, van Seters & Price 2001).

En Chile se han reportado cerca de 1.500 taxa de briófitas (900 musgos, 560 hepáticas y 14 antoceros; Hässel de Menéndez y Rubies 2009, Müller 2009a,b, Villagrán 2020). Considerando que en Chile hay cerca de 5.500 especies de plantas vasculares (Rodríguez et al. 2018), las briófitas equivalen a más de un quinto de la flora nacional. Sin embargo, a pesar de constituir un componente importante de la flora chilena, y de los múltiples roles ecológicos que desempeñan en los

ecosistemas en los que habitan, los esfuerzos florísticos y taxonómicos para este grupo han sido significativamente inferiores a aquellos realizados con la flora vascular.

Respecto al conocimiento sobre la presencia de briófitas en el área de emplazamiento del Proyecto, si bien el conocimiento en particular es escaso para el área de Quirihue, es importante destacar que para las regiones del Ñuble y Biobío existen reportes relativamente recientes (ej. Cuvertino et al. 2012; Vargas 2024), además de un catálogo extenso, elaborado para la región del Biobío considerado sus antiguos límites administrativos, por lo que en la práctica cubre tanto la región del Biobío como la región de Ñuble (Ireland et al. 2006, 2010, 2017). A partir de este catálogo se conocen 343 taxa de musgos que habitan en ambas regiones. De estos taxa, 226 se registran en la antigua provincia del Ñuble (hoy región de Ñuble).

6.2 Especies potenciales del área de estudio.

De acuerdo con la búsqueda de información realizada específicamente para el Área de Influencia y sus alrededores en el repositorio GBIF, en el área establecida en la metodología (Figura 3), se han reportado un total de 55 especies de briófitas y 1 especie de liquen (GBIF, 2026; Tabla 4), las cuales se consideran especies potenciales para el Área de Influencia del presente estudio.

Tabla 4. Briófitas y líquenes potencialmente presentes en el Área de Influencia del Proyecto.

División	Familia	Especie
Bryophyta	Amphidiaceae	*Amphidium tortuosum*
Bryophyta	Bartramiaceae	*Bartramia stricta*
Bryophyta	Brachytheciaceae	*Brachythecium subplicatum*
Bryophyta	Bryaceae	*Anomobryum julaceum*
Bryophyta	Bryaceae	*Gemmabryum subapiculatum*
Bryophyta	Bryaceae	*Rosulabryum billarderii*
Bryophyta	Bryaceae	*Rosulabryum coloratum*
Bryophyta	Cryphaeaceae	*Dendrocryphaea cuspidata*
Bryophyta	Ditrichaceae	*Ceratodon purpureus*
Bryophyta	Ditrichaceae	*Ditrichum difficile*
Bryophyta	Ditrichaceae	*Pleuridium robinsonii*
Bryophyta	Drummondiaceae	*Drummondia obtusifolia*
Bryophyta	Eustichiaceae	*Eustichia longirostris*
Bryophyta	Fabroniaceae	*Fabronia jamesonii*
Bryophyta	Fissidentaceae	*Fissidens crispus*
Bryophyta	Fissidentaceae	*Fissidens curvatus*
Bryophyta	Funariaceae	*Funaria hygrometrica*
Bryophyta	Grimmiaceae	*Grimmia laevigata*

División	Familia	Especie
Bryophyta	Grimmiaceae	*Grimmia trichophylla*
Bryophyta	Grimmiaceae	*Schistidium apocarpum*
Bryophyta	Hypnaceae	*Hypnum cupressiforme*
Bryophyta	Lembophyllaceae	*Looseria orbiculata*
Bryophyta	Lembophyllaceae	*Rigodium brachypodium*
Bryophyta	Lembophyllaceae	*Rigodium toxarion*
Bryophyta	Leptostomataceae	*Leptostomum splachnoideum*
Bryophyta	Lepyrodontaceae	*Lepyrodon hexastichus*
Bryophyta	Leucobryaceae	*Campylopus incrassatus*
Bryophyta	Mniaceae	*Pohlia camptotrachela*
Bryophyta	Mniaceae	*Pohlia chilensis*
Bryophyta	Neckeraceae	*Chileobryon callicostelloides*
Bryophyta	Neckeraceae	*Leptodon smithii*
Bryophyta	Neckeraceae	*Neckera chilensis*
Bryophyta	Orthodontiaceae	*Orthodontium pellucens*
Bryophyta	Orthotrichaceae	*Orthotrichum assimile*
Bryophyta	Orthotrichaceae	*Orthotrichum tristriatum*
Bryophyta	Orthotrichaceae	*Pentastichella pentasticha*
Bryophyta	Orthotrichaceae	*Zygodon papillatus*
Bryophyta	Polytrichaceae	*Pogonatum perichaetiale*
Bryophyta	Polytrichaceae	*Polytrichum piliferum*
Bryophyta	Pottiaceae	*Barbula costesii*
Bryophyta	Pottiaceae	*Didymodon rigidulus*
Bryophyta	Pottiaceae	*Syntrichia breviseta*
Bryophyta	Pottiaceae	*Syntrichia epilosa*
Bryophyta	Pottiaceae	*Syntrichia glacialis*
Bryophyta	Pottiaceae	*Syntrichia pseudorobusta*
Bryophyta	Pottiaceae	*Syntrichia scabrinervis*
Bryophyta	Pottiaceae	*Syntrichia squarripila*
Bryophyta	Pottiaceae	*Tortula muralis*
Bryophyta	Pottiaceae	*Triquetrella patagonica*
Bryophyta	Ptychomitriaceae	*Campylostelium saxicola*
Bryophyta	Ptychomitriaceae	*Ptychomitrium sellowianum*
Bryophyta	Rhabdoweisiaceae	*Eucamptodon perichaetialis*
Bryophyta	Sematophyllaceae	*Rhaphidorrhynchium callidum*
Bryophyta	Stereophyllaceae	*Catagoniopsis berteroana*
Bryophyta	Stereophyllaceae	*Juratzkaea seminervis*
Ascomycota	Teloschistaceae	*Teloschistes flavicans**

Fuente: Elaboración propia. * = líquenes

6.3 Especies registradas en la campaña de terreno.

6.3.1 Líquenes.

6.3.1.1 Riqueza taxonómica de líquenes en el Área de Influencia.

Durante la campaña de terreno se registró un total de 32 especies, de las cuales 6 fueron identificadas hasta el nivel de género ("sp."). Estos registros se distribuyen en 17 familias, y pertenecen en su totalidad a la División Ascomycota. En cuanto a las familias, la más abundante correspondió a Lecanoraceae, seguida de Parmeliaceae (Tabla 5, Figura 6).

En cuanto al origen de las especies registradas, aquellas que se identificaron hasta el nivel de género presentan un origen indeterminado, dada la imposibilidad de determinar con certeza su origen al desconocerse la especie, en tanto 17 (53%) corresponden a especies cosmopolitas y 9 (28%) corresponden a especies nativas (Figura 7). En cuanto a las formas de crecimiento, 15 especies (47%) corresponden a líquenes crustosos, 11 especies (34%) corresponden a líquenes foliosos y 6 especies (19%) corresponden a líquenes fruticosos (Figura 8). Finalmente, en cuanto a los sustratos donde se localizaron, la mayor parte (29 especies, 91%) se distribuyen en madera, particularmente en corteza de árboles, en tanto las 3 restantes (9%) corresponden a especies encontradas en el suelo (Figura 7). La única especie potencial identificada (*Teloschistes flavicans*) fue efectivamente registrada en el levantamiento de información.

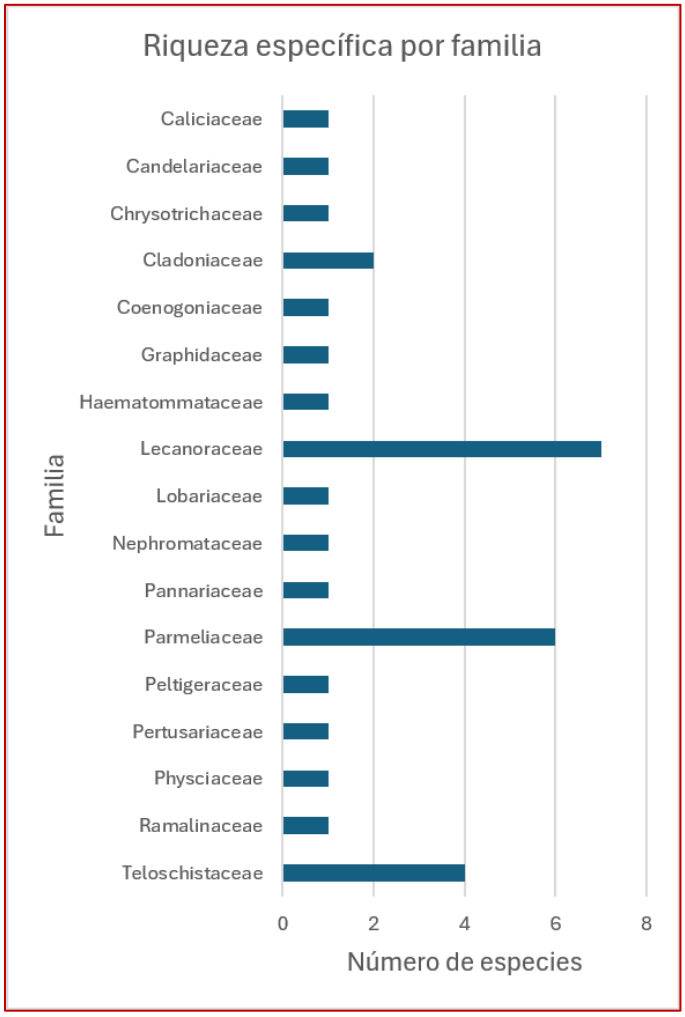
Tabla 5. Líquenes registrados en el área de influencia del Proyecto.

División	Familia	Especie	Forma de crecimiento	Sustrato	Origen
Ascomycota	Caliciaceae	*Amandinea punctata*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Candelariaceae	*Candelariella vitellina*	Crustoso	Madera	Nativa
Ascomycota	Chrysotrichaceae	*Chrysothrix candelaris*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Cladoniaceae	*Cladonia sp*	Fruticoso	Suelo	Indeterminada
Ascomycota	Coenogoniaceae	*Coenogonium luteum*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Graphidaceae	*Graphis sp.*	Crustoso	Madera	Indeterminada
Ascomycota	Haematommataceae	*Haematomma nothofagi*	Crustoso	Madera	Nativa
Ascomycota	Lecanoraceae	*Lecanora albella*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Lecanoraceae	*Lecanora argentata*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Lecanoraceae	*Lecanora caesiorubella*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Lecanoraceae	*Lecanora cf chlarotera*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Lecanoraceae	*Lecanora sp*	Crustoso	Madera	Indeterminada
Ascomycota	Lecanoraceae	*Lecidella elaeochroma*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Lecanoraceae	*Lecidella sp*	Crustoso	Madera	Indeterminada
Ascomycota	Lobariaceae	*Sticta caulescens*	Folioso	Madera	Nativa
Ascomycota	Nephromataceae	*Nephroma cellulosum*	Folioso	Madera	Nativa
Ascomycota	Pannariaceae	*Pannaria rubiginosa*	Folioso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Parmeliaceae	*Flavopunctelia flaventior*	Folioso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Parmeliaceae	*Hypotrachyna sinuosa*	Folioso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Parmeliaceae	*Parmelia sulcata*	Folioso	Madera	Cosmopolita

División	Familia	Especie	Forma de crecimiento	Sustrato	Origen
Ascomycota	Parmeliaceae	*Parmotrema perlatum*	Folioso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Parmeliaceae	*Punctelia reddenda*	Folioso	Madera	Nativa
Ascomycota	Parmeliaceae	*Usnea sp.*	Fruticoso	Madera	Indeterminada
Ascomycota	Peltigeraceae	*Peltigera collina*	Folioso	Suelo	Cosmopolita
Ascomycota	Pertusariaceae	*Pertusaria cf albescens*	Crustoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Physciaceae	*Physcia adscendens*	Folioso	Madera	Nativa
Ascomycota	Ramalinaceae	*Ramalina celastri*	Fruticoso	Madera	Cosmopolita
Ascomycota	Teloschistaceae	*Pan sp*	Crustoso	Madera	Nativa
Ascomycota	Teloschistaceae	*Teloschistes chrysophthalmus*	Fruticoso	Madera	Nativa
Ascomycota	Teloschistaceae	*Teloschistes flavicans*	Fruticoso	Madera	Nativa
Ascomycota	Teloschistaceae	*Xanthoria sp*	Folioso	Madera	Indeterminada

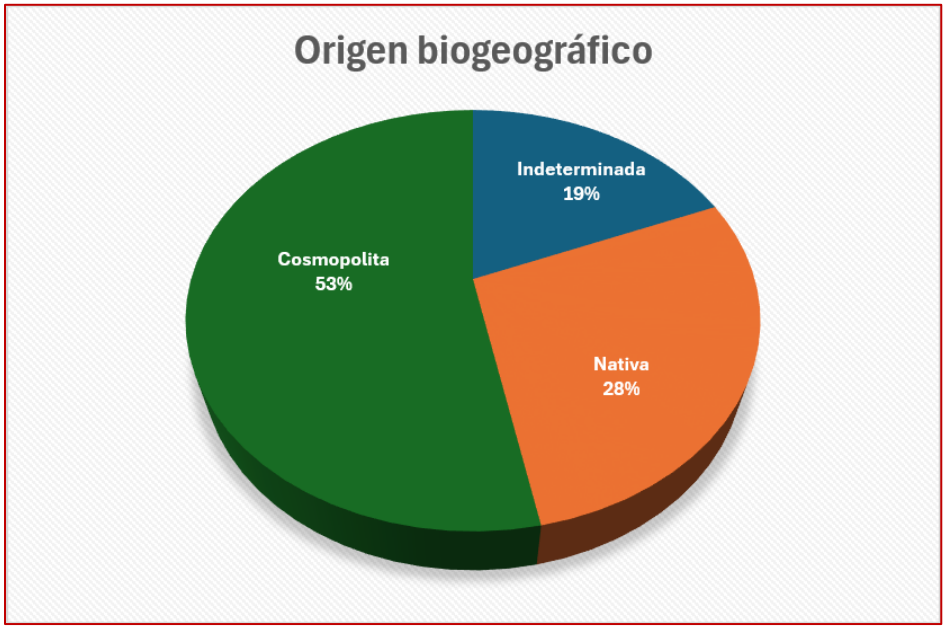
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Número de especies de líquenes por Familia.



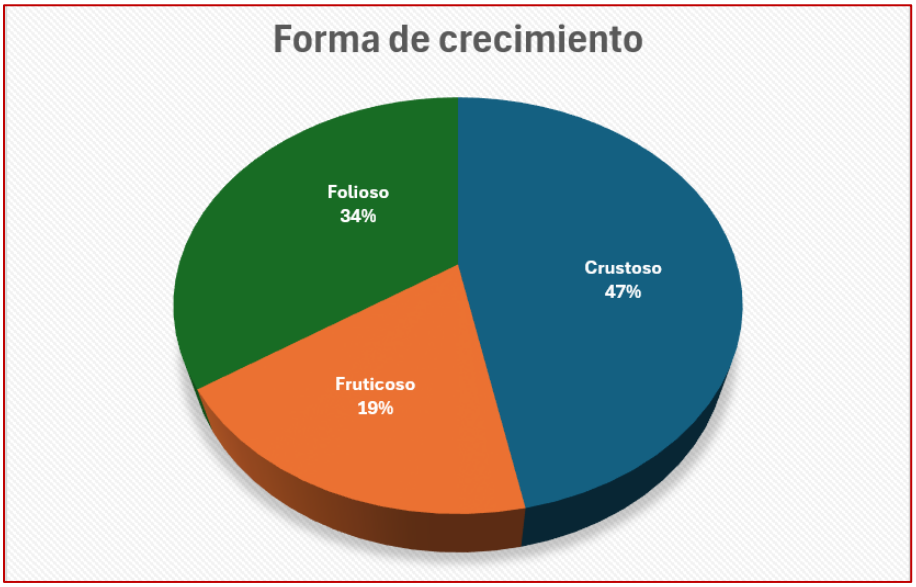
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Origen biogeográfico de los líquenes registrados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Forma de crecimiento de los líquenes registrados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Sustrato donde habitan los líquenes registrados.



Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Briófitas.

6.3.2.1 Riqueza taxonómica de briófitas en el Área de Influencia.

A partir de los datos de terreno y el análisis de laboratorio se registra un total de 18 especies de briófitas (Tabla 6). De estas, 14 corresponden a musgos, 3 corresponden a hepáticas y 1 a antoceros (Figura 10). En cuanto a las familias, la más abundante correspondió a Brachytheciaceae, seguida de Leucobryaceae (Tabla 6, Figura 11).

En cuanto al origen de las especies identificadas, 13 (72%) son cosmopolitas y 4 (22%) son nativos, mientras una de ellas (6%), que fue identificada solo a nivel de género, tiene origen indeterminado dada la imposibilidad de determinarlo con certeza al desconocerse la especie (Figura 12). Finalmente, en cuanto a los sustratos donde se localizaron, la mayor parte (15 especies, 83%) se distribuyen en suelo, 2 especies (11%) se encontraron en madera y 1 especie (6%) fue registrada en roca (Figura 13). Del total de las especies registradas, 7 se encuentran en el listado de especies potenciales.

Tabla 6. Briófitas registradas en el área de influencia del Proyecto.

División	Familia	Especie	Grupo taxonómico	Sustrato	Origen
Anthocerotophyta	Notothyladaceae	*Phaeoceros laevis*	Antoceros	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Leucobryaceae	*Campylopus incrassatus*	Musgos	Suelo	Nativa
Bryophyta	Leucobryaceae	*Campylopus introflexus*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Bartramiaceae	*Bartramia halleriana*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Mniaceae	*Pohlia camptotrachela*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Funariaceae	*Funaria hygrometrica*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Ptychomitriaceae	*Campylostelium saxicola*	Musgos	Roca	Cosmopolita
Bryophyta	Brachytheciaceae	*Brachytheciastrum velutinum*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Brachytheciaceae	*Brachythecium albicans*	Musgos	Madera	Cosmopolita
Bryophyta	Brachytheciaceae	*Brachythecium rutabulum*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Hypnaceae	*Hypnum cupressiforme*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Stereophyllaceae	*Juratzkaea seminervis*	Musgos	Suelo	Nativa
Bryophyta	Orthotrichaceae	*Orthotrichum sp*	Musgos	Madera	Indeterminada
Bryophyta	Ceratodontaceae	*Ceratodon purpureus*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Bryophyta	Pottiaceae	*Syntrichia ruralis*	Musgos	Suelo	Cosmopolita
Marchantiophyta	Acrobolbaceae	*Lethocolea radicosa*	Hepáticas	Suelo	Nativa
Marchantiophyta	Noterocladaceae	*Noteroclada confluens*	Hepáticas	Suelo	Nativa
Marchantiophyta	Lunulariaceae	*Lunularia cruciata*	Hepáticas	Suelo	Cosmopolita

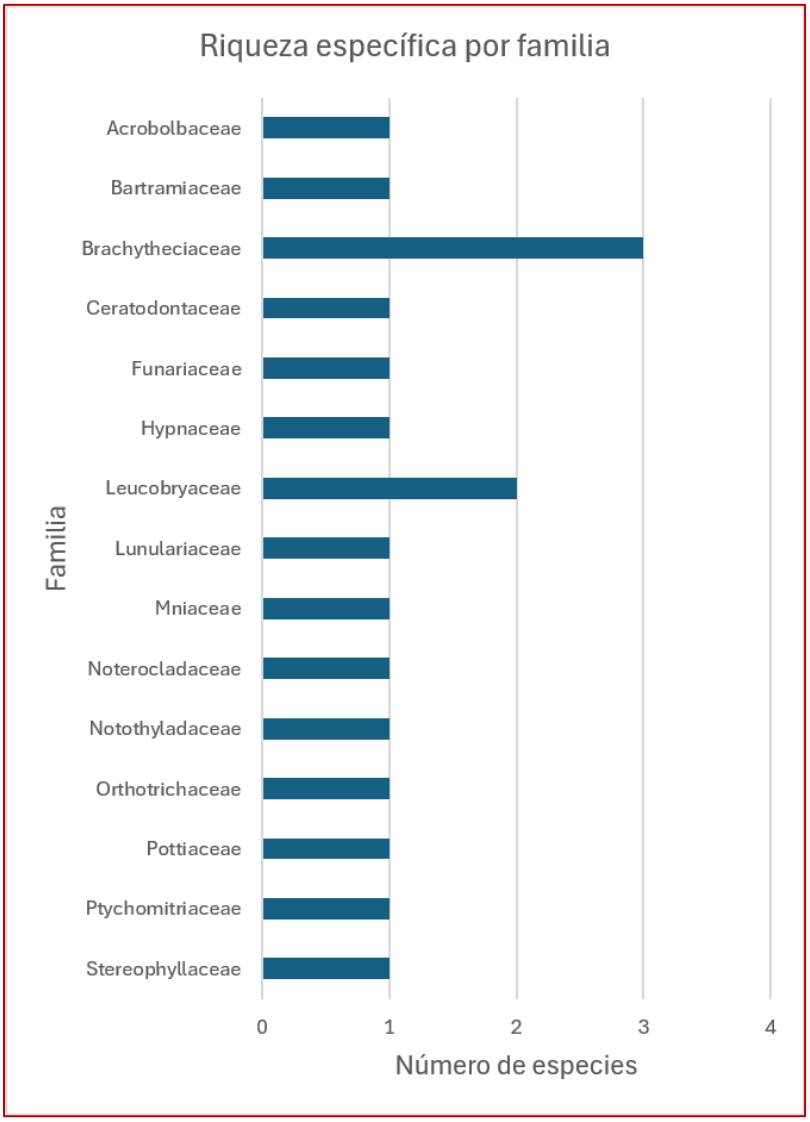
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Grupos taxonómicos de briófitas registrados y su abundancia relativa.



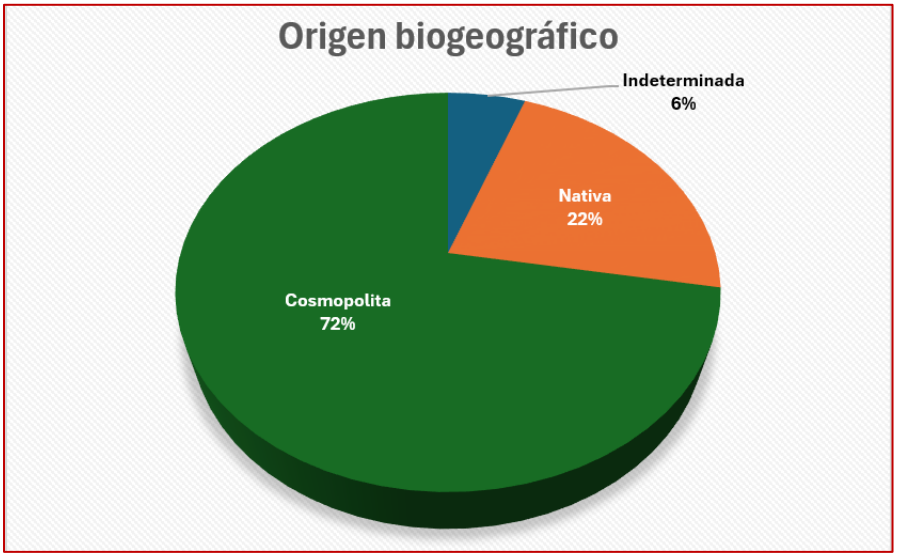
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Número de especies de briófitas por Familia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Origen biogeográfico de las briófitas registradas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Sustrato donde habitan las briófitas registradas.



Fuente: Elaboración propia.

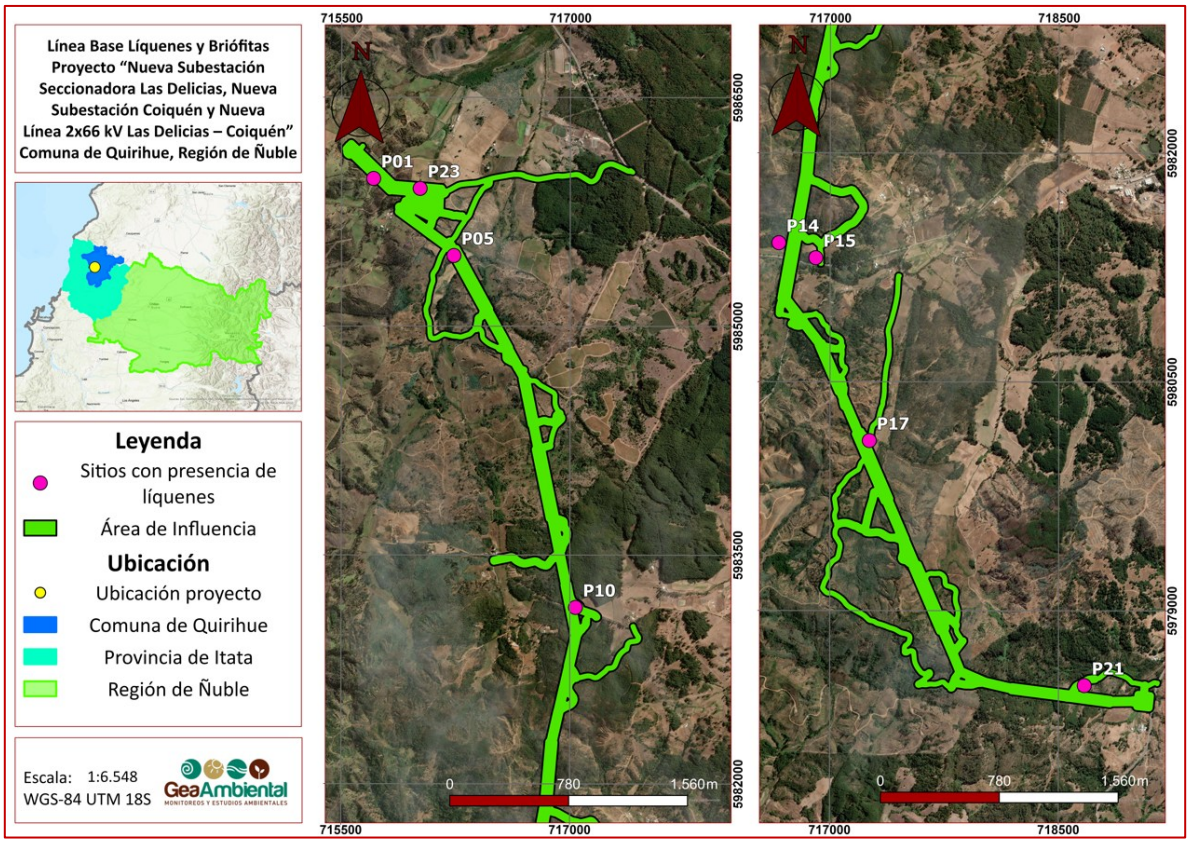
6.4 Distribución de los hallazgos.

6.4.1 Distribución dentro del área de estudio.

6.4.1.1 Líquenes.

De los 23 sitios de muestreo predefinidos para el levantamiento de información, hubo 8 en los que se registraron líquenes (sitios 1, 5, 10, 14, 15, 17, 21 y 23; Figura 14, Tabla 7; Apéndice 9.2). En los sitios restantes no hubo registros. La mayor parte de los hallazgos se realizaron dentro o en el borde de zonas boscosas mientras que otros en zonas abiertas o de escasa vegetación.

Figura 14. Sitios de muestreo con presencia de líquenes dentro del área de estudio del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo con registro de líquenes.

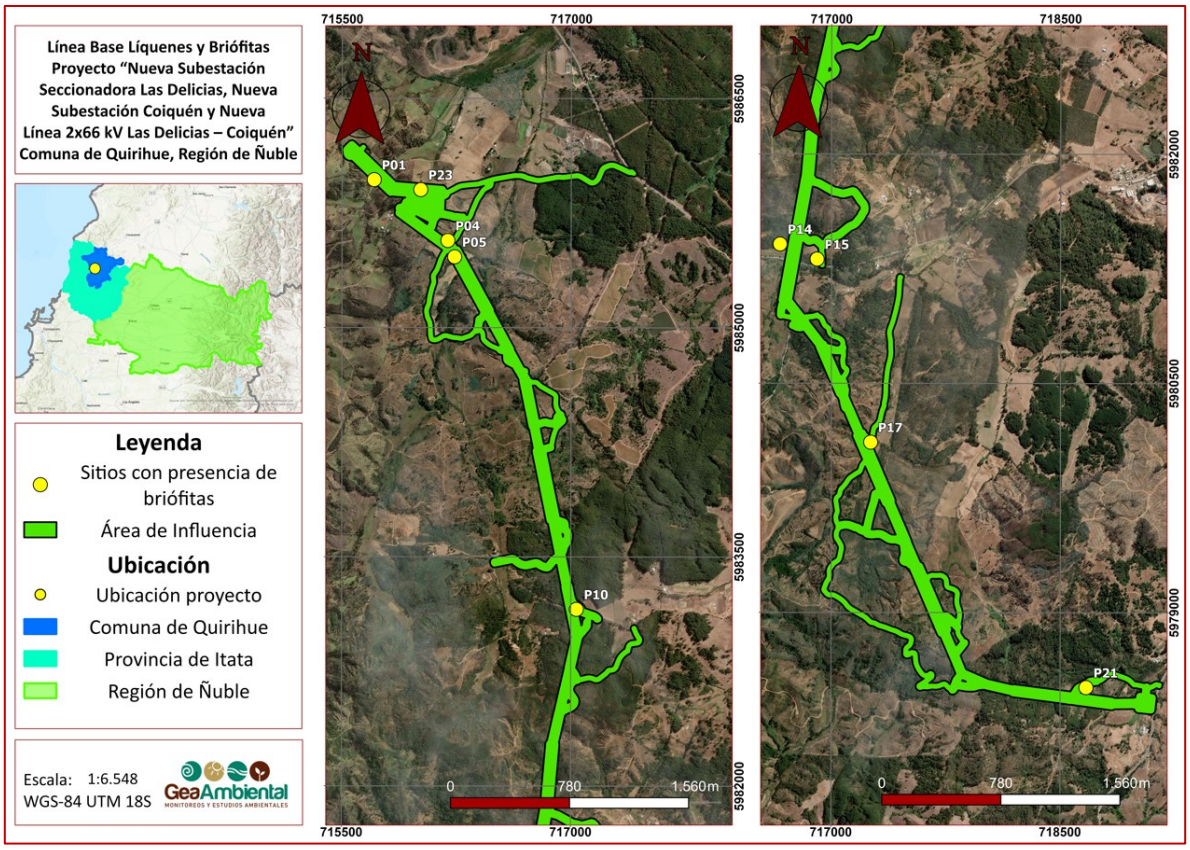
Sitios de muestreo	Punto central (WGS84 UTM Huso 18S)	
	Este	Norte
P01	715.706	5.985.976
P05	716.190	5.985.384
P10	717.099	5.983.164
P14	716.677	5.981.426
P15	716.629	5.981.233
P17	717.228	5.980.059
P21	718.666	5.978.504
P23	716.037	5.985.889

Fuente: Elaboración propia.

6.4.1.2 Briófitas.

De los 23 sitios de muestreo predefinidos para el levantamiento de información, hubo 9 en los que se registraron briófitas (sitios 1, 4, 5, 10, 14, 15, 17, 21 y 23; Figura 15, Tabla 8; Apéndice 9.3). En los sitios restantes no hubo registros. La mayor parte de los hallazgos se realizaron dentro o en el borde de zonas boscosas, con condiciones de humedad y sombra, además de obtener registros en zonas abiertas de baja vegetación y con sustratos de roca.

Figura 15. Sitios de muestreo con presencia de briófitas dentro del área de estudio del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Coordenadas centrales de las parcelas de muestreo levantadas.

Sitios de muestreo	Punto central (WGS84 UTM Huso 18S)	
	Este	Norte
P01	715.706	5.985.976
P04	716.143	5.985.566
P05	716.190	5.985.384
P10	717.099	5.983.164
P14	716.677	5.981.426
P15	716.629	5.981.233

Sitios de muestreo	Punto central (WGS84 UTM Huso 18S)	
	Este	Norte
P17	717.228	5.980.059
P21	718.666	5.978.504
P23	716.037	5.985.889

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Distribución de los hallazgos en el contexto de las Unidades Vegetacionales.

De acuerdo con los resultados del estudio de Línea Base de Flora y Vegetación, en el área de estudio se reconocen 8 unidades vegetacionales (UV), además de las áreas ocupadas por cuerpos de agua y aquellas con caminos e infraestructura construida, además de cárcavas registrada dentro de zonas forestales o en quebradas. Las Unidades vegetacionales determinadas se describen a continuación:

UV 1: Bosque Nativo. Corresponde a una cobertura remanente de la extensión original del sector. Se restringe a zonas de quebradas y valles de difícil acceso debido a la topografía característica de la cordillera de la costa. La diversidad de los parches es alta de acuerdo con los estratos identificados. Para el estrato arbóreo se reconoce una amplia distribución de *Nothogafus obliqua* (Roble-Hualle), mientras que para el estrato arbustivo se encuentran *Luma chequen* (Chequén), *Peumus boldus* (Boldo), *Maytenus boaria* (Maiten), *Luma apiculata* (Arrayan) y *Myrceugenia exsucca* (Pitra). Además, las características del bosque nativo generan condiciones de humedad propicias para el crecimiento de herbáceas como *Adiantum chilense* (Palito Negro) y *Blechnum hastatum* (Palmilla), entre otras.

UV 2: Bosque Mixto. Unidad de estructura arbórea heterogénea en la que coexisten especies forestales exóticas y elementos arbóreos nativos, configurando una cobertura de transición entre sectores dominados por plantaciones forestales y remanentes de vegetación nativa. Esta unidad vegetacional se caracteriza por conformar bosques de especies exóticas con especies nativas y endémicas. Por lo general la dominancia del origen biogeográfico de las especies puede variar dependiendo de las cercanías de otras coberturas vegetales del mismo tipo. En esta situación se presenta una dominancia de especies nativas con invasión de especies asilvestradas en claros dentro de la cobertura. Las especies con mayor distribución dentro de la cobertura son *Nothofagus obliqua* (Roble-Hualle), *Azara integrifolia* (Corcolén) y *Peumus boldus* (Boldo). Se registraron especies arbustivas exóticas como *Rubus ulmifolius* (Zarzamora) que se caracteriza por ser una especie

oportunista cuando se generan zonas de claros. Además, se encontraron especies trepadoras nativas como *Clematicissus striata* (Voqui colorado).

UV 3: Plantación forestal. Corresponde a plantaciones forestales, las cuales abarcan más de la mitad del área de influencia del Proyecto y presentan una marcada dominancia de *Eucalyptus globulus, Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata*. En el interior de las parcelas se registró, además, la presencia de otras especies exóticas asilvestradas de alta capacidad de dispersión y rápido crecimiento, tales como *Acacia melanoxylon* (Aromo) y *Pinus radiata* (Pino insigne). Asimismo, se identificó un estrato arbustivo representado por *Rubus ulmifolius* (Zarzamora), junto con un componente herbáceo compuesto por especies como *Agrostis capillaris, Arrhenatherum elatius* y *Rumex acetosella*.

UV 4: Exóticas asilvestradas. Unidad vegetacional constituida por parches de vegetación predominantemente exótica que, conforme a los criterios de clasificación empleados en la caracterización, no cumplen los criterios legales para ser considerados como bosque. En ella se agrupan tanto remanentes de formaciones arbóreas preexistentes como sectores en los que se han establecido especies exóticas asilvestradas, dando origen a agrupaciones vegetacionales de composición principalmente introducida. Entre las especies que conforman estos parches destacan *Pinus radiata* (Pino insigne) y *Eucalyptus globulus* (Eucalipto común), cuya presencia constituye uno de los principales elementos de la composición arbórea de la unidad. Asimismo, se registran especies de rápida dispersión, como *Acacia dealbata* (Aromo) y *Acacia melanoxylon* (Aromo australiano), que participan en la conformación de estos agrupamientos. La descripción de esta unidad reúne, por tanto, situaciones asociadas a la permanencia de ejemplares provenientes de formaciones anteriores y al establecimiento espontáneo de especies introducidas, distinguiendo los remanentes arbóreos de aquellos sectores conformados por vegetación exótica asilvestrada.

UV 5: Matorral. Esta categoría comprende dos formaciones vegetacionales, correspondientes a matorral y matorral arborescente, cuya caracterización considera tanto su composición florística como sus atributos fisionómicos y la participación del componente arbóreo. Estas formaciones presentan una composición principalmente nativa, representada por especies registradas de manera recurrente en los distintos sectores evaluados del Proyecto. Entre ellas destacan *Muehlenbeckia hastulata* (Quilo), *Proustia pyrifolia* (Tola blanca), *Baccharis linearis* (Romerillo) y *Schinus polygama* (Huingán), que forman parte del componente leñoso de la unidad. A estas se suma *Otholobium glandulosum* (Culén), especie de origen nativo que también contribuye a la composición de las formaciones descritas. En cuanto al componente exótico, se identifican

ejemplares de *Rosa rubiginosa* (Rosa mosqueta) y *Rubus ulmifolius* (Zarzamora), que coexisten con las especies nativas y se incorporan como elementos acompañantes en la caracterización florística de esta categoría.

UV 6: Praderas. Comprende formaciones de pradera y/o pastizal, caracterizadas por el predominio del estrato herbáceo y una composición florística en la que destacan especies de gramíneas. Entre ellas, *Arrhenatherum elatius* y *Agrostis capillaris* constituyen los principales componentes descritos, contribuyendo a definir la composición de estas formaciones. Además del componente herbáceo, se registró la presencia de especies leñosas de hábito arbustivo pertenecientes a la familia Fabaceae, entre las cuales destaca *Genista monspessulana* (Retamilla), que forma parte del acompañamiento florístico de la unidad. Asimismo, se identificaron especies arbóreas introducidas, particularmente *Acacia melanoxylon* (Aromo australiano), cuya amplia cobertura incorpora un componente arbóreo relevante en la caracterización de la vegetación.

UV 7: Cultivos. Comprende terrenos destinados a la producción agrícola, representados por cultivos de cereales y viñedos, cuya composición florística está determinada principalmente por las especies cultivadas y la vegetación acompañante registrada en estos sectores. En las superficies destinadas al cultivo de cereales, el estrato herbáceo se encuentra dominado por *Triticum aestivum* (Trigo), mientras que los sectores de uso vitícola corresponden a viñedos conformados por *Vitis vinifera* (Vid). En cuanto a la estructura de la vegetación, no se registra un estrato arbóreo alto, mientras que el componente arbustivo acompañante está representado por la presencia de *Rubus ulmifolius* (Zarzamora).

UV 8: Reforestación de especies nativas. Corresponde a un polígono en el que se han desarrollado acciones de reforestación con especies nativas, entre cuyos ejemplares se identificó a *Cryptocarya alba* (Peumo) durante la caracterización de terreno. La presencia de estos individuos da cuenta del establecimiento de un componente leñoso nativo mediante plantación, lo que permite reconocer esta superficie como una unidad diferenciada dentro del área de estudio. En términos de extensión, corresponde a la unidad de menor superficie entre las identificadas.

6.4.2.1 Líquenes.

Los registros de líquenes se distribuyeron en unidades con presencia de árboles (Sitios 5 y 21, Plantación Forestal; Sitio 14, Bosque Nativo; Sitios 15 y 17, con algunos hallazgos en la unidad de

Pradera, aunque en las zonas límite entre estas y las formaciones boscosas aledañas (Sitios 1, 10 y 23) (Figura 16).

Al comparar entre las distintas unidades, la que alberga a la mayor cantidad de especies es la unidad Bosque Nativo, con 25 de ellas, seguida por la unidad de Praderas con 18 especies y finalmente la unidad Plantación forestal, con 7 especies (Tabla 9; Apéndice 9.2).

Tabla 9. Sitios con registros de líquenes por Unidad Vegetacional, abundancia relativa de éstos y número de taxa registrados por Unidad.

Unidad vegetacional	Sitios con registros	Taxa presentes en la Unidad	Porcentaje de los sitios con registros
Bosque Nativo	3	25	37,5%
Plantación Forestal	2	7	25%
Praderas	3	18	37,5%

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2.2 Briófitas.

Los registros de briófitas se distribuyeron en unidades con presencia de árboles, Bosque Nativo; Sitios 4, 5, 15 ,17 y 21, Plantación Forestal), con hallazgos en la unidad de Praderas, aunque ubicados en las zonas límite entre estas y las formaciones boscosas aledañas (Sitios 1, 10 y 23) (Figura 16).

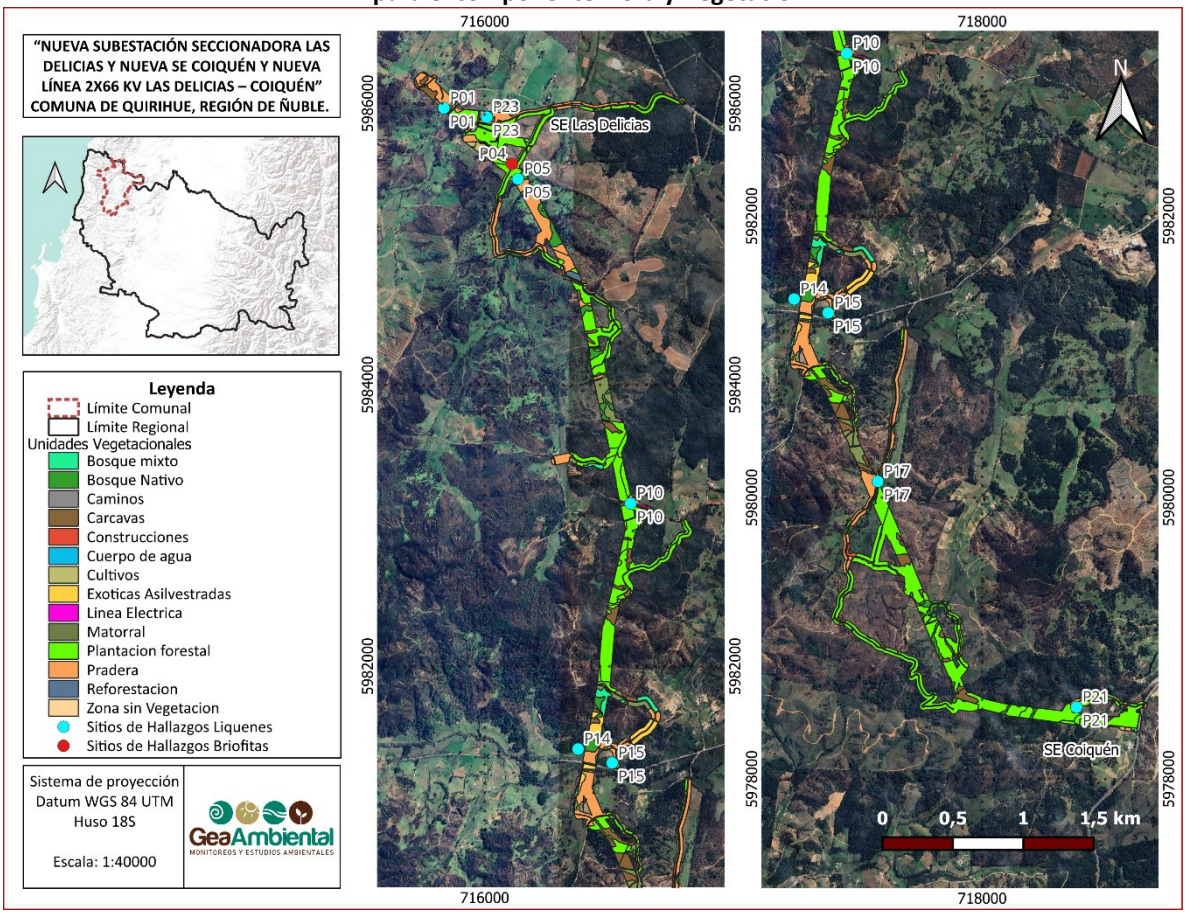
Los sitios con mayor riqueza corresponden a los sitios 14 y 15, con 8 especies cada uno. El sitio 14 se encuentra en la unidad de Bosque Nativo, en tanto el sitio 15 se encuentra en la unidad Bosque Nativo. Al comparar entre las distintas unidades, la que alberga a la mayor cantidad de especies es la unidad Praderas, con 14 de ellas, seguida por la unidad Bosque Nativo, con 14 especies igualmente (Tabla 10; Apéndice 9.3).

Tabla 10. Sitios con registros de briófitas por Unidad Vegetacional, abundancia relativa de éstos y número de taxa registrados por Unidad.

Unidad vegetacional	Sitios con registros	Taxa presentes en la Unidad	Porcentaje de los sitios con registros
Bosque Nativo	3	14	33,3
Plantación Forestal	3	6	33,3%
Praderas	3	14	33,3%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Sitios con hallazgos de líquenes y briófitas respecto a las unidades vegetacionales identificadas para el componente Flora y Vegetación.



Fuente: Elaboración propia.

6.5 Estados de conservación.

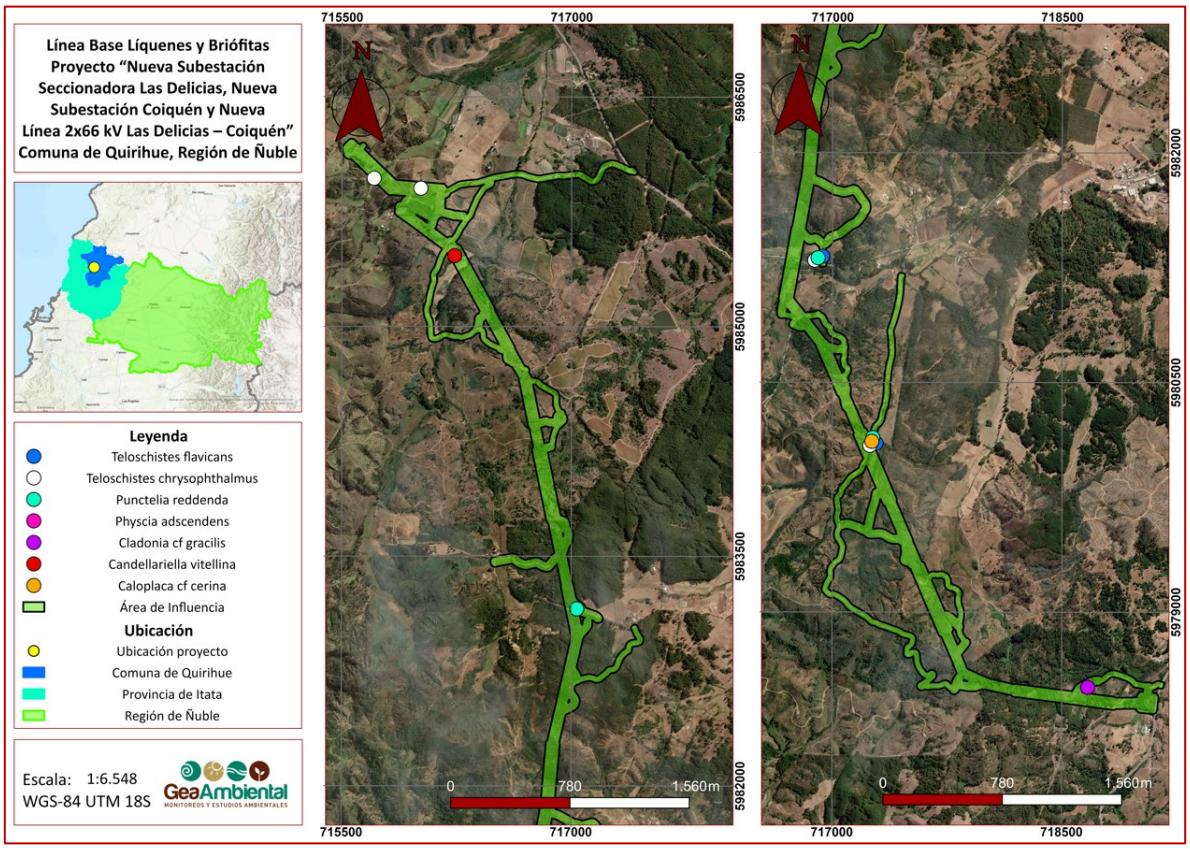
De acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), se registraron 7 especies clasificadas en alguna Categoría de Conservación, todas correspondientes a líquenes, y todas clasificadas en la categoría Preocupación Menor (LC) (Tabla 11, Figura 17).

Tabla 11. Especies registradas que se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación.

Grupo funcional	Familia	Especie	Origen	Categoría de conservación	RCE que califica
Liquen	Candelariaceae	*Candelariella vitellina*	Nativa	LC	DS 79/2018 MMA
Liquen	Parmeliaceae	*Punctelia reddenda*	Nativa	LC	DS 44/2021 MMA
Liquen	Physciaceae	*Physcia adscendens*	Nativa	LC	DS 44/2021 MMA
Liquen	Teloschistaceae	*Teloschistes chrysophthalmus*	Nativa	LC	DS 79/2018 MMA
Liquen	Teloschistaceae	*Teloschistes flavicans*	Nativa	LC	DS 16/2020 MMA

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Ubicación de las especies en categoría de conservación registradas en el levantamiento de información en terreno.



Fuente: Elaboración propia.

6.5.1 Descripción de las especies en categoría de conservación registradas.

Candelariella vitellina (LC): Especie con distribución global, considerada nativa para el país. Registros conocidos de la especie se encuentran distribuidos en todas las grandes masas de tierra del mundo,

incluida la Antártica. En Chile se le encuentra desde la región de Valparaíso al sur. Presenta un amplio rango de distribución, lo cual permite que, aunque habita en zonas altamente intervenidas, aún pueda colonizar ambientes nuevos y ocupar otros altamente prístinos.

Punctelia reddenda (LC): Especie bipolar, presente en ambientes templados y subtropicales, considerada nativa para el país. En Chile se le conoce desde la región de Arica y Parinacota a la región de Magallanes, incluyendo el Archipiélago de Juan Fernández. Suele ser encontrada creciendo en cortezas de árboles, aunque hay reportes de su crecimiento en rocas. Su presencia en la zona central del país puede verse afectada por la pérdida de cobertura de bosque nativo.

Physcia adscendens (LC): Especie de distribución cosmopolita, considerada nativa para el país. En Chile su distribución se extiende entre la región de Valparaíso a Magallanes. Es una especie epifita y generalista, desde ambientes tropicales a templados. Es una especie considerada exitosa colonizando variados ambientes, como cortezas de árboles o rocas.

Teloschistes chrysophthalmus (LC): Especie cosmopolita, presente en zonas templadas del mundo, con excepción de zonas tropicales, considerada nativa para el país. Considerada una especie resistente a la contaminación por combustibles fósiles, es común sobre múltiples especies arbóreas alrededor del mundo, en zonas parcialmente abiertas y con una temporada seca. En Chile la especie es conocida entre las regiones de Antofagasta y Los Lagos.

Teloschistes flavicans (LC): Especie cortícola o saxicola, presente en climas templados a tropicales considerada nativa para el país. Se le encuentra en sitios con diferentes grados de alteración, aunque muestra preferencia por ambientes más expuestos a la radiación solar directa. En Chile, los registros de la especie se extienden entre la región de Antofagasta a la región de Los Lagos, así como en el Archipiélago de Juan Fernández en la Isla Robinson Crusoe.

6.6 Análisis de cambio climático.

6.6.1 Índices de riesgo para la Biodiversidad de Flora.

El proyecto se emplaza en la comuna de Quirihue, sector correspondiente a la cordillera de la costa. Según el Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLIM) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2020), la comuna presenta un índice de pérdida de superficie vegetal natural (índice de exposición) muy alto (0,8536), lo que probablemente se debe a que en los últimos años gran parte de la matriz vegetal original fue reemplazada por plantaciones forestales.

En cuanto a la relación entre biodiversidad vegetal y variabilidad climática, el índice de disminución de la precipitación (Índice de amenaza) en la comuna se encuentra en un rango moderado (0,4376), mientras que el índice de sensibilidad de las especies vegetales alcanza un valor muy alto (0,9488). Esto indica que la flora presente tiene baja tolerancia a cambios en el régimen de precipitaciones, lo que disminuye su vulnerabilidad directa ante escenarios climáticos variables, dada su amplitud de nicho frente a las precipitaciones. El índice de riesgo de pérdida de la biodiversidad de flora por cambios en las precipitaciones es muy alto en la comuna (0,8963), lo cual responde probablemente al nivel de intervención antrópica en gran parte de la superficie.

Respecto a la pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en la temperatura, el índice de amenaza por aumento de temperatura proyectado bajo el escenario RCP8.5 es bajo (0,2017), lo que sugiere que los incrementos térmicos esperados en la comuna no son tan significativos para la flora. No obstante, el índice de sensibilidad de las especies alcanza un valor moderado (0,6190), indicando que la flora presente posee un moderado grado de resiliencia frente a variaciones térmicas. En consecuencia, el índice de riesgo de pérdida de biodiversidad de flora debido a este factor se encuentra en un rango moderado-alto (0,7095). Esto sugiere que el impacto directo del aumento de la temperatura sobre la flora nativa será limitado.

A partir de estos índices de amenaza climática, se puede inferir que la mayor sensibilidad de las especies presentes en la comuna está relacionada con la disminución proyectada en las precipitaciones, siendo este el principal factor que podría afectar la estabilidad del ecosistema vegetal.

Tabla 12. Matriz de riesgo climático para flora en la comuna de Quirihue.

Área de impacto	Mapa ARClim	Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo	Categoría de Riesgo
Biodiversidad	Perdida de flora por cambios de temperatura	Quirihue	0,2017	0,8536	0,6190	0,7095	Alto
	Perdida de flora por cambios de precipitación		0,4376	0,8536	0,9488	0,8963	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia en base a Atlas de Biodiversidad plataforma Arclim.

6.6.2 Efecto del riesgo climático sobre los componentes briófitas y líquenes.

Respecto al efecto que pueda tener el cambio climático sobre los componentes incluidos en este estudio, en primer lugar, se debe señalar que, en el país, no existen estudios de este tipo para líquenes ni briófitas. No obstante, considerando las proyecciones del "Atlas de Riesgo Climático" (MMA 2020) para Quirihue, comuna de emplazamiento del área del Proyecto, se observan riesgos alto y muy alto de pérdida de flora por cambios de temperatura y precipitaciones respectivamente. Esto es de especial relevancia dada la dependencia de los componentes briófitas y líquenes de la vegetación, de la cual obtienen sustrato, sombra y humedad. Si bien existen briófitas, y especialmente líquenes, que sobreviven en condiciones de menos humedad y mayor irradiación solar directa, para el caso de las especies registradas en el área de influencia del Proyecto, la pérdida de la cobertura vegetal y de las condiciones ambientales actuales posiblemente tenga un efecto negativo importante. Es importante sobre todo considerar los efectos predichos para las precipitaciones: Una menor disponibilidad de agua no solo afectará indirectamente a briófitas y líquenes por la subsecuente perdida de vegetación, sino que los afectará directamente al ser, la humedad, un componente ambiental muy relevante para su sobrevivencia.

7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El levantamiento realizado en el área de influencia del Proyecto permitió identificar una importante presencia de líquenes y briófitas en el área de estudio. Los líquenes presentaron una mayor riqueza, con un total de 32 especies registradas, 9 de las cuales son nativas, en tanto las briófitas, que incluyen a musgos, hepáticas y antoceros, presentaron una riqueza algo menor, con 18 especies, 4 de las cuales son nativas. Es importante destacar que, en comparación con el listado de especies potenciales presentado, los registros de este estudio muestran una presencia de líquenes significativamente mayor, y una menor presencia de briófitas. Esto puede deberse, entre otros factores, a la marcada diferencia que existe en el conocimiento de ambos componentes en la zona, ya que mientras para las briófitas existe un catálogo amplio, con registros publicados en las bases de datos revisadas (Ireland et al. 2006, 2010, 2017), no existen publicaciones similares para los líquenes, y no se conoce un trabajo de investigación con el mismo alcance en la región. Debido a esto, la información bibliográfica para las cercanías del Área de Influencia del Proyecto es más amplia en el caso de las briófitas, y permite tener un conocimiento previo más detallado de su posible presencia.

Ambos componentes se distribuyeron de forma similar, siendo registrados prácticamente en los mismos sitios. De los 23 sitios de muestreo, 8 tuvieron registros de líquenes y 9 tuvieron registros de briófitas. Estos sitios coinciden en la presencia de ambos componentes, con la excepción de uno (Sitio 04), que solo presentó registros de briófitas. Una parte importante de estos sitios se encuentran en zonas boscosas, principalmente de Bosque Nativo y Plantaciones forestales, aunque con bastantes registros en Praderas, asociados a los bordes de las mismas. Esta distribución se debe, probablemente, a la estrecha relación entre los componentes estudiados y la vegetación. En el caso de los líquenes, la vegetación leñosa tiene una gran importancia como sustrato en el cual se establecen estos organismos, otorgando además condiciones de sombra y mantención de condiciones microclimáticas adecuadas para su supervivencia. En el caso de las briófitas, es en las zonas con vegetación más densa donde se mantienen condiciones óptimas para el establecimiento y supervivencia de éstas, que requieren de humedad y protección de la radiación solar directa. Esto es de particular importancia para el caso de las hepáticas y los antoceros, los cuales suelen estar ausentes de sectores con menor humedad ya que no han desarrollado mecanismos para tolerar niveles de desecación que si pueden tolerar los musgos, como, por ejemplo, contar con tejidos especializados para la retención de agua o controles metabólicos para reducir la pérdida de humedad (Turetsky et al. 2012).

Por su parte, en cuanto a la ausencia de registros en el resto de los sitios prospectados, es importante considerar que la mayor parte de estos sitios de muestreo se emplazan en terrenos con un alto grado de modificación antrópica, dominados por plantaciones forestales de producción, áreas agrícolas y sectores destinados al pastoreo. Estas actividades generan una simplificación del ecosistema, reduciendo la disponibilidad de los microhábitats complejos que tanto líquenes como briófitas requieren para su desarrollo.

En cuanto a las especies en categoría de conservación, solo hubo hallazgos de este tipo en el componente líquenes, para el cual 7 especies registradas se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC). En todos los casos se trata de especies de distribución muy amplia a nivel global, y que, si bien tienen una presencia importante en el país, se consideran relativamente amenazadas por la pérdida de hábitat, y no por una escasez de poblaciones.

Por su parte, los cambios predichos por los modelos de cambio climático apuntan hacia una alta probabilidad de pérdida de vegetación como consecuencia de menos precipitaciones. Si bien el análisis de la plataforma ARClim no está elaborado directamente considerando los componentes líquenes y briófitas, sus proyecciones para la flora de la zona pueden ser extrapoladas, en términos generales, hacia éstos, debido a su estrecha relación con la vegetación. Una menor presencia de elementos vegetales, así como una menor humedad, consecuencia de una baja en las precipitaciones, pueden significar una merma importante de hábitats adecuados para ambos grupos, los cuales requieren de ambientes sombreados y húmedos, y en el caso de los líquenes, se benefician con la presencia de vegetación leñosa la cual les provee de sustrato para establecerse. Es recomendable, de todos modos, considerar estas estimaciones solo como una extrapolación, hasta que la plataforma ARClim incorpore información sobre los componentes objetivo de este estudio, lo cual permitirá estimar los efectos potenciales directos del cambio climático sobre ellos en general, y sobre sus especies en particular.

La evaluación integrada de las obras del Proyecto indica que los efectos sobre briófitas y líquenes se concentran en la fase de construcción, asociados principalmente al despeje de vegetación y habilitación de superficies de trabajo en sectores dominados por plantaciones forestales y otras coberturas previamente intervenidas. Si bien el trazado interseca localmente remanentes de bosque nativo y sectores donde se registraron especies clasificadas en categoría Preocupación Menor (LC), la exposición corresponde a superficies acotadas, de duración temporal y efectos mayoritariamente reversibles o recuperables mediante la regeneración natural y las medidas de manejo aplicables. Considerando la superficie efectivamente intervenida, la representatividad local

de las coberturas afectadas, la ausencia de especies amenazadas, la limitada magnitud de la alteración proyectada sobre remanentes de vegetación nativa y la mantención de la funcionalidad ecológica del área, se concluye que el Proyecto no genera efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables en los términos del artículo 11 letra b) de la Ley N°19.300.

A partir de los resultados del presente levantamiento, se puede inferir que el Proyecto no afectará de manera significativa a los componentes líquenes y briófitas en el área de emplazamiento del mismo, ni en el Área de Influencia, siempre que no afecte significativamente a la vegetación, la cual conforma un componente clave para el establecimiento de estos componentes en la zona.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barreno, E. & Rico, V. (1984) Sobre la biología de los líquenes. I. Anatomía, morfología, y estructuras vegetativas. Anales de Biología (España) 1: 161-195.

Crandall-Stotler, B. & Bartholomew-Began, S. (2007) Morphology of mosses (Phylum Bryophyta). Flora of North America North of Mexico 27: 3-13.

Crandall-Stotler B., R.E. Stotler & D.G. Long. (2009). Phylogeny and classification of the Marchantiophyta. Edinburgh Journal of Botany 66: 144–198.

Cuvertino, J., Ardiles, V., Osorio, F., Romero, X. (2012). New records and additions to the Chilean bryophyte flora. Investigaciones Agronómicas 39(2): 245-254.

Ellis, C.J. (2012). Lichen epiphyte diversity: a species, community and trait-based review. Perspectives in Plant ecology, Evolution and Systematics 14:131-152.

Galloway, D.J. (1992). Studies in Pseudocyphellaria (lichens) III. The South American species. Bibliotheca Lichenologica 46: 1-275.

Galloway D.J. (1995). Los líquenes del bosque templado de Chile, cap. 5, en: Ecología de los bosques nativos de Chile, Armesto J., Villagrán C. & Arroyo M. eds. Pp 101-112 , Editorial Universitaria, Universidad de Chile, Chile.

Galloway, D.J. & W. Quilhot. (1998). Checklist of Chilean lichen-forming and lichenicolous fungi. Gayana Botánica 55(2): 111-185.

GBIF.org (16 June 2026) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.dgrqmk

GBIF.org (16 June 2026) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.75wfqq

Gerson U. (1982). Bryophytes and invertebrates. En: Smith A.J.E., ed. Bryophyte Ecology. Chapman & Hall, New York, 291–332.

Goffinet B. & W.R. Buck. (2021). Classification of the Bryophyta. Disponible en http://bryology.uconn.edu/classification/.

Hässel De Menéndez G.G. & M.F. Rubies. (2009). Catalogue of Marchantiophyta and Anthocerotophyta of southern South America. Nova Hedwigia Beiheft 134: 1–672.

Hibbett, D.S., M. Binder, J.F. Bischoff, M. Blackwell, P.F. Cannon, O.E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P.M. Kirk, R. Lücking, H.T. Lumbsch, F. Lutzoni, P.B. Matheny, D.J. McLaughlin, M.J.

Powell, S. Redhead, C.L. Schoch, J.W. Spatafora, J.A. Stalpers, R. Vilgalys, M.C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G.L. Benny, L.A. Castlebury, P.W. Crous, Y.-C. Dai, W. Gams, D.M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D.L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R.A. Humber, K.D. Hyde, J.E. Ironside, U. Kõljalg, C.P. Kurtzman, K.-H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. Miadlikowska, A. Miller, J.-M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J.D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J.P. Sampaio, A. Schüßler, J. Sugiyama, R.G. Thorn, L. Tibell, W.A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M.M. White, K. Winka, Y.-J. Yao. & N. Zhang. (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. Mycological Research 111: 509-547.

Jaklitsch W., H.O. Baral, R. Lücking, H.T. Lumbsch & W. Frey. (2016). Syllabus of Plant Families - A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien Part 1/2: Ascomycota. 13 Ed. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Keizer, P.J., B.F. van Tooren & H.J. During. (1985). Effects of bryophytes on seedling emergence and establishment of short-lived forbs in chalk grassland. Journal of Ecology 73: 493–504.

Kirk, P.M, P.F. Cannon, D.W. Minter & J.A. Stalpers. (2008) Dictionary of the Fungi (10th Ed.). CAB International, Wallingford, United Kingdom. 784p.

Lumbsch, H.T. & S. Huhndorf. (2010). Myconet Volume 14. Part One. Outline of Ascomycota—2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics. Nos. 4751–5113. Fieldiana Life and Earth Sciences 1: 1-64.

Lodge, D.J., J.F. Ammirati, T.E. O'Dell, G.M. Mueller, S.M. Huhndorf, C.-J. Wang, J.N. Stokland, J.P. Schmit, L. Ryvarden, P.R. Leacock, M. Mata, L. Umaña, Q. WU & D.L. Czederpiltz. (2004). Terrestrial and lignicolous macrofungi. En: Mueller, G.M., G.F. Bills & M.S. Foster (eds.): Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, San Diego. pp 127-172.

Müller, F. (2009a). An updated checklist of the mosses of Chile. Archive for Bryology 58: 1–124.

Müller, F. (2009b). New records and new synonyms for the Chilean moss flora. Tropical Bryology 30: 77–84.

Pereira, I., San Martín, J. & Moya, M. (2002). Epiphytic Lichens on Gomortega keule (Gomortegaceae) coastal mountain (Central Chile). Mitteilungen aus Institut für Allgemeine Botanik, Hamburg 30-32: 171-185.

Pereira, I., Wang, X.Y., Oh, S., Sánchez, P., Hur, J. (2016). Lichens of the surrounding areas of Termas of Chillán and Las Trancas, Bío-Bío Region, Chile. Gayana Botánica 73: 104-112.

Quilhot, W., Cuellar, M., Díaz, R., Riquelme, F. & Rubio, C. (2010). Estudio preliminar de la flora liquénica de Isla Mocha, sur de Chile. Gayana Botánica 67: 206-212.

Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental DS. 40/2012. Ministerio del Medio Ambiente.

Reglamento de Clasificación de Especies, Primer Proceso. Dirección Ejecutiva de CONAMA y Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia (DS N°151/2006).

Reglamento de Clasificación de Especies, Segundo Proceso. Dirección Ejecutiva de CONAMA y Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia (DS N°50/2008).

Reglamento de Clasificación de Especies, Tercer Proceso. Dirección Ejecutiva de CONAMA y Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia (DS N°51/2008).

Reglamento de Clasificación de Especies, Cuarto Proceso. Dirección Ejecutiva de CONAMA y Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia (DS N°23/2009).

Reglamento de Clasificación de Especies, Quinto Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°33/2011).

Reglamento de Clasificación de Especies, Sexto Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°41/2011).

Reglamento de Clasificación de Especies, Séptimo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°42/2011).

Reglamento de Clasificación de Especies, Octavo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°19/2012).

Reglamento de Clasificación de Especies, Noveno Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°13/2013).

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°52/2014).

Reglamento de Clasificación de Especies, Undécimo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°38/2015)

Reglamento de Clasificación .de Especies, Duodécimo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°16/2016)

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo tercer Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°6/2017).

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo cuarto Proceso, Ministerio del Medio Ambiente (DS N°79/2018).

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo quinto Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°23/2019).

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo sexto Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°16/2020).

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo séptimo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°44/2021).

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo octavo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°10/2023).

Reglamento de Clasificación de Especies, Décimo noveno Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°2/2024).

Reglamento de Clasificación de Especies, Vigésimo Proceso. Ministerio del Medio Ambiente (DS N°54/2025).

Rieley, J.O., P.W. Richards & A.D.L. Bebbington. (1979). The ecological role of bryophytes in a North Wales woodland. Journal of Ecology 67: 497–527.

Ross, B.A., G.R. Webster & D.H. Vitt. (1984). The role of mosses in reclamation of brine spills in forested areas. The Journal of Canadian Petroleum Technology 23: 1–5.

Servicio de Evaluación Ambiental (2024). Guía Áreas de Influencia en Ecosistemas Terrestres.

Servicio de Evaluación Ambiental (2025). Guía Metodológica para la descripción de Ecosistemas Terrestres, segunda edición.

Servicio de Evaluación Ambiental (2026). Guía Áreas de Influencia en el SEIA, segunda edición.

Stenroos, S. (1995). Cladoniaceae (Lecanorales, Lichenized, Ascomycotina) in the flora of Chile. Gayana Botánica 53: 89-131.

Stephenson, S.L., C. Tsui & A.W. Rollins. (2013). Methods for Sampling and Analyzing Wetland Fungi. En: Anderson, J.T. & C.A. Davis (Eds.). Wetland Techniques: Volume 2: Organisms (pp. 93-121). Springer.

Suren, A. (1993). Bryophytes and associated invertebrates in first-order alpine streams of Arthur's Pass, New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 27: 479–494.

Turetsky, M.R., Bond-Lamberty, B., Euskirchen, E., Talbot, J., Frolking, S., McGuire, A.D. & Tuittila, E.-S. (2012). The resilience and functional role of moss in boreal and arctic ecosystems. New Phytologist, 196: 49-67.

Vargas, C. (2024). Comparación de la diversidad de briófitas en bosques nativos y plantaciones forestales presentes en Campus Naturaleza de la Universidad de Concepción. Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción para otorgar al título profesional de Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales. 38 pp.

Van Breemen, N. (1995). How Sphagnum bogs down other plants. Trends in Ecology & Evolution 10: 270–275.

Van Seters, T.E. & J.S. Price. (2001). The impact of peat harvesting and natural regeneration on the water balance of an abandoned cutover bog, Quebec. Hydrological processes 15: 233–248.

Villagrán, C. (2020). Historia biogeográfica de las briófitas de Chile. Gayana Botánica 77: 73-114.

9 APÉNDICES

9.1 Profesionales especialistas.

Nombre	Profesión	Función
Javiera Tapia	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables	Levantamiento de información y toma de muestras en terreno.
Javiera Farías	Bióloga	Levantamiento de información y toma de muestras en terreno.
Paula Aguayo	Biólogo Marino, Magíster (e) en ciencias, mención Botánica	Análisis de muestras e identificación de especies de briófitas en laboratorio.
Iván Quezada	Biólogo, Dr. en ciencias biológicas, especialización Botánica	Identificación de especies de briófitas en gabinete y laboratorio. Elaboración de informe técnico.

9.2 Especies de líquenes registradas por sitio de muestreo. Se indica unidad vegetacional de los registros.

Sitio de muestreo	Especie	Unidad vegetacional
P01	*Chrysothryx candelaris*	Praderas
P01	*Haematomma nothofagi*	Praderas
P01	*Lecanora albella*	Praderas
P01	*Lecidella elaeochroma*	Praderas
P01	*Lecanora cf chlarotera*	Praderas
P01	*Lecanora argentata*	Praderas
P01	*Parmotrema perlatum*	Praderas
P01	*Ramalina celastri*	Praderas
P01	*Teloschistes chrysophthalmus*	Praderas
P01	*Usnea sp.*	Praderas
P05	*Peltigera collina*	Plantación Forestal
P05	*Candellariella vitellina*	Plantación Forestal
P05	*Parmotrema perlatum*	Plantación Forestal
P05	*Chrysothryx candelaris*	Plantación Forestal
P05	*Usnea sp.*	Plantación Forestal
P10	*Amandinea punctata*	Praderas
P10	*Chrysothryx candelaris*	Praderas
P10	*Flavopunctelia flaventior*	Praderas
P10	*Lecidella sp*	Praderas
P10	*Xanthoria sp*	Praderas
P10	*Coenogonium luteum*	Praderas
P10	*Parmotrema perlatum*	Praderas

Sitio de muestreo	Especie	Unidad vegetacional
P10	*Punctelia reddenda*	Praderas
P10	*Ramalina celastri*	Praderas
P10	*Sticta caulescens*	Praderas
P10	*Usnea sp.*	Praderas
P14	*Amandinea punctata*	Bosque Nativo
P14	*Cladonia sp*	Bosque Nativo
P14	*Flavopunctelia flaventior*	Bosque Nativo
P14	*Haematomma nothofagi*	Bosque Nativo
P14	*Hypotrachyna sinuosa*	Bosque Nativo
P14	*Lecanora albella*	Bosque Nativo
P14	*Lecidella sp*	Bosque Nativo
P14	*Pertusaria cf albescens*	Bosque Nativo
P14	*Nephroma cellulosum*	Bosque Nativo
P14	*Parmelia sulcata*	Bosque Nativo
P14	*Parmotrema perlatum*	Bosque Nativo
P14	*Ramalina celastri*	Bosque Nativo
P14	*Sticta caulescens*	Bosque Nativo
P14	*Usnea sp.*	Bosque Nativo
P15	*Amandinea punctata*	Bosque Nativo
P15	*Chrysothryx candelaris*	Bosque Nativo
P15	*Cladonia sp*	Bosque Nativo
P15	*Graphis sp*	Bosque Nativo
P15	*Haematomma nothofagi*	Bosque Nativo
P15	*Lecanora albella*	Bosque Nativo
P15	*Lecanora caesiorubella*	Bosque Nativo
P15	*Lecidella elaeochroma*	Bosque Nativo
P15	*Parmotrema perlatum*	Bosque Nativo
P15	*Punctelia reddenda*	Bosque Nativo
P15	*Ramalina celastri*	Bosque Nativo
P15	*Sticta caulescens*	Bosque Nativo
P15	*Teloschistes chrysophthalmus*	Bosque Nativo
P15	*Teloschistes flavicans*	Bosque Nativo
P15	*Usnea sp.*	Bosque Nativo
P17	*Amandinea punctata*	Bosque Nativo
P17	*Chrysothryx candelaris*	Bosque Nativo
P17	*Flavopunctelia flaventior*	Bosque Nativo
P17	*Haematomma nothofagi*	Bosque Nativo
P17	*Lecanora caesiorubella*	Bosque Nativo
P17	*Lecidella elaeochroma*	Bosque Nativo
P17	*Lecanora cf chlarotera*	Bosque Nativo
P17	*Lecanora albella*	Bosque Nativo
P17	*Parmelia sulcata*	Bosque Nativo
P17	*Caloplaca sp*	Bosque Nativo
P17	*Pannaria rubiginosa*	Bosque Nativo

Sitio de muestreo	Especie	Unidad vegetacional
P17	*Parmelia sulcata*	Bosque Nativo
P17	*Parmotrema perlatum*	Bosque Nativo
P17	*Physcia adscendens*	Bosque Nativo
P17	*Punctelia reddenda*	Bosque Nativo
P17	*Ramalina celastri*	Bosque Nativo
P17	*Sticta caulescens*	Bosque Nativo
P17	*Teloschistes chrysophthalmus*	Bosque Nativo
P17	*Teloschistes flavicans*	Bosque Nativo
P17	*Usnea sp.*	Bosque Nativo
P21	*Amandinea punctata*	Plantación Forestal
P21	*Cladonia sp*	Plantación Forestal
P21	*Parmotrema perlatum*	Plantación Forestal
P23	*Amandinea punctata*	Praderas
P23	*Chrysothryx candelaris*	Praderas
P23	*Haematomma nothofagi*	Praderas
P23	*Flavopunctelia flaventior*	Praderas
P23	*Lecanora sp*	Praderas
P23	*Lecanora albella*	Praderas
P23	*Parmotrema perlatum*	Praderas
P23	*Teloschistes chrysophthalmus*	Praderas
P23	*Usnea sp.*	Praderas

Fuente: Elaboración propia.

9.3 Especies de briófitas registradas por sitio de muestreo. Se indica grupo taxonómico y unidad vegetacional de los registros.

Sitio de muestreo	Especie	Grupo taxonómico	Unidad vegetacional
P01	*Bartramia halleriana*	Musgo	Praderas
P01	*Brachytheciastrum velutinum*	Musgo	Praderas
P01	*Brachythecium rutabulum*	Musgo	Praderas
P01	*Funaria hygrometrica*	Musgo	Praderas
P01	*Phaeoceros laevis*	Antócero	Praderas
P01	*Syntrichia ruralis*	Musgo	Praderas
P04	*Bartramia halleriana*	Musgo	Plantación Forestal
P04	*Brachythecium rutabulum*	Musgo	Plantación Forestal
P04	*Syntrichia ruralis*	Musgo	Plantación Forestal
P05	*Ceratodon purpureus*	Musgo	Plantación Forestal
P05	*Funaria hygrometrica*	Musgo	Plantación Forestal
P05	*Lunularia cruciata*	Hepática	Plantación Forestal
P10	*Campylostelium saxicola*	Musgo	Praderas
P10	*Ceratodon purpureus*	Musgo	Praderas

Sitio de muestreo	Especie	Grupo taxonómico	Unidad vegetacional
P10	*Juratzkaea seminervis*	Musgo	Praderas
P10	*Pohlia camptotrachela*	Musgo	Praderas
P14	*Bartramia halleriana*	Musgo	Bosque Nativo
P14	*Brachytheciastrum velutinum*	Musgo	Bosque Nativo
P14	*Brachythecium albicans*	Musgo	Bosque Nativo
P14	*Brachythecium rutabulum*	Musgo	Bosque Nativo
P14	*Juratzkaea seminervis*	Musgo	Bosque Nativo
P14	*Lethocolea radicosa*	Hepática	Bosque Nativo
P14	*Lunularia cruciata*	Hepática	Bosque Nativo
P14	*Noteroclada confluens*	Hepática	Bosque Nativo
P15	*Bartramia halleriana*	Musgo	Bosque Nativo
P15	*Brachythecium albicans*	Musgo	Bosque Nativo
P15	*Brachythecium rutabulum*	Musgo	Bosque Nativo
P15	*Campylopus introflexus*	Musgo	Bosque Nativo
P15	*Ceratodon purpureus*	Musgo	Bosque Nativo
P15	*Lunularia cruciata*	Hepática	Bosque Nativo
P15	*Noteroclada confluens*	Hepática	Bosque Nativo
P15	*Orthotrichum sp*	Musgo	Bosque Nativo
P17	*Hypnum cupressiforme*	Musgo	Bosque Nativo
P17	*Lunularia cruciata*	Hepática	Bosque Nativo
P17	*Pohlia camptotrachela*	Musgo	Bosque Nativo
P17	*Syntrichia ruralis*	Musgo	Bosque Nativo
P21	*Bartramia halleriana*	Musgo	Plantación Forestal
P21	*Ceratodon purpureus*	Musgo	Plantación Forestal
P21	*Funaria hygrometrica*	Musgo	Plantación Forestal
P23	*Bartramia halleriana*	Musgo	Praderas
P23	*Campylopus incrassatus*	Musgo	Praderas
P23	*Lunularia cruciata*	Hepática	Praderas
P23	*Noteroclada confluens*	Hepática	Praderas
P23	*Orthotrichum sp*	Musgo	Praderas

Fuente: Elaboración propia.

9.4 Registro Fotográfico

9.4.1 Registro de líquenes

Figura 18. *Usnea sp*.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. *Peltigera collina*.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. *Candelariella vitellina.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. ***Flavopunctelia flaventior.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. ***Ramalina celastri.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. *Haematomma nothofagi.*



contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. *Punctelia reddenda*.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. *Teloschistes chrysophthalmus.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. *Teloschistes flavicans.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. *Sticta caulescens.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. *Physcia adscendens.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. *Pannaria rubiginosa.*



Fuente: Elaboración propia.

9.4.2 Registro de briofitas

Figura 30. *Parmotrema perlatum.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. *Phaeoceros sp.*



Fuente: Elaboración propia.

contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl

Figura 32. ***Funaria hygrometrica.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. ***Bartramia halleriana.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34. *Orthotrichum sp.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. *Ceratodon purpureus.*

contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. *Lunularia cruciata.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. *Campylopus introflexus.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. *Brachythecium albicans.*



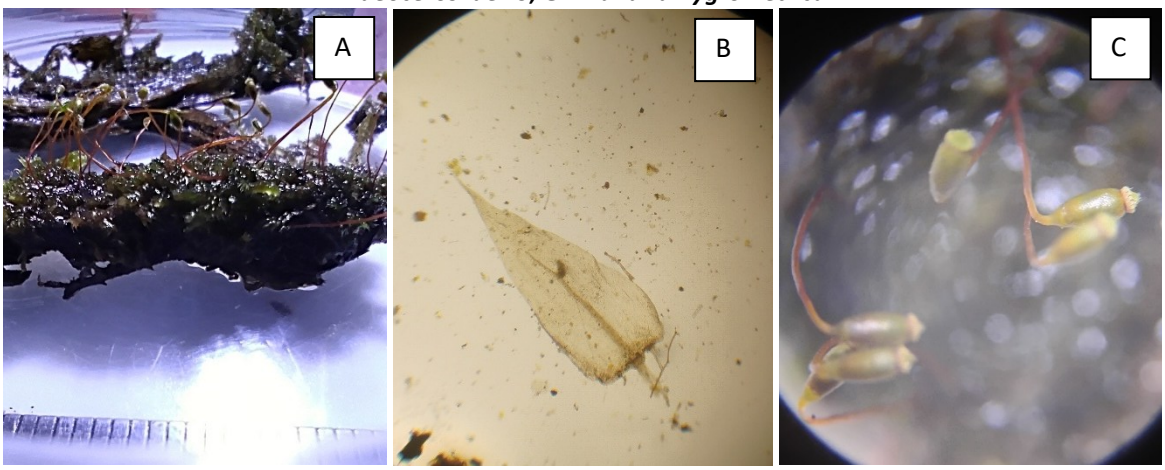
Fuente: Elaboración propia.

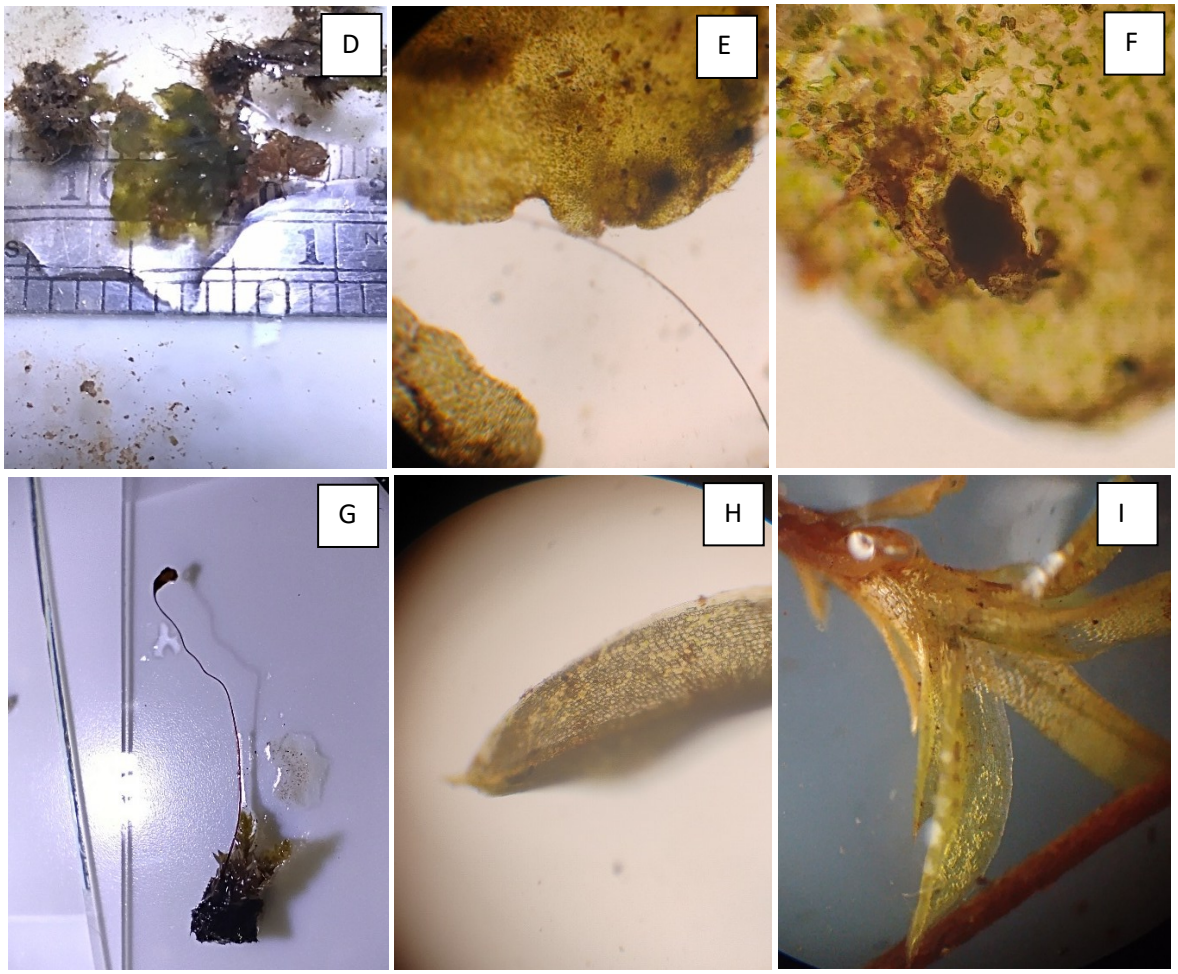
Figura 39. *Syntrichia ruralis.*



Fuente: Elaboración propia.

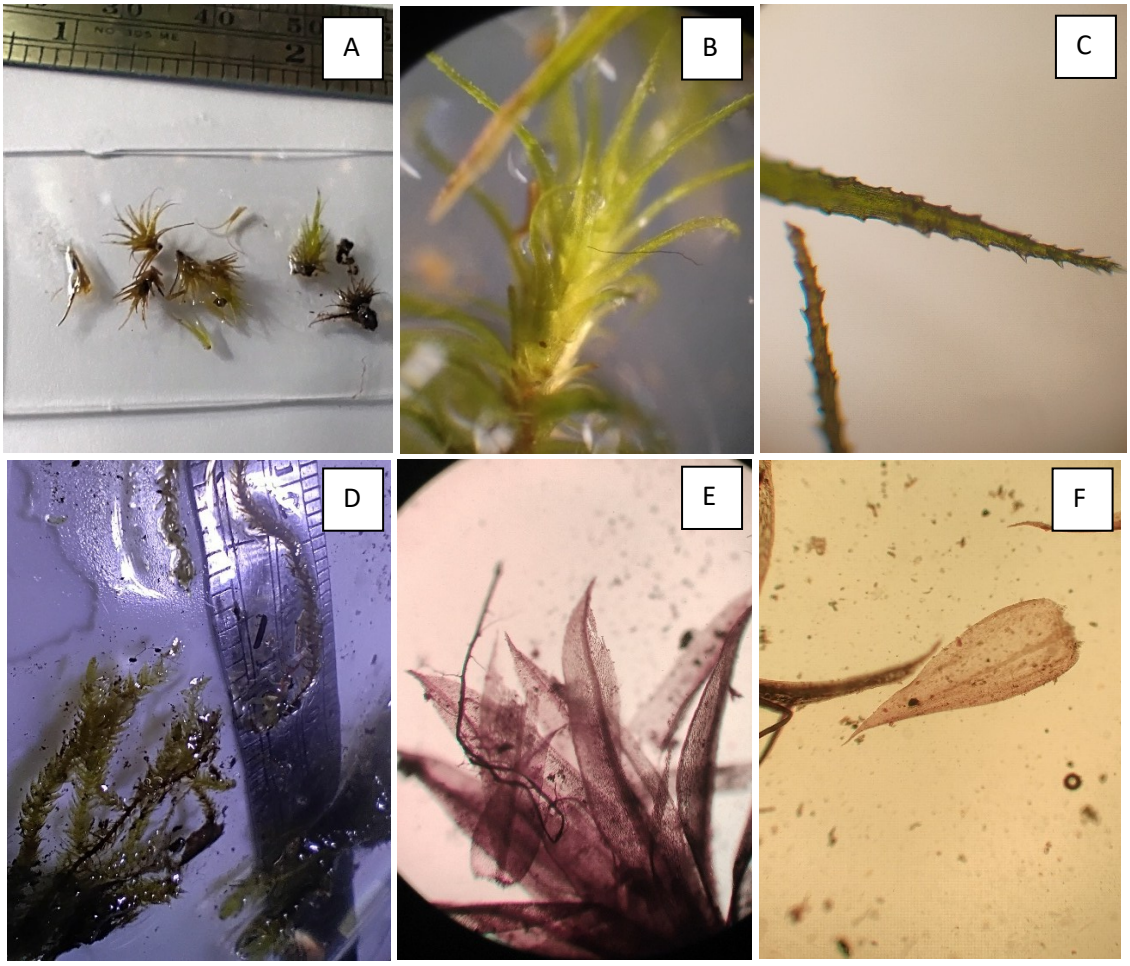
Figura 40. Estructuras observadas a lupa y microscopio 1. A-C: *Brachytheciastrum velutinum*; D-F: *Phaeoceros laevis*; G-I: *Funaria hygrometrica*.



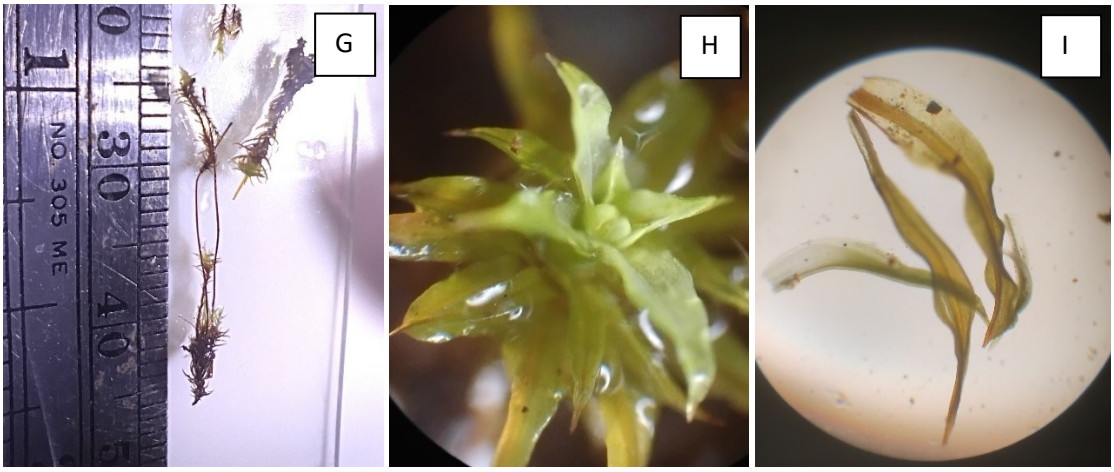


Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Estructuras observadas a lupa y microscopio 2.A-C: *Bartramia halleriana;* D-F: *Brachythecium rutabulum;* G-I: *Ceratodon purpureus*.



contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl



Fuente: Elaboración propia.

contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl